

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

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

Періодичний науковий збірник
Том 2 (41)

Київ
2016

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2016. – Т. 2 (41). – 133 с.

HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:

The scientific collection / The editor-in-chief Valentyn Khilchevskiy. – 2016. – Vol. 2(41). – 133 p.

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

- Науковий збірник “Гідрологія, гіdroхімія і гідроекологія” засновано у травні 2000 р.
- Зареєстровано Міністерством юстиції України 8 жовтня 2009 р. (наказ № 1806/5).
- Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 15819-4291Р від 8 жовтня 2009 р.
- Наказом Міністерства освіти і науки України № 515 від 16.05.2016 р. включено до переліку наукових фахових видань України за галуззю «Географічні науки».
- Атестовано Вищою атестаційною комісією України; Постанова Президії ВАК України № 1-05/2 від 10 березня 2010 р.
- **Видавець:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
- Виходить чотири рази на рік.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
(25 травня 2016 р., протокол № 10)*

Адреса видавця та редколегії:

м. Київ, МСП-680, проспект Глушкова, 2-А,
географічний факультет Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
кафедра гідрології та гідроекології,
Лук'янець Ользі Іванівні (з позначкою “Науковий збірник”).

Телефон редколегії: (044) 521-32-29.

E-mail: gidrolog@niv.kiev.ua
luko15_06@ukr.net

ISSN:2306-5680

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2016

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

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

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

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

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

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

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

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

Осадча Н.М., доктор географічних наук, *Український гідрометеорологічний інститут*;

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

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

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

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

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

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

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

З М І С Т

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Самойленко В.М., Пласкальний В.В.

Інтероперабельна методика аналізу міри антропізації ландшафтів України 6

Гребінь В.В., Хільчевський В.К.

Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі 32

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Лобода Н.С., Божок Ю.В.

Вплив кліматичних змін на водні ресурси Північно-Західного Причорномор'я у сценарних умовах (за RCP4.5 та RCP8.5) 48

Мірошніченко К.А., Чорноморець Ю. О.

Вплив змін клімату на водний баланс та динаміку стоку води річки Ворскла..... 58

Пясецька С. І.

Прояв сільової та ерозійної діяльності за результатами обстежень осередків їх прояву протягом 2003-2013 рр. у Криму 68

Жукова Ю.О., Довганенко Д.О.

Оцінка формування паводкового стоку річок Дніпропетровської області в умовах режиму його регулювання з використанням цифрової моделі рельєфу SRTM30..... 76

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Курило С.М.

Основні тенденції багаторічних змін мінералізації води та вмісту головних іонів у річках України 85

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Лета В.В.

Гідроекологічний стан річки Шопурка Рахівського району Закарпатської області 91

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Малицька Л.В.

Кількісна оцінка комфортності погодних умов та клімату 97

Паламарчук Л.В., Шпиг В.М., Гуда К.В.

Індекс Північно-Атлантичного коливання як предиктор формування сильних снігопадів на рівнинній території України..... 107

Маляренко О. С.

Модифікований підхід до типізації основних екомережних елементів регіонального рівня..... 114

Кулініч М.Т.

Технологічна оцінка рекреаційної придатності аквально-терральних комплексів Середнього Подніпров'я..... 124

Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника

“Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”..... 131

C O N T E N T S

THE GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

Samoylenko V.M., Plaskalnyi V.V. Interoperable procedure of anthropization extent' analysis for Ukrainian landscapes.....	6
Grebin' V., Khilchevskyi V. The retrospective analysis of the study on Ukrainian river network and implementation of the rivers typology of water bodies according to the EU Water framework Directive on the current phase.....	32

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

Loboda N.S., Bozhok Y.V. The impact of climate changes on water resources of the North-Western Black Sea Region in the scenario conditions (by RCP4.5 and RCP8.5).....	48
Miroshnichenko K.A. , Chornomorets Yu.O. The influence of climate change on water balance and dynamic of runoff of the river Vorskla	58
Pyasetska S. I manifestation landslide and erosion of the results of surveys cells their manifestation during the 2003-2013 biennium Crimea.....	68
Zhukova J.O., Dovhanenko D.O. Assessment of the flood runoff of rivers in Dnipropetrovsk region under the conditions of its run-off control using digital elevation model SRTM30	76

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Kurilo S. Main trends of the hydrochemical regime of river waters of Ukraine.....	85
---	----

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

Leta V. The hydroecological state of the Shopurka river in Rakhiv district Transcarpathian region....	91
---	----

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

Malytska L.V. Quantitative assessment of weather and climate comfort	97
Palamarchuk L.V., Shpyg V.M., Huda K.V. North Atlantic oscillation index as predictor of heavy snowfall formation on the plain part of Ukraine.....	107
Malyarenko O. S. Modified approach to typing ecological network's basic elements of regional level.....	114
Kulinich M. Technological assessment of recreational suitability of aquatic-terrain complexes of the Middle Dnieper region.....	124
The presenting and official registration of the articles for the scientific Periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology».....	131

УДК 911.2+631.4

Самойленко В.М., Пласкальний В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНА МЕТОДИКА АНАЛІЗУ МІРИ АНТРОПІЗАЦІЇ ЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ

Ключові слова: ландшафти, антропізація, землекористування, гемеробність, геоекологічна ситуація

Вступ. Проведений у попередній нашій праці ([1]) систематизований ретроспективний аналітичний огляд **вихідних передумов** ідентифікації міри антропізації ландшафтів (понад 110 репрезентативних першоджерел) засвідчив, по-перше, істотну актуальність проблеми та найбільшу застосовність і модифікаційну відкритість європейської концепції актуально-потенційного аналізу (гемеробності) та вітчизняної концепції геоekологічно-природокористувального аналізу зазначеної міри антропізації. По-друге, зважаючи на окреслені в [1] **невирішені завдання за проблемою** (недостатня систематизація змісту та термінології чинних поглядів, відсутність методичних підходів, інтегрованих для Європи й України, недостатній рівень модельної формалізації складників процесу антропізації та незастосування коректного параметричного й логіко-математичного апарату в експертних оцінюваннях антропізації тощо, див. також далі), було визначено й необхідні подальші послідовні кроки досліджень, частина з яких і зумовила спрямованість цієї публікації. Звідси, **основною метою** даної статті є обґрунтування концептуальних засад і розробка методики аналізу міри антропізації ландшафтів України, інтегрованої для загальноєвропейських і українських процедур такого аналізу, та шляхів верифікаційної реалізації цієї методики стосовно фізико-географічних областей і районів України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно з вищезазначеним і на основі узагальнених методично-прикладних висновків за проблемою, отриманих нами в [1], можна запропонувати такі **концептуальні засади інтегрованої методики аналізу міри антропізації ландшафтів України** (надалі, скорочено, просто "методика").

1. Методика має бути синергічним поєднанням прогресивних підходів, що застосовуються в концепціях актуально-потенційного аналізу (гемеробності) та геоekологічно-природокористувального аналізу, і є достатньо змістово універсальними для загальноєвропейського виміру та достатньо змістово специфічними для заданих регіонів України, що й забезпечить цільову інтегрованість методики.

2. Антропізація ландшафтів тлумачиться як процес їхнього виникнення та/або зміни через антропогенний вплив різної спрямованості та інтенсивності, наслідками чого і є існування різною мірою антропізованих ландшафтів.

3. Ступінь натуральності ландшафтів розуміється як міра успадкованої, набутої чи успадковано-набутої здатності реальних ландшафтів до нештучної самоорганізації та саморегуляції шляхом самовкервного упорядкування

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

речовинно-енергетичних потоків в єдиній системі. При цьому провідні чинники та параметри такої системи можуть бути геть відмінними від "попередніх до антропоізації", втім повинні визначатися певними нештучними процесами тощо.

4. Власне міра антропоізації ландшафтів має змістово-функціонально та експертно-параметрично визначатися в залежності від міри (змісту, інтенсивності, тривалості тощо) антропогенного впливу на них. Таку міру впливу, в свою чергу, доцільно задати через певні визначальні атрибути тих, що формують ландшафти, різнотипових і різнорівневих систем землекористування та/або наслідків землекористування, поданих через типізовані земельні угіддя й покрити з урахуванням цільового призначення земель тощо (надалі аббревіатурно СЗК/НЗ або скорочено "системи землекористування" чи "землекористувальні системи").

5. За визначальні атрибути систем землекористування та/або його наслідків мають правити як наявні вже розроблені та змістово усталені загальноєвропейські атрибути – рівні гемеробності та натуральності землекористувальних систем і відповідна інтенсивність їхнього впливу, так і оригінальний атрибут геоecологічної сприятливості/несприятливості цих систем, що у логічному поєднанні і визначить узагальнено-оригінальне категорювання власне міри антропоізації ландшафтів.

6. З огляду на п.1-5, методика аналізу міри антропоізації ландшафтів України має складатися з **чотирьох** її взаємопоєднаних **складників**, які зумовлюють один одного. Такими складниками є:

1) **загальнозмістовий складник**. За його інструмент має правити узгоджена, а отже інтероперабельна категорійно-класифікаційна схема міри антропоізації ландшафтів в залежності від міри антропогенного впливу на них систем землекористування та/або його наслідків, заданої через атрибути цих систем згідно з п.5;

2) **параметричний складник**. Він має забезпечити коректне математично-статистичне узагальнення найбільш типових (референційних) наявних експертних параметризацій міри антропоізації ландшафтів, спричиненої впливом землекористувальних систем, з метою отримання узагальненого розподілу відповідних індексів антропоізації, обумовленого об'єктивного квантування цього розподілу та визначення конкретних категорійних параметрів шкали міри антропоізації, їхньої "ваги" і градієнтів тощо. До зазначених найбільш типових (референційних) параметризацій антропоізації доцільно віднести такі, як (див. більш детальний розгляд у нашій праці [1], наступна систематизація – наша):

– за концепцією актуально-потенційного аналізу (гемеробності) – *підходи*:

а) *гемеробний-1* (ГБ-1), викладений в узагальнювальній праці У. Вальца й К. Штайна ([2], 2014) щодо земельних покриттів Німеччини та реалізований у веб-сервісі *IOER-Monitor* ([3]);

б) *гемеробний-2* (ГБ-2), запропонований в регіональному дослідженні Угорщини П. Чорби та С. Сабо ([4], 2009) і залучений до розгляду на рівні гіпотези, насамперед, через пропозицію застосовувати "ваги гемеробності", відмінні від усіх інших розробок за концепцією гемеробності (див. [1]);

в) *гемеробний-3* (ГБ-3), викладений в узагальнювальній публікації М.Л. Паракіні та К. Капітані ([5], 2011) та реалізований в системі Євростату ([6], 2012), що дозволяє вважати його загальноєвропейським (для країн ЄС);

– за концепцією геоecологічно-природокористувального аналізу – *підходи* (всі стосуються України):

а) *конструктивно-географічний* (КГ), залучений до розгляду за узагальнювальною для підходу працею П. Шищенка і О. Гавриленко ([7], 2014);

б) *гідроінвайронментологічний* (ГІ), використаний в процесі досліджень за монографією В. Самойленка та Д. Іванка ([8], 2015);

в) *агрогеоєкологічний* (АГ), залучений до аналізу шляхом використання шкал стабільності агро-землекористувальних систем, адаптивно узагальнених нами за вихідними методиками І. Риборські та Е. Гойке ([9, 10], 1988) і Є. Клементової та В. Гейніге ([11], 1995) та працями із застосування цих методик, передусім, А. Якимчука ([126], 2006), І. Нетробчук ([13], 2012), А. Третьяка та ін. ([14], 2001), М. Клименка ([15], 2012) тощо (див. [1]);

3) **логіко-математичний складник**. Основним його інструментом має стати, з одного боку, генералізована шкала міри антропоізації ландшафтів України, спричиненої різними системами землекористування найвищих рівнів, узагальнена за вищезгаданими референційними концепціями/підходами, поєднана з параметричним складником методики та виправдано рангована для першорівневих систем. Ця шкала, крім спрямування на обрані для верифікаційної реалізації методики фізико-географічні зони (див. далі) та оцінювального оперування середньовиваженим за площами систем індексом антропоізації згідно з принципами, викладеними у нашій праці [1], має стосуватися суходільних (теральних) ландшафтів і їхніх землекористувальних систем (умовно відносячи сюди й болота). А от для аква-теральних ландшафтів і їхніх систем землекористування має бути передбачено створення окремих шкал міри антропоізації за обумовленими підходами. Також має бути передбачено можливість деталізації та/або певної агрегації категорій зазначених генералізованої та інших шкал в залежності від доступного геоінформаційного базису досліджень, враховуючи і можливість запровадження певних категорійно-коригувальних процедур і модифікованих способів параметризації, з метою розробки вже конкретних робочих шкал міри антропоізації. З іншого боку, за інструмент логіко-математичного складника методики має правити і побудована, знову-таки, в коректному поєднанні з параметричним складником, шкала, що базується на певних обґрунтованих діапазонах значень індексу співвідношення площ геоєкологічно позитивних і геоєкологічно негативних землекористувальних систем;

4) **верифікаційно-реалізаційний складник**. Він має містити формалізовані побудови для верифікаційної реалізації методики. Ці побудови мають базуватися на перетині детерміновано-стохастичних (випадкових) і детермінованих ("антропогенно"-детермінованих) полів систем землекористування та/або його наслідків, перетворених за відповідними індексами антропоізації тощо, з регіоналізованими географічно-детермінованими полями фізико-географічних областей і районів України з метою оцінювання в межах останніх їхньої інтегральної міри антропоізації та аналізу чинників, що зумовили таку міру, на основі доцільних способів інтерпретації результатів.

Розробка методики за її складниками.

Загальнозмістовий складник. Згідно з вищевикладеними концептуальними засновками і було синтезувально сконструйовано семикатегорійну загальну змістову інтероперабельну категорійно-класифікаційну схему міри антропоізації ландшафтів в залежності від міри антропогенного впливу на них, заданої через відповідні рівні гемеробності, інтенсивність впливу, геоєкологічну сприятливість/несприятливість і рівні натуральності систем землекористування та/або наслідків землекористування (СЗК/НЗ), поданих через типи земельних угідь, покривів тощо. Зазначена схема, наведена в табл.1, з одного боку, є достатньо універсальною за її семикатегорійністю з огляду на чинні загальноєвропейські підходи (навіть гемеробний-3 підхід хоч і застосовує певні підкатегорії гемеробності,

на кшталт 4a – 5b, див. [1, 5, 6], втім принципово базується на семи оцінювальних категоріях). З іншого боку, ця схема, хоча й частково використовує найбільш наразі поширені підходи в 2-му й 3-му стовпчику (гемеробний-1 і гемеробний-2 згідно з [2, 5, 6]), є оригінальною як за її основним 1-м і 3-м стовпчиком, так і за власне синтезувальним і інтегруючим змістом.

Таблиця 1. Загальна змістова інтегруюча категорійно-класифікаційна схема міри антропоізації ландшафтів у залежності від заданої міри антропогенного впливу на них систем землекористування та/або його наслідків (СЗК/НЗ) (з використанням референційних узагальнювальних розробок [2, 5, 6])

Категорійний код і міра антропоізації ландшафтів	Міра антропогенного впливу систем землекористування та/або його наслідків (СЗК/НЗ):		
	рівень гемеробності та інтенсивність антропогенного впливу (за [2, 5, 6])	геоекологічна позитивність / негативність	рівень натуральності (за [5, 6])
1 – вельми незначна	агемеробний, майже відсутній вплив	вельми геопозитивні	натуральні
2 – незначна	олігогемеробний, слабкий вплив	геопозитивні	майже натуральні
3 – помірна	мезогемеробний, помірний вплив	помірно геопозитивні	напівнатуральні
4 – помірно-значна	бета-еугемеробний, помірно-сильний вплив	помірно геонегативні	відносно далекі від натуральних
5 – значна	альфа-еугемеробний, сильний вплив	геонегативні	далекі від натуральних
6 – вельми значна	полігемеробний, вельми сильний вплив	вельми геонегативні	чужі натуральним
7 – надмірна	метагемеробний, надзвичайно сильний вплив	надто геонегативні	штучні

Параметричний складник. Для концептуально передбаченого коректного математично-статистичного узагальнення розглянутих вище референційних експертних параметризацій міри антропоізації ландшафтів, було, *по-перше*, проаналізовано особливості цих параметризацій з відповідними їм рішеннями та побудовами з вибору репрезентативних параметризацій і їхньої певної трансформації, результати чого можна звести до такого.

1. Усі референційні "гемеробні" параметризації оперують єдиною семикатегорійною параметричною шкалою, зазвичай порядковою (або ранговою), за якою код певної категорії гемеробності збігається з відповідним числовим значенням рівня гемеробності, яке і застосовується для розрахунку середньовиваженого індексу гемеробності тощо (див. нашу статтю [1]). Натомість, всі референційні параметризувальні підходи концепції геоекологічно-природокористувального аналізу застосовують дві шкали (з однойменними категоріями): початково-оцінювальну та остаточно-оцінювальну. При цьому, початково-оцінювальні шкали конструктивно-географічного (12 категорій) та агрогеоекологічного (10 категорій) підходів є порядковими, а їхні остаточно-оцінювальні шкали (5 і 4 категорії відповідно) – інтервальними (точніше шкалами відношень, див. [16], а проте, для спрощення сприйняття, всі шкали відношень,

розглянуті в цій статті, ми будемо називати інтервальними з огляду на їхню структуру). Гідроінвайронментологічний же підхід оперує інтервальними шкалами, як початково-, так і остаточно-оцінювальною (12 і 7 категорій відповідно).

2. За параметрично репрезентативні для аналізу шкали міри антропоізації доцільно початково обрати шкали гемеробного-1 підходу (що "параметрично" збігається з гемеробним-3), гемеробного-2 (саме його гіпотетичну параметризацію, див. раніше, з адекватною модифікацією "ваг" категорій, починаючи з 2-ї, шляхом послідовного множення їхніх числових значень на 2, 4, 8, 10 і 15, див. [1]) та, з розрізненням їхнього змісту, остаточно-оцінювальні шкали всіх референційних підходів геоekологічно-природокористувального аналізу. При цьому, для зіставності, всі вищезгадані шкали було, за потреби, трансформовано належним чином до інтервального виду (коли єдине числове значення категорії вважалося середнім або розраховувалося як середнє тощо, причім перша категорія гемеробного-2 підходу вважалася нулем за її середнім значенням і приростом з огляду на її відсутність у вихідній шкалі авторів цього підходу, див. [4, 1]). Також було здійснено пропорційне унормування всіх шкал від 0% до 100% (це не стосувалося гідроінвайронментологічної шкали, яка у вихідному вигляді відповідала останнім критеріям, див. [8, 1]).

3. Побудови п.2 надали змогу, насамперед, зіставити як тенденції змін значень середин категорій (рис.1), так і розподіл приросту значень за категоріями (рис.2) для всіх остаточно-оцінювальних, трансформованих і унормованих, репрезентативних референційних шкал.

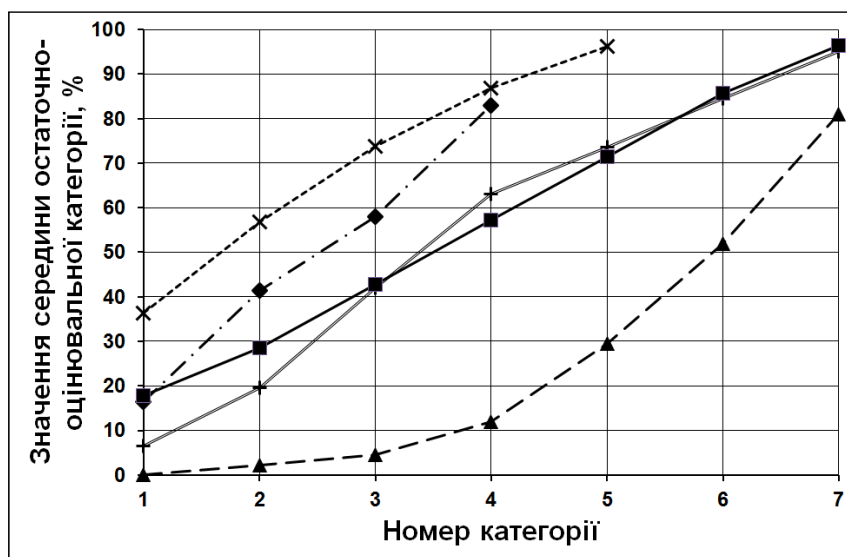


Рис.1. Зіставлення тенденцій зміни значень середин остаточно-оцінювальних категорій трансформованих до інтервальних і унормованих до 100% репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "♦" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

Так, аналіз рис.1 засвідчив, що набір досліджених наявних тенденцій зміни середньокатегорійних значень міри антропоізації представлено зростаючими *трендами*: 1) близьким до степеневому (ступінь < 1) за конструктивно-географічним підходом; 2) неоднозначно визначеним (й тому близьким до поліноміального) за гідроінвайронментологічним підходом; 3) близьким до лінійного за агрогеоекологічним підходом; 4) практично лінійним за гемеробним-1 підходом, крім першої та останньої

категорій, значення яких, відповідно, завищено або занижено у порівнянні з "лінійністю" інших через спосіб вихідної побудови і наступного перетворення цієї шкали в унормовану інтервальну (коли першим і останнім вихідними інтервалами індексу гемеробності є, відповідно, $[1,0..1,5)$ з серединою 1,25 і $[6,5..7,0]$ з серединою 6,75, а іншими – $[1,5..2,5)$ з 2,0 тощо; 5) близьким до степеневому (ступінь > 1) за гемеробним-2 підходом.

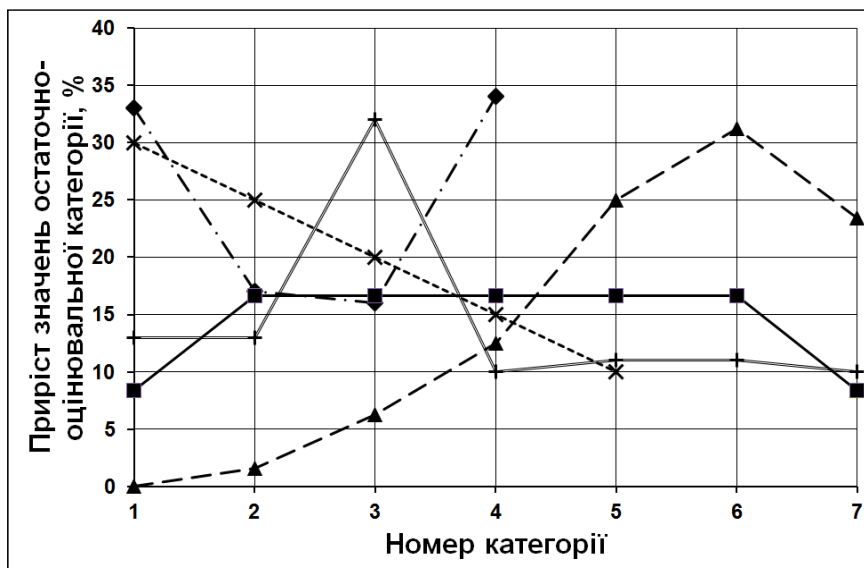


Рис.2. Зіставлення розподілу приросту значень за остаточно-оцінювальними категоріями трансформованих до інтервальних та унормованих до 100% репрезентативних референційних шкал міри антропогенізації (за підходами: символ "х" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "◆" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

Типізація ж форм розподілу приросту значень за категоріями шкал міри антропогенізації на рис.2 дозволила виявити такі *розподіли* цього приросту, як: 1) рівномірно-спадний (лінійний тренд) за конструктивно-географічним підходом; 2) близький до лівосторонньо-помірно-асиметричного (з різким переважанням приросту за 3-ю категорією) за гідроінвайронментологічним підходом; 3) U-подібний (з різким переважанням величин крайніх категорій) за агрогеоекологічним підходом; 4) симетричний за гемеробним-1 підходом, при цьому розподіл приросту за всіма інтервалами шкали є рівномірно-постійним, крім крайніх категорій, що зумовлено вже зазначеними особливостями їхньої параметризації; 5) близький до правосторонньо-помірно-асиметричного за гемеробним-2 підходом із істотним збільшенням інтервального приросту значень до передостанньої категорії включно за близьким до степеневому трендом (при цьому відносне зменшення приросту останньої категорії суперечить вихідній ідеї авторів цього пропозиційного підходу (див. [4, 1]) щодо постійного зростання "ваг гемеробності" за категоріями, що зумовлене, знову-таки, об'єктивним обмеженням приросту верхнього вихідного інтервалу всіх початково рівномірних гемеробних шкал, коли за такий інтервал править діапазон індексу гемеробності $[6,5..7,0]$).

4. Згідно з результатами аналізу рис.1-2 можна зробити проміжні висновки про те, що:

– в основу всіх початково розглянутих параметрично репрезентативних для аналізу остаточно-оцінювальних шкал міри антропогенізації покладено суто експертні

уявлення без достатнього математичного (чи математично-статистичного) обґрунтування. Це й призвело до оперування шкалами, вельми різними за кількісно-категорійним розподілом значень та градієнтами цих значень, до того ж не завжди (наприклад за конструктивно-географічним підходом) поєднаними з початково-оцінювальними шкалами;

– для наступних, коректних з математично-статистичної "точки зору", параметричних узагальнень і побудов доцільною бачиться вихідна обробка саме початково-оцінювальних шкал і саме за трьома підходами концепції геоecологічно-природокористувального аналізу. Це зумовлено як стосунком цих шкал власне до території України, так і тим, що усі гемеробні, одночасно і початково-, і остаточно-оцінювальні загально- або регіонально-європейські шкали, не є достатньо репрезентативними в зазначеному аспекті, або через завідомо рівномірний, а отже змістово малоінформативний розподіл їхніх відповідних параметрів (за гемеробним-1 і гемеробним-3 підходами), або через невідповідність параметризації її вихідній ідеї (за гемеробним-2 підходом).

За таких умов, і *по-друге*, було здійснено наступні узагальнювальні-параметричні кроки.

1. Проводилося оперування початково-оцінювальними шкалами за трьома підходами концепції геоecологічно-природокористувального аналізу, змістово й параметрично приведеними до спільного 12-категорійного та інтервального (від 0 до 100%) вигляду з визначенням середньокатегорійних (середніх для кожного інтервалу шкал) значень (за гідроінвайронментологічним підходом таких умов дотримуються одразу). При цьому порядкова шкала конструктивно-географічного підходу трансформувалася в інтервальну з використанням середньокатегорійних значень добутку рангу на індекс глибини антропогенної перетвореності. Аналогічні ж дії щодо шкали агрогеоекологічного підходу, крім розширення її до 12 категорій, застосовували середньокатегорійні значення, обернені до вихідних коефіцієнтів стабільності (екологічного значення) певних землекористувальних систем для узгодження за змістом з іншими двома підходами (у гідроінвайронментологічному використовувалися, відповідно, середньокатегорійні значення рангу антропогенної перетвореності). Унаслідок цього для всіх трьох підходів і було отримано набори значень середин зазначених 12 категорій як три емпіричні вибірки узагальненого та параметрично узгодженого між підходами відсоткового середньокатегорійного індексу антропізації $I_{\text{АНТ},k}^*$ (%). Для спрощення запису наступних побудов з маркуванням кожної i -тої категорії було також використано тотожність

$$I_{\text{АНТ},k}^*, i \equiv x_{e,i} . \quad (1)$$

2. Наступний крок полягав у рангуванні (в порядку зростання) значень трьох вищезазначених емпіричних вибірок ($x_{e,1,i}$ за конструктивно-географічним, $x_{e,2,i}$ за гідроінвайронментологічним і $x_{e,3,i}$ за агрогеоекологічним підходами), а також усереднених для трьох вибірок середньокатегорійних значень ($x_{e,*i}$) із відповідним поєднанням всіх цих значень з їхніми емпіричними ймовірностями неперевищення ($F_e(x)$ у %), визначеними за трансформованою формулою М.Чегодаєва (див. нашу працю [17]), та побудовою відповідного графіка емпіричного розподілу (рис.3), тобто

$$\{x_{e,1,i}; x_{e,2,i}; x_{e,3,i}; x_{e,*i}\} = f(F_e(x)) ; \quad (2)$$

$$F_e(x) = \{(N_i - 0,3) / (n + 0,4)\} \bullet 100\% , \quad (3)$$

де N_i – порядковий номер кожного члена x_i рангованих у порядку зростання вибірок; n – кількість членів досліджуваних вибірок (у даному випадку $n=12$).

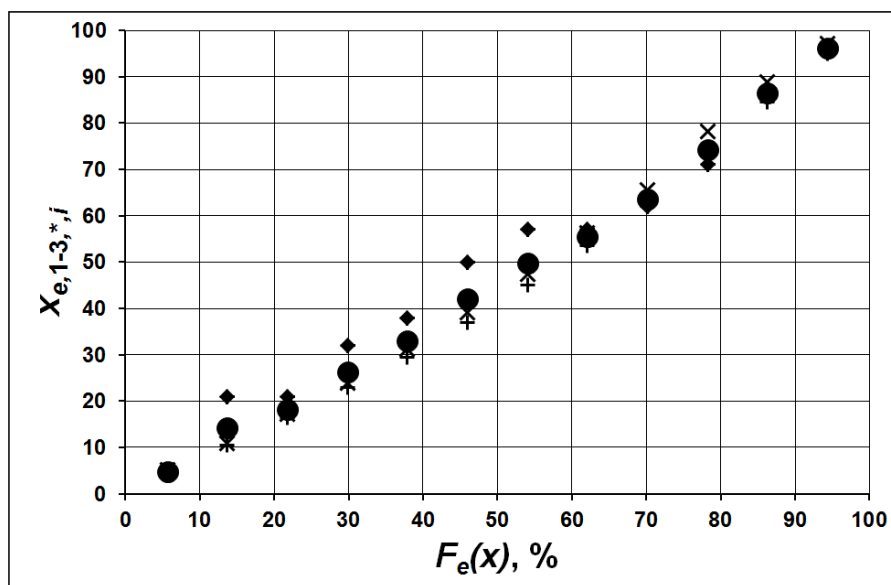


Рис.3. Графіки емпіричного розподілу значень середин початково-оцінювальних категорій репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним ($x_{e,1,i}$); символ "+" – гідроінвайронментологічним ($x_{e,2,i}$); символ "♦" – агрогеоекологічним ($x_{e,3,i}$); символ "•" – за усередненими для трьох вибірок середньокатегорійними значеннями ($x_{e,*},i$); $F_e(x)$ за формулою (3))

3. Надалі побудований в п.2 усереднений емпіричний розподіл $x_{e,*},i$ (з визначеними для нього параметрами: середнє арифметичне $x^* = 47,2\%$ і коефіцієнт варіації $C_{v,x,e} = 0,63$) було запроксимовано логнормальним законом розподілу із застосуванням графоаналітичного методу та програмного модуля "НІЦ ВЕМОВ" (див. [17]) та отриманням вже теоретичного розподілу $x = f(F(x))$ (де $F(x)$ – теоретична ймовірність неперевикнення) з параметрами: коефіцієнт скошеності $S_x = 0,12$ і коефіцієнт асиметрії $C_{s,x} = 0,43$ (див. далі рис.4).

4. Для отриманого в п.3 узагальненого теоретичного розподілу зазначених індексів антропоізації $x = f(F(x))$ було застосовано прийом заданого квантування (поділу на рівні частини) розподілу, а саме септильного (7-кратного) його квантування (параметризації). Це відповідало поставленій меті переходу від вихідного теоретичного 12-категорійного розподілу до бажаного для нас 7-категорійного розподілу, адекватного універсальній та об'єктивно визначеній 7-категорійній шкалі міри антропоізації ландшафтів, яка, згідно з вищевикладеним, буде одночасно і початково-, і остаточно-оцінювальною. За таких умов було наслідково розраховано значення 7-ми септилів (7-кратних квантилів, див. [17], тобто значень x для 7-ми заданих $F(x)$, від $F(x) \approx 14,3\%$ до $F(x) = 100\%$, з можливістю додаткового розгляду і 8-го, т.зв. "нульового" септиля). Такі септили (x_{SEPT}) одночасно правлять і за межі, нижні та/або верхні, 7-ми септильних інтервалів ($x_{SEPT,L(H)}$ з адекватними їм ймовірностями неперевикнення $F(x_{SEPT,L(H)})$) з ототожненням цих інтервалів із вищезгаданими 7-ма категоріями міри антропоізації. Крім того, як і раніше, можна оперувати значеннями середин септильних інтервалів (категорій міри антропоізації) x_{SEPT}^* з їхніми ймовірностями неперевикнення $F(x_{SEPT}^*)$ (див. детальну інтерпретацію всіх цих побудов на рис.4 і у табл.2).

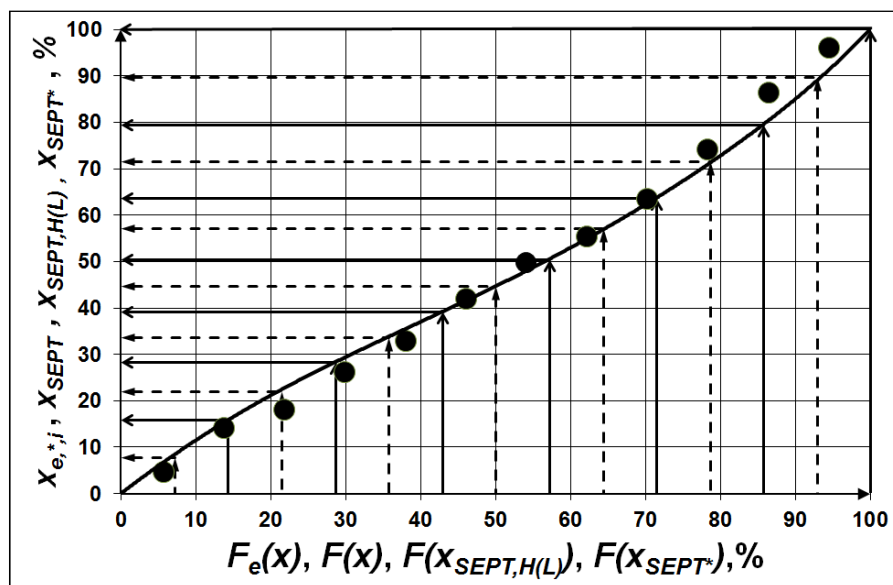


Рис.4. Апроксимація логнормальним законом усередненого емпіричного розподілу $x_{e,i}$ з рис.3 з визначенням меж (власне септилів) та значень середин септильних інтервалів (категорій міри антропоізації) теоретичного розподілу (●●● – точки емпіричного розподілу $x_{e,i}$ з $x^* = 47,2\%$ і $C_{v,x,e} = 0,63$, див. рис.3; суцільна крива – графік функції логнормального розподілу x при $S_x = 0,12$ і $C_{s,x} = 0,43$ ($F(x)$ – теоретична ймовірність неперевикнення); суцільні перпендикуляри – межі септильних інтервалів (власне септили $x_{SEPT,L(H)}$) з ймовірностями неперевикнення $F(x_{SEPT,L(H)})$; пунктирні перпендикуляри – значення середин септильних інтервалів x_{SEPT}^* з ймовірностями неперевикнення $F(x_{SEPT}^*)$)

Таблиця 2. Септильно параметризована шкала міри антропоізації ландшафтів (див. рис.4 і (4)-(5))

Код септильного інтервалу (код категорії міри антропоізації за табл.1)	Діапазони ймовірностей неперевикнення $F(x)$ в межах септильних інтервалів (категорій міри антропоізації) від нижньої до верхньої межі $\{F(x_{SEPT,L})... F(x_{SEPT,H})\}$, %	Діапазони x (категорійні діапазони значень індексу антропоізації) від нижньої до верхньої межі $\{(x_{SEPT,L})... (x_{SEPT,H})\}$, %	Ймовірність неперевикнення середин септильних інтервалів (категорій міри антропоізації) $F(x_{SEPT}^*)$, %	Значення середин септильних інтервалів (категорій міри антропоізації) x_{SEPT}^* , %
1	(0...14,3]	(0...15,8]	7,1	7,9
2	(14,3...28,6]	(15,8...28,3]	21,4	22,1
3	(28,6...42,9]	(28,3...39,2]	35,7	33,7
4	(42,9...57,1]	(39,2...50,4]	50,0	44,8
5	(57,1...71,4]	(50,4...63,7]	64,3	57,1
6	(71,4...85,7]	(63,7...79,5]	78,6	71,6
7	(85,7...100)	(79,5...100]	92,9	89,8

Зазначимо також, що за аналогічними підходами можна отримати і додаткові, відповідні табл.2, параметри для заданих субкатегорій міри антропоізації, які, наприклад, використовуються частково далі згідно з гемеробним-3 підходом (див.

[1, 4, 5]). Зокрема, для субкатегорій 4a, 4b, 5a і 5b цього підходу діапазони x і значення середин септильних інтервалів відповідно становитимуть: $\{(X_{SEPT,L})... (X_{SEPT,H})\}$, % – для 4a (39,2...44,8]; для 4b (44,8...50,4]; для 5a (50,4...57,1] і для 5b (57,1...63,7]; а X_{SEPT}^* , % – для 4a 42,0; для 4b 47,6; для 5a 53,8 і для 5b 60,4.

5. Обґрунтовані й отримані в п.1-4 результати щодо змодельованої нами шкали міри антропоізації ландшафтів (див. рис.4, табл.2) дають змогу детально зіставити їх з аналогічними рішеннями вже розглянутих раніше на рис.1-2 остаточно-оцінювальних репрезентативних референційних шкал цієї міри. Для більш унаочнювального такого зіставлення всі категорії на наступних рисунках було теж призведено до 100%, тобто за 100% приймалося значення останньої категорії, відповідно 4-ї, 5-ї або 7-ї. Власне результати зазначеного зіставлення наведено на рис.5-10 (див. додатково і результати аналізу рис.1-2) із стислим їхнім текстовим коментарем.

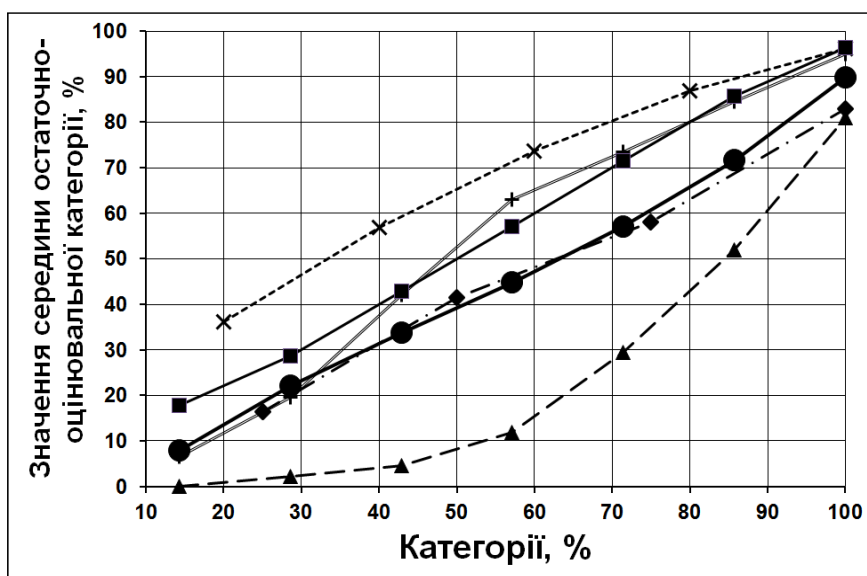


Рис.5. Зіставлення тенденцій зміни значень середин остаточно-оцінювальних категорій змодельованої за рис.4 і табл.2 (символ "•") і репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "х" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "♦" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

Так, рис.5 засвідчує, що, з огляду на тенденції зміни середньокатегорійних значень, змодельована нами шкала міри антропоізації займає середнє положення щодо репрезентативних референційних шкал. Утім при цьому вона, згідно з вищерозглянутим способом побудови (септильного квантування апроксимованих усереднених початково-оцінювальних шкал підходів концепції геоекоекологічно-природокористувального аналізу), ніяким чином не поєднана з жодною з інших остаточно-оцінювальних шкал рис.5, тобто сконструйована незалежно від них. Тенденція змодельованої шкали рис.5 є близькою до зростаючого лінійного тренду та більш упорядкованою в зіставленні з агрогеоекологічним підходом. А проте, на відміну вже від гемеробного-1 підходу, останнє значення цієї шкали є дещо завищеним на тлі "близької до лінійної" зміни інших значень, що свідчить про більшу "вагу" 7-ї категорії, яка відображає в табл.1 вплив надто геонегативних землекористувальних систем.

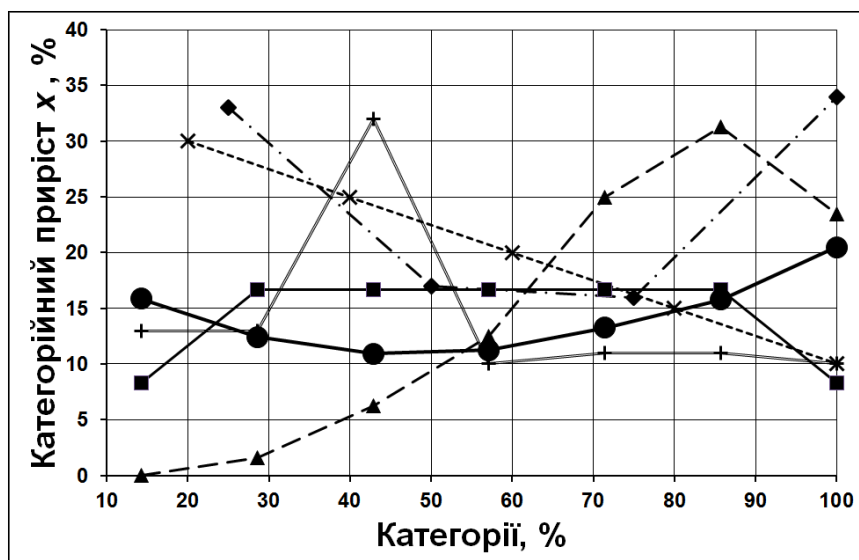


Рис.6. Зіставлення розподілу приросту значень за остаточно-оцінювальними категоріями змодельованої за рис.4 і табл.2 (символ "●") і репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "◆" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

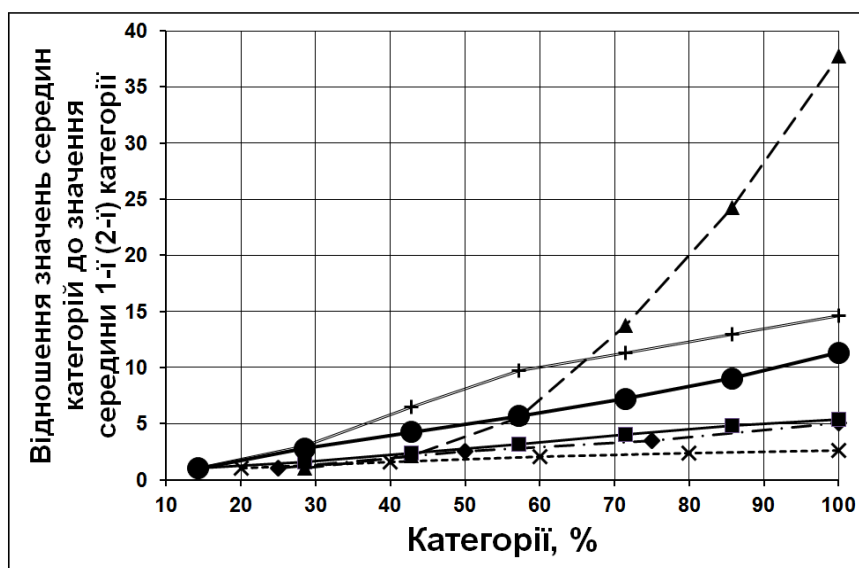


Рис.7. Зіставлення відношень значень середин остаточно-оцінювальних категорій до значення середини 1-ї (2-ї за гемеробним-2) категорій змодельованої за рис.4 і табл.2 (символ "●") і репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "◆" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

Згідно з рис.6, змодельований нами розподіл категорійного приросту за формою нагадує U-подібний, що частково споріднює його з цим розподілом за агроекологічним підходом. Утім, на відміну від останнього, наш розподіл не має таких різких відмінностей між крайніми та середніми його значеннями. Саме це засвідчує збільшену "вагу" як початкової (з вельми геопозитивними СЗК/НЗ), так і,

більшої мірою, останньої (з надто геонегативними системами) категорій міри антропоізації за табл.1, причім до 3-ї категорії розподіл приросту підпорядковується спадному, а після 3-ї – зростальному тренду.

Ще більш показовими є побудовані на рис.7 відношення значень середин категорій до значення середини 1-ї (2-ї щодо гемеробного-2 підходу). Згідно з тенденціями зміни цих відношень, з одного боку, більшість референційних підходів відзначаються наявністю або незначних за градієнтом, близьких до лінійної зростальних тенденцій, або явно надмірно градієнтно завищеною експоненційною тенденцією (за гемеробним-2 підходом). З іншого боку, на тлі щойно зазначеного, залежність рис.7, побудована за змодельованою нами шкалою, усталено, послідовно і достатньо вагомо збільшує значущість кожної наступної категорії міри антропоізації в порівнянні з вихідною категорією (тобто відтворює нелінійне зростання "ваги" кожної категорії з менш геопозитивними або більш геонегативними системами землекористування). До речі, ця залежність вельми непогано апроксимується степеневим трендом з коефіцієнтом достовірності апроксимації $R^2=0,994$.

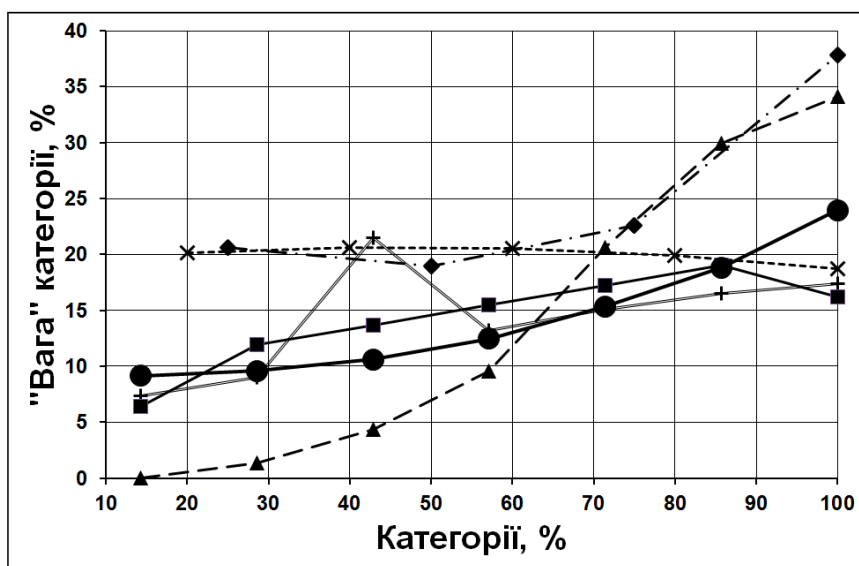


Рис.8. Зіставлення "ваг" остаточно-оцінювальних категорій змодельованої за рис.4 і табл.2 (символ "●") і репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "◆" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

Якщо подати "ваги" категорій досліджуваних шкал міри антропоізації як унормовану до 100% суму відсоткового категорійного приросту та середньокатегорійних значень, теж призведених до 100%, то відповідне зіставлення тенденцій зміни цих "ваг" (рис.8), зумовлює такі міркування. Лише тенденція, отримана за змодельованою нами шкалою, демонструє послідовне і чітко визначене збільшення зазначених "ваг" за близьким до експоненційного трендом з $R^2=0,96$ (натомість тренд за гемеробним-2 підходом знову-таки явно завищений за градієнтами і є складним для апроксимації). До того ж, якщо визначити відношення суми "ваг" 1-3-ї категорій (що відповідають впливу геопозитивних землекористувальних систем за табл.1) до суми "ваг" 4-7-ї категорій (адекватних впливу геонегативних СЗК/НЗ за табл.1), то таке відношення становитиме: 0,47 за

шкалою гемеробного-1 підходу, що засвідчує паритетну значущість впливу геопозитивних і геонегативних систем; 0,42 за змодельованою нами шкалою, що надає дещо більшу значущість впливу геонегативних систем, і 0,06 за шкалою гемеробного-2 підходу, що загалом є нонсенсом (більш детально й коректно цей аспект буде досліджено далі).

Зіставлення, наведені на рис.9, ще більш чітко свідчать на користь міркувань щодо попереднього рис.8. При цьому тенденцію зміни відношень "ваг" категорій до "ваги" початкової категорії за нашою шкалою можна добре за достовірністю (див. [17]) апроксимувати саме експоненційним (а не, наприклад, степеневим) трендом з $R^2=0,962$. Математично-статистичну узгодженість змодельованих нами рішень підтверджує і рис.10.

У цілому, всі подані вище на рис.5-10 зіставлення та їхній аналіз доводять правомірність, об'єктивний характер і математично-статистичну коректність проведеного в цій праці початкового узагальнення експертних оцінювань і остаточної септильної параметризації шкали міри антропоізації ландшафтів. Такі рішення, до того ж, реалізували відзначену в нашій праці [1] потребу в розробці нерівномірної за межами категорій шкали міри антропоізації, де збільшення значущості цих категорій за відображенням антропогенного впливу землекористувальних систем буде підпорядковане нелінійній прогресії. Тобто, було реалізовано тезу "більший рівень геоекологічної негативності (штучності) систем землекористування спричинює стале нелінійне збільшення оцінювальної "ваги" категорій цих систем в загальній схемі міри антропоізації за табл.1".

Ця теза має і змістове підґрунтя, зважаючи на структурно-функціональні та процесні особливості та наслідки впливу землекористувальних систем на ландшафти, розглянуті в низці публікацій, узагальнених в нашій статті [1].

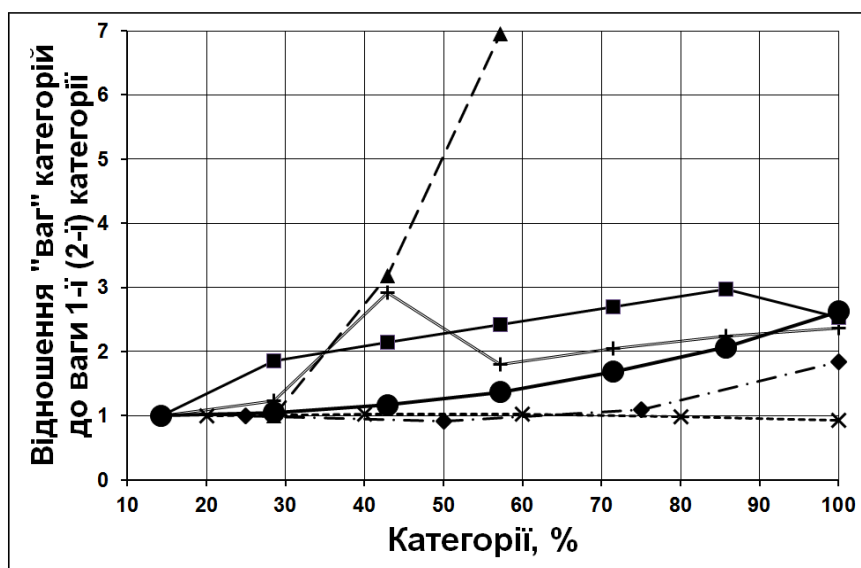


Рис.9. Зіставлення відношень "ваг" остаточно-оцінювальних категорій до "ваги" 1-ї (2-ї за гемеробним-2) категорій змодельованої за рис.4 і табл.2 (символ "●") і репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "◆" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

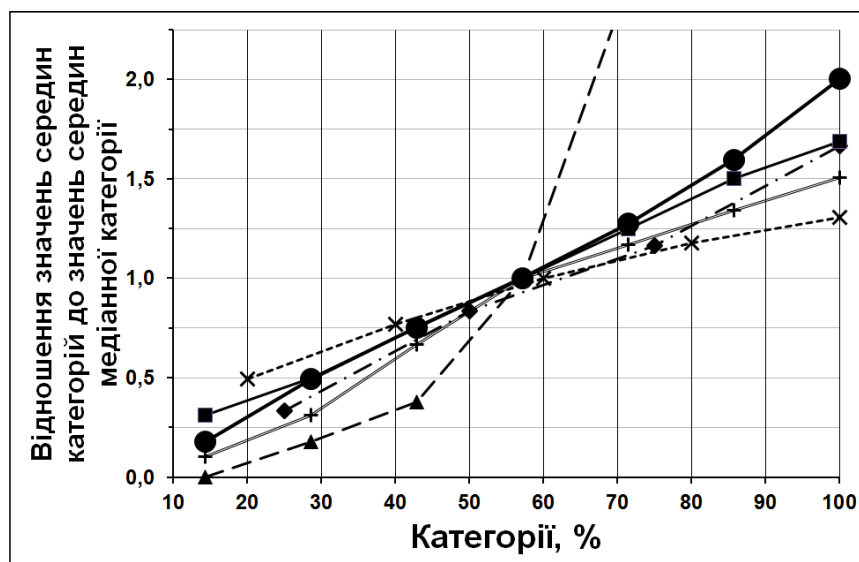


Рис.10. Зіставлення відношень середин категорій до значень середин медіанної категорії змодельованої за рис.4 і табл.2 (символ "●") і репрезентативних референційних шкал міри антропоізації (за підходами: символ "x" – конструктивно-географічним; символ "+" – гідроінвайронментологічним; символ "◆" – агрогеоекологічним; символ "■" – гемеробним-1; символ "▲" – гемеробним-2)

Логіко-математичний складник. Ураховуючи концептуальні засади та попередні здобутки цієї праці (табл.1-2 тощо), узагальнення нашої статті [1] щодо вітчизняного та зарубіжного досвіду землекористування, зокрема й стосовно чинних в Україні нормативно-методичних документів із категорювання земельних ресурсів за видами земельних угідь і основним цільовим призначенням земель ([18, 19, 20]), а також класифікацію земельних покривів *CORINE Land Cover* (класифікацію *CLC*) ([1, 21]), **першим інструментом** логіко-математичного складника методики стала синтезувально розроблена нами генералізована шкала міри антропоізації суходільних ландшафтів України, наведена в табл.3. Ця шкала:

1) узагальнена за обраними нами референційними концепціями/підходами (див. початок статті) та параметризує, з огляду на шкалу табл.2, міру антропоізації ландшафтів, спричиненої різними системами землекористування та/або його наслідків (СЗК/НЗ) 1-го та 2-го рівнів;

2) стосується суходільних ландшафтів, умовно включаючи в неї й болота та заболочені землі, і є змістово регіоналізованою для землекористувальних систем зон мішаних і широколистяних лісів та лісостепу (як регіону майбутньої першочергової верифікаційної реалізації методики, див. далі), хоча багато СЗК/НЗ, а отже і сама шкала за ними, є універсальними і для інших регіонів;

3) орієнтуючись на семикатегорійну структуру (за табл.1-2), використовує логічну відповідність категорійності певних СЗК/НЗ 12-категорійних початково-оцінювальних шкал (за трьома підходами концепції геоecологічно-природокористувального аналізу) категорійності землекористувальних систем 7-категорійних шкал (за "гемеробними" підходами). Для досягнення такої відповідності застосовувалося адекватне співвіднесення міри антропогенного впливу за табл.1 і змісту категорій остаточно-оцінювальних "геоecологічно-природокористувальних" шкал тощо;

4) оперує такими параметрами, як:

а) $U_{АНТ}$ – усереднений (для заданої СЗК/НЗ) індекс антропоізації (у %), розрахований як середнє з набору середньокатегорійних індексів антропоізації (як значень середин септильних інтервалів X_{SEPT}^* за табл.2), відповідних набору категорій міри антропоізації за різними підходами для певної СЗК/НЗ за табл.3. Тобто, наприклад, набір категорій міри антропоізації за табл.3 для рекреаційно-оздоровчої системи 1-го рівня виглядає як 4-та, 5-та, 6-та, 7-ма і, знову, 6-та категорії, а отже, адекватним набором середньокатегорійних індексів антропоізації за табл.2 будуть такі відсотки, як 44,8; 57,1; 71,6; 89,8 і 71,6, середнє з яких (67%) і визначить відповідний $U_{АНТ}$ в табл.3;

б) $U_{КАНТ}$ – усереднена за розрахованим за а) $U_{АНТ}$ категорія міри антропоізації, отримана з 1-го стовпчика табл.2 за підставленим в її 3-й стовпчик $U_{АНТ}$;

в) $ДКАНТ$ – узагальнений діапазон можливих категорій певної СЗК/НЗ за всіма референційними підходами;

5) рангована щодо структурно однорідних I-XI-ї землекористувальних систем 1-го рівня в порядку зростання усередненого індексу антропоізації цих систем ($U_{АНТ}$) (графічна інтерпретація – на рис.11) з окремим "нерангованим" додаванням ще двох комбінованих першорівневих систем, а саме XII-ї (територій з відсутньою або незначною рослинністю) та XIII-ї (гетерогенних і інших систем). Зрозуміло, що для "доданих" систем відповідні усереднення категорійних параметрів першого рівня не мають сенсу.

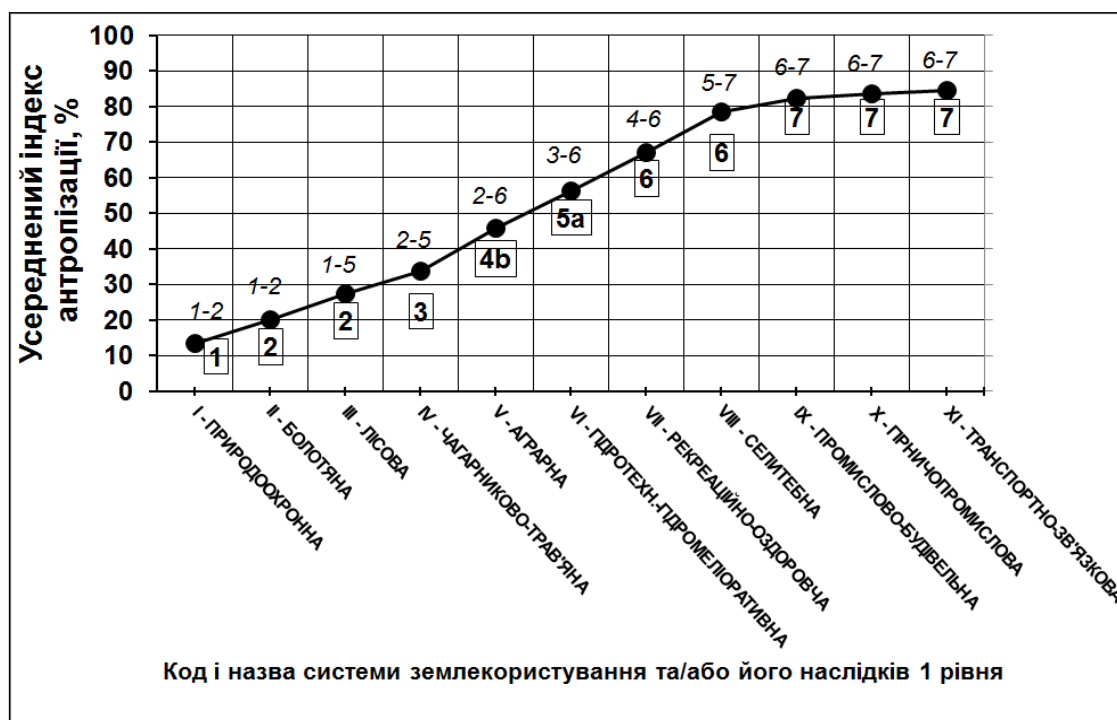


Рис.11. Графічна інтерпретація генералізованої шкали міри антропоізації суходільних ландшафтів України, спричиненої системами землекористування та/або його наслідків 1-го рівня, за табл.3 (рангування в порядку зростання усередненого індексу антропоізації систем $U_{АНТ}$; курсивом – узагальнений діапазон можливих категорій певної системи $ДКАНТ$; у рамці – усереднена за $U_{АНТ}$ категорія міри антропоізації певної системи $U_{КАНТ}$; див. також табл.1-2)

Таблиця 3. Генералізована шкала міри антропоізації суходільних ландшафтів України, спричиненої різними системами землекористування та/або його наслідків (СЗК/НЗ) 1-го та 2-го рівнів, узагальнена за референційними концепціями/підходами (ДКАНТ – узагальнений діапазон можливих категорій; УІАНТ – усереднений індекс антропоізації, %; УКАНТ – усереднена за УІАНТ категорія міри антропоізації)

Код і назва систем землекористування та/або його наслідків (СЗК/НЗ) 1-го та 2-го рівнів	Категорії міри антропоізації, спричиненої СЗК/НЗ, за концепціями ([2, 4, 5, 7, 8, 9-15]):						ДКАНТ / УІАНТ, %/ УКАНТ
	гемеробності (актуально- потенційного аналізу) за підходами:			геоекологічно- природокорис- тувального аналізу за підходами:			
	ГБ-1	ГБ-2	ГБ-3	КГ	ГІ	АГ	
I – природоохоронна	–	–	1	1-2	1-2	–	1-2 / 13,6% / 1
II – болотяна (боліт і заболочених земель)	2	2	2	2	2	1-2	1-2 / 20,0% / 2
III – лісова (лісогосподарська), зокрема:	2-3	2-3	1-5a	2	1-2	1-2, 5	1-5 / 27,3% / 2
III.1 – широколистяно-лісова	2	2	1-5a	2	1-2	1-2, 5	1-5 / 26,4% / 2
III.2 – хвойно-лісова	2-3	3	1-5a	2	1-2	1-2, 5	1-5 / 27,7% / 2
III.3 – мішано-лісова	2-3	3	1-5a	2	1-2	1-2, 5	1-5 / 27,7% / 2
IV – чагарниково-трав'яна (чагарникової та трав'яної натуральної рослинності)	3	2	2	–	–	5	2-5 / 33,7% / 3
V – аграрна (сільськогосподарська), зокрема:	3-5	2-4	2-5b	3-5	3-5	2-6	2-6 / 45,8% / 4b
V.1 – лук і пасовищ	3-4	2-3	2-4b	3-4	3-4	2-3	2-4 / 35,2% / 3
V.2 – сіножатей	3-4	2-3	2-4b	3-4	3-4	3-4	2-4 / 36,8% / 3
V.3 – хмільників, квітників тощо	–	–	4a-5a	5	4	4	4a-5 / 48,4% / 4b
V.4 – ягідників	5	5	4a-5a	5	4	–	4a-5 / 51,4% / 5a
V.5 – садів	5	5	4a-5a	5	4	5	4a-5 / 52,1% / 5a
V.6 – виноградників	5	5	4a-5a	5	4	5-6	4a-6 / 54,2% / 5a
V.7 – ріллі та перелогів	5	4	4b-5b	5	5	5-6	4-6 / 56,3% / 5a
VI – гідротехнічно- гідромеліоративна, зокрема:	4-5	3-4	4a-5b	6	6	–	3-6 / 56,3% / 5a
VI.1 – осушувально- зволожувальна	4-5	3-4	4a-5b	6	6	–	3-6 / 52,8% / 5a
VI.2 – осушувальна	5	–	5b	6	6	–	5-6 / 65,2% / 6
VII – рекреаційно-оздоровча	4-5	6-7	6	–	–	–	4-6 / 67,0% / 6
VIII – селитебна, зокрема:	6-7	7	7	5-6	5-6	6-7	5-7 / 78,6% / 6
VIII.1 – сільської (дискретної) забудови	6	7	7	5	5	6-7	5-7 / 75,2% / 6
VIII.2 – міської та селищної міського типу (суцільної) забудови	7	7	7	6	6	6-7	6-7 / 82,0% / 7
IX – промислово-будівельна (промислових і/чи будівельних об'єктів)	6-7	6-7	6-7	7	7	6-7	6-7 / 82,5% / 7
X – гірничопромислова	6	7	6	7	7	7	6-7 / 83,7% / 7
XI – транспортно-зв'язкова (об'єкти транспорту та зв'язку)	7	7	7	6	7	6-7	6-7 / 84,6% / 7
XII – без(рідко)рослинна (територій з відсутньою або незначною рослинністю), зокрема:	–	–	–	–	–	–	–

Продовження табл.3

XII.1 – оголених скель (оголених виходів і відслонень гірських порід)	1	2	1	–	–	–	1-2 / 12,6% / 1
XII.2 – пісків	2	–	2	–	–	–	2 / 22,1% / 2
XII.3 – рідкорослинна (територій з рідкою (розкиданою) рослинністю)	3	2	2	–	–	–	2-3 / 26,0% / 2
XII.4 – згарищ	3	–	5a	–	–	–	3,5a / 43,8% / 4a
XIII – гетерогенні та інші системи, зокрема:	–	–	–	–	–	–	–
XIII.1 – перехідна лісо-чагарниково-трав'яна (перехідної лісо-чагарниково-трав'яної рослинності)	3	2	2	–	–	–	2-3 / 26,0% / 2
XIII.2 – аграрно-лісова	–	–	3-4b	–	–	–	3-4b / 41,1% / 4a
XIII.3 – аграрна-натурально-рослинна (агроугідь з істотними площами натуральної рослинності)	4	4	4a-5a	–	–	–	4-5a / 47,1% / 4b
XIII.4 – аграрно-комплексна (комплексних агроугідь)	5	4	4a-5a	–	–	–	4-5 / 49,1% / 4b

Особливості застосування шкали за табл.3 (надалі, скорочено, генералізованої шкали), у т.ч. насамперед під час створення на її основі конкретної робочої шкали міри антропоізації (надалі робочої шкали), адекватної доступному для цього геоінформаційному базису, полягають у тому, що:

1) параметрами робочої шкали можуть бути безпосередньо вищерозглянуті та інтероперабельні за отриманням усереднена категорія $УКА_{АНТ}$ та індекс антропоізації $УІ_{АНТ}$ останньої, коли, наприклад, природоохоронна система за табл.3 буде використовуватися лише на першому рівні з присвоєнням їй 1-ї категорії міри антропоізації з параметром $УІ_{АНТ} = 13,6\%$;

2) існує можливість широкого вибору варіантів модифікації параметрів генералізованої шкали в параметри робочої шкали, зокрема таких варіантів, як:

а) застосування узагальненого діапазону можливих категорій $ДКА_{АНТ}$ та середньокатегорійних індексів $Х_{SEPT}^*$ кожної категорії за табл.2. Наприклад, можна вирізнити у вищезгаданій природоохоронній системі за табл.3 дві системи вже другого рівня (перша – природних і біосферних заповідників, друга – заповідних урочищ) з відповідним віднесенням цих систем до 1-ї категорії з $Х_{SEPT}^* = 7,9\%$ та до 2-ї категорії з $Х_{SEPT}^* = 22,1\%$;

б) поділ певної системи за табл.3 на її системи нижчого рівня з відповідним поділом категорійного діапазону індексу антропоізації цієї системи (третій стовпчик табл.2), адекватного її $УКА_{АНТ}$ або $ДКА_{АНТ}$, на субкатегорії. Наприклад, можна в селитебній системі 2-го рівня (VIII.1 за табл.3 з $УКА_{АНТ} = 7$ та $ДКА_{АНТ} = 6-7$) вирізнити нехай шість систем 3-го рівня за діапазонами кількості жителів селищ міського типу та міст з відповідним 6-кратним розподілом діапазону (79,5...100] або, спільно, діапазонів (63,7...79,5] та (79,5...100] за табл.2. Аналогічним чином можна параметризувати, наприклад, поділ другорівневої системи V.3 за табл.3 на окремі її системи 3-го рівня (зокрема, систему хмільників і систему квітників) тощо;

в) агрегація певних систем 2-го рівня за табл.3 з відповідною агрегацією їхніх індексів антропоізації. Наприклад, можна об'єднати другорівневі системи садів і виноградників в одну систему і, з огляду, що для обох систем $УКА_{АНТ} = 5a$, присвоїти цій об'єднаній системі $Х_{SEPT}^* = 53,8\%$ тощо;

г) використання спеціально визначеної категорії з можливого їхнього діапазону $ДКА_{АНТ}$ за табл.3. Наприклад, з огляду на підкріплену фактичними даними ступінь

інтенсивності використання системи лук і пасовищ (V.1 за табл.3) їй може бути надано або 2-гу (за практичної відсутності використання), або 3-тю (за екстенсивного використання), або 4-ту категорію (за інтенсивного використання) (аналогічно до [5, 6]) і т.ін. Схожі рішення може бути прийнято й у випадку невідповідності конкретних землекористувальних систем обраним атрибутам біотичних і абіотичних компонентів реальних ландшафтів (див. [1]). Наприклад, категорію міри антропоізації землекористувальної системи ріллі (V.7 за табл.3) за її $UK_{АНТ} = 5a$ може бути "погіршено" до 6-ї категорії або для розораних лісових ландшафтів (з додатковим урахуванням типу лісів), або для розораних схилів з великим похилом тощо;

д) застосування інтегрованих за а) – г) і інших варіантів, за всіх умов експертно обґрунтованих;

3) окремим завданням для розв'язання є способи параметризації систем землекористування за табл.3 у випадку їхньої "хоричної" або "топічної" комбінації (накладання). При цьому випадок "хоричної" комбінації вже частково розглядався на прикладі поєднання систем садів і виноградників. Натомість, параметризація накладання певних систем землекористування має стати предметом окремого розгляду під час розробки конкретної робочої шкали міри антропоізації з метою визначення домінантних при накладанні систем тощо (очевидним за таких умов буде визнання певних складників природоохоронної системи домінантними);

4) в усіх випадках генералізована шкала за табл.3 або будь-які її робочі модифікації мають оцінювально оперувати середньовиваженим (за площами відповідних землекористувальних систем) індексом антропоізації суходільних ландшафтів ($I_{АНТ}^{**}$, %) певного об'єкта дослідження за формулою

$$I_{АНТ}^{**} = \sum_{i=1}^n I_{АНТ,P,i} \bullet S_i, \quad (4)$$

де $I_{АНТ,P,i}$ – розрахунковий індекс антропоізації, який є частковим для i -тої розрахункової системи землекористування (СЗК/НЗ) об'єкта дослідження і визначається за табл.3 або її робочими модифікаціями; S_i – загальна частка площі цієї системи з $I_{АНТ,P,i}$ (в частках одиниці, за яку править загальна площа суходільних ландшафтів досліджуваного об'єкта); n – кількість розрахункових систем землекористування в межах об'єкта дослідження.

Зрозуміло, що відповідно до вищевикладеного, за розрахунковий індекс антропоізації в (4) можна приймати параметри згідно із записом

$$I_{АНТ,P,i} \equiv X_{SEPT}^*; I_{АНТ,P,i} \in \{(X_{SEPT,L}) \dots (X_{SEPT,H})\}; I_{АНТ,P,i} \equiv U_{АНТ} \text{ тощо.} \quad (5)$$

Згідно з концептуальними засадами цієї праці за **другий інструмент** логіко-математичного складника методики мають правити шкали міри антропоізації вже аква-теральних ландшафтів, спричиненої відповідними їм системами землекористування, насамперед водокористування. У цьому аспекті слід ще раз зазначити, що через складність проблеми водні об'єкти суходолу з їхніми береговими зонами (берегами) потребують детальної розробки окремих специфічних підходів і шкал оцінювання міри їхньої антропоізації. При цьому, для натуральних і штучних водойм (озер, лиманів, водосховищ та неруслових ставків), включаючи їхні берегові зони, це є завданням майбутнього, розв'язання якого має базуватись на підвалинах гідроінвайронментології та гідроекології (див. наші праці [22, 23, 24, 8] та ін.).

Таблиця 4. Шкала міри антропоізації аква-теральних ландшафтів русла (ложа) і берегів натуральних і штучних водотоків, у т.ч. з ставками на них, в залежності від варіантів антропогенного впливу на ландшафти та/або його наслідків чи відсутності, заданих через варіанти безпідпірної або підпірної каналізації русла і берегів (наша модифікація на основі [8]; (0...15,8] ... (79,5-100] – категорійні діапазони індексу антропоізації $I_{АНТ,К,АТ,i}$ $\{(I_{АНТ,К,АТ,L}) \dots (I_{АНТ,К,АТ,H})\}$ та його середньокатегорійні значення $I_{АНТ,К,АТ}^*$ у %, див. (6) і табл.1-2)

Категорійний код і міра антропоізації аква-теральних ландшафтів і діапазони $I_{АНТ,К,АТ,i}$ та його $I_{АНТ,К,АТ}^*$, %	Коди та варіанти антропогенного впливу (безпідпірної або підпірної каналізації) на ландшафти русла (ложа) і берегів натуральних і штучних водотоків, у т.ч. з ставками на них
1 – вельми незначна антропоізація (0...15,8]; 7,9	I – русло й береги, штучно не спрямлені та/або поглиблені й нетрансформовані гідротехнічними спорудами, та без штучного підпору водотоку (з розташуванням в межах природних і біосферних заповідників і заповідних урочищ)
2 – незначна антропоізація (15,8...28,3]; 22,1	II – русло й береги, штучно не спрямлені та/або поглиблені й нетрансформовані гідротехнічними спорудами, та без штучного підпору водотоку (з розташуванням поза межами природних і біосферних заповідників і заповідних урочищ)
3 – помірна антропоізація (28,3...39,2]; 33,7	III.1 – штучно трансформовані береги з руслом, штучно не спрямленим і/або поглибленим і нетрансформованим гідротехнічними спорудами; III.2 – загачений водотік (у т.ч. його підперте незаблоковане гирло) з не спрямленим (поглибленим) руслом і штучно нетрансформованими берегами; III.3 – підперте заблоковане гирло водотоків з не спрямленим (поглибленим) руслом і штучно нетрансформованими берегами
4 – помірно-значна антропоізація (39,2...50,4]; 44,8	IV.1 – штучно спрямлене та/або поглиблене русло, нетрансформоване гідротехнічними спорудами, з штучно нетрансформованими берегами; IV.2 – загачений водотік (у т.ч. його підперте незаблоковане гирло) зі спрямленим (поглибленим) руслом і штучно нетрансформованими берегами; IV.3 – підперте заблоковане гирло водотоків зі спрямленим (поглибленим) руслом і штучно нетрансформованими берегами
5 – значна антропоізація (50,4...63,7]; 57,1	V.1 – штучно спрямлене та/або поглиблене русло, нетрансформоване гідротехнічними спорудами, з штучно трансформованими берегами; V.2 – загачений водотік (у т.ч. його підперте незаблоковане гирло) зі спрямленим (поглибленим) руслом і штучно трансформованими берегами; V.3 – підперте заблоковане гирло водотоків зі спрямленим (поглибленим) руслом і штучно трансформованими берегами; V.4 – русловий ставок-загата з нетрансформованим ложем;
6 – вельми значна антропоізація (63,7-79,5]; 71,6	VI.1 – русло й береги, штучно спрямлені гідротехнічними спорудами відкритого типу (каналами, колекторами тощо); VI.2 – русловий відкритий підпірний ставок-накопичувач
7 – надмірна антропоізація (79,5-100]; 89,8	VII.1 – русло й береги, штучно спрямлені гідротехнічними спорудами закритого типу (тунелями тощо); VII.2 – русловий закритий підпірний ставок-накопичувач; VII.3 – русловий, нерусловий або комбінований підпірний і/або напірний канал, водовід тощо з трансформованим ложем

Натомість для ландшафтів натуральних і штучних водотоків (річок і струмків, каналів і водоводів тощо), а також руслових ставків на них, включаючи береги цих об'єктів, наразі можна взяти за основу наші праці стосовно оцінки підвиди гідромережної фазово-етологічної стійкості (насамперед монографію [8]) та модифіковано запропонувати в першому наближенні відповідний індекс і шкалу міри антропоізації в залежності від наявності чи відсутності варіантів антропогенного впливу на ці ландшафти (як безпідпірної або підпірної каналізації) та/або наслідків такого впливу (табл.4).

Аналогічно до шкали за табл.3, шкала за табл.4 теж має оперувати середньовиваженим індексом антропоізації але вже аква-теральних ландшафтів ($I_{АНТ,АТ^{**}}$, %) певного об'єкта дослідження з визначенням цього індексу як

$$I_{АНТ,АТ^{**}} = \sum_{i=1}^n I_{АНТ,АТ,P,i} \cdot l_i, \quad (6)$$

де $I_{АНТ,АТ,P,i}$ – розрахунковий індекс антропоізації, який є частковим для i -того розрахункового варіанта антропогенного впливу за другим стовпчиком табл.4 і чисельно варіантно визначається з першого стовпчика цієї таблиці як $I_{АНТ,АК,P,i} \equiv I_{АНТ,К,АТ^*}$ або з відповідних діапазонів як $I_{АНТ,P,i} \in \{(I_{АНТ,К,АТ,L}) \dots (I_{АНТ,К,АТ,H})\}$; l_i – загальна частка довжини ділянок розрахункової гідромережі об'єкта дослідження з $I_{АНТ,АТ,P,i}$ (у частках одиниці стосовно загальної довжини цієї гідромережі, яка параметризується за [8]); n – кількість розрахункових варіантів антропогенного впливу за табл.4.

Третім інструментом логіко-математичного складника методики стали запропоновані й розроблені нами індекс і шкала, які базуються на співвідношенні площ геоекологічно позитивних (геопозитивних) і геоекологічно негативних (геонегативних) землекористувальних систем. Ще раз зазначимо, що в референційних підходах, використаних у цій праці (див. раніше і [1]), існують значні недоліки щодо параметризації зазначеного співвідношення, а саме:

- вельми довільне й подекуди суперечливе, до того ж жорстко закріплене віднесення систем землекористування до геопозитивних або геонегативних за всіма підходами концепції геоекологічно-природокористувального аналізу. Зокрема, наприклад, до геопозитивних систем в усіх випадках "зараховуються": за [12] – певні типи орних земель, за [7, 8] і [25] (карта "Стан сучасних ландшафтів" за О.М. Петренком) – луки й пасовища, за [26] – пасовища, перелоги й сіножаті. За підходами ж концепції гемеробності геопозитивними вважаються системи перших трьох рівнів гемеробності (див. табл.1), причім без жорсткої "номенклатурної прив'язки" систем до цих рівнів, коли ті ж луки й пасовища, або навіть ліси, в залежності від реальної інтенсивності їхнього використання, стану (складу) і т.ін., можуть бути як геопозитивними, так і геонегативними системами;

- відсутність або недостатня обґрунтованість нормувальної параметризації співвідношення площ геоекологічно позитивних і негативних СЗК/НЗ. Зокрема, таке співвідношення за "гемеробними" підходами взагалі не нормується, хоча у [15] згадано про європейське "правило двох третин", за яким цими двома третинами має бути площа природно-заповідного фонду (!?), а однією третиною – площа орних земель тощо. За агроекологічним підходом, наприклад з огляду на категорювання коефіцієнта КЕСЛ₁ (див. [1, 12]), ландшафти початково вважаються умовно стабільними, коли підпадають під вплив систем землекористування за умови рівності площ геоекологічно позитивних і негативних таких систем, для стабільних

же ландшафтів площа геопозитивних систем має перевищувати площу геонегативних у 3-4,5 рази. За згаданими ж підходами [8] і [25] відсоток площ геопозитивних землекористувальних систем у загальній площі вважається задовільним, починаючи приблизно із 40%, що є значно більш помірним нормуванням у порівнянні з вищезазначеним. Утім, у всіх випадках наявні за референційними підходами шкали співвідношення, що розглядається, практично ніяким чином не поєднано з оцінювальними шкалами міри антропоізації ландшафтів за цими ж підходами (див. параметричний складник методики).

З огляду на таке, за принципи наших наступних побудов за третім складником правила:

– віднесення до геопозитивних землекористувальних систем, як і за підходами концепції гемеробності, СЗК/НЗ, які належать до 1-3-ї категорії міри антропоізації ландшафтів згідно із синтезованою нами табл.1. Наслідково до цього ми будемо дотримуватися й принципу не жорсткого (універсального), а реального (ситуаційного) поєднання певних систем із зазначеними категоріями відповідно до створеної на основі табл.3 робочої шкали міри антропоізації;

– обов'язкова логіко-параметрична узгодженість шкали індексу співвідношення площ геоекологічно позитивних і негативних систем землекористування з уже розробленою нами параметричною шкалою міри антропоізації ландшафтів за табл.2.

За таких засновків, по-перше, запровадимо щодо досліджуваного співвідношення параметр, названий нами **індекс геоекологічної ситуації в землекористуванні** ($I_{ГСЗК}$), який визначатиметься за залежністю

$$I_{ГСЗК} = f \{ (S_{1-3} / S_{4-7}) \} , \quad (7)$$

де S_{1-3} і S_{4-7} , відповідно, загальні площі геопозитивних (1-3 категорія за табл.1-2) і геонегативних (4-7 категорія) землекористувальних систем певного об'єкта дослідження, подані або в абсолютному вимірі, або в частках одиниці, за яку приймається загальна розрахункова площа об'єкта дослідження, а отже (див. (4))

$$S_{1-3} = s_1 + s_2 + s_3 ; S_{4-7} = s_4 + s_5 + s_6 + s_7 ; S_{1-3} + S_{4-7} = 1 , \quad (8)$$

де $s_1 \dots s_7$ – загальні частки площі систем, категорованих за табл.1-2 і табл.3 або її робочою модифікацією (тобто s_i за (4), втім побудови за (7)-(8) можна зробити, за потреби, аналогічним чином на основі I_i з (6) і табл.4).

Зважаючи на те, що категорійні діапазони $I_{ГСЗК}$ з (7) можна задавати за певними обраними значеннями середньовиваженого індексу антропоізації ($I_{АНТ,ОБР^{**}}$), за структурою формули (4) можна записати, що

$$I_{АНТ,ОБР^{**}} = I_{АНТ,Р,1-3} \cdot S_{1-3} + I_{АНТ,Р,4-7} \cdot S_{4-7} , \quad (9)$$

де часткові індекси антропоізації $I_{АНТ,Р,1-3}$ і $I_{АНТ,Р,4-7}$ визначаються як сума значень середин відповідних (1-3-ї і 4-7-ї) категорій міри антропоізації (x_{SEPT}^* з табл.2), виважених за адекватним відсотковим категорійним приростом (поданим на рис.6 символом "•"). Розраховані таким чином середньовиважені часткові індекси становлять $I_{АНТ,Р,1-3} = 19,6\%$ і $I_{АНТ,Р,4-7} = 69,6\%$.

Зважаючи на те, що за (8)

$$S_{1-3} = 1 - S_{4-7} , \quad (10)$$

і підставляючи (10) у (9) можна отримати, що

$$S_{4-7} = (I_{АНТ,ОБР^{**}} - I_{АНТ,Р,1-3}) / (I_{АНТ,Р,4-7} - I_{АНТ,Р,1-3}) , \quad (11)$$

або, з огляду на (10), (9) і (7) і запроваджуючи ті, що будуть обиратися для відповідного категорювання, значення $I_{ГСЗК}$,

$$I_{ГСЗК, ОБР} = (S_{1-3} / S_{4-7}) = 1/S_{4-7} - 1 = \\ = \{ (I_{АНТ, Р, 4-7} - I_{АНТ, Р, 1-3}) / (I_{АНТ, ОБР}^{**} - I_{АНТ, Р, 1-3}) \} - 1 . \quad (12)$$

Структура формули (12) спричинює два очевидні обмеження, а саме

$$I_{АНТ, ОБР}^{**} - I_{АНТ, Р, 1-3} > 0, \text{ а отже } I_{АНТ, ОБР}^{**} > I_{АНТ, Р, 1-3} > 19,6\% ; \quad (13)$$

$$\{ (I_{АНТ, Р, 4-7} - I_{АНТ, Р, 1-3}) / (I_{АНТ, ОБР}^{**} - I_{АНТ, Р, 1-3}) \} - 1 > 0, \text{ а отже}$$

$$I_{АНТ, Р, 4-7} - I_{АНТ, Р, 1-3} > I_{АНТ, ОБР}^{**} - I_{АНТ, Р, 1-3}, \text{ тобто } I_{АНТ, ОБР}^{**} < I_{АНТ, Р, 4-7} < 69,6\% . \quad (14)$$

А отже, спільне за (13)-(14) розрахункове обмеження виглядає як

$$19,6\% < I_{АНТ, ОБР}^{**} < 69,6\% . \quad (15)$$

Умовам (15) не суперечать верхні межі 1-2-ї (28,3%), 3-ї (39,2%), 4-ї (50,4%) та 5-ї (63,7%), а також додатково, середини 3-ї (33,7%) і 4-ї (44,8%) категорій індексу міри антропоізації (див. $X_{SEPT, H}$ і X_{SEPT}^* за третім і п'ятим стовпчиками табл.2). Шляхом підставлення значень цих меж і середин як обраних в (12) за співвідношенням $X_{SEPT, H, ОБР}$ ($X_{SEPT}^* ОБР$) = $I_{АНТ, ОБР}^{**}$, яке й реалізує вихідну тезу цих побудов (див. текст щодо (9)), і було отримано шукану 7-категорійну шкалу геоекологічної ситуації в землекористуванні (з однойменним індексом за (7)), логіко-параметрично узгоджену зі схемою й шкалою міри антропоізації за табл.1-2. Таку сконструйовану шкалу подано в табл.5 з додатковим наведенням того, що впливає з (8)-(15), категорійного відсотка площ геопозитивних СЗК/НЗ щодо загальної площі певного досліджуваного об'єкта.

Таблиця 5. Шкала геоекологічної ситуації в землекористуванні

Геоекологічна ситуація в землекористуванні за категоріями	Значення індексу геоекологічної ситуації $I_{ГСЗК, k}$ згідно з (7), розраховані за (12)	Частка площ геопозитивних систем землекористування та/або його наслідків (СЗК/НЗ) у загальній площі об'єкта дослідження, %
1 – надзвичайно сприятлива	$\geq 4,77$	$\geq 82,7$
2 – вельми сприятлива	(4,77...2,54]	(82,7...71,7]
3 – сприятлива	(2,54...1,55]	(71,7...60,8]
4 – помірно несприятлива	(1,55...0,98]	(60,8...49,6]
5 – несприятлива	(0,98...0,62]	(49,6...38,3]
6 – надзвичайно несприятлива	(0,62...0,13]	(38,3...11,8]
7 – катастрофічна	$< 0,13$	$< 11,8$

Згідно з шкалою за табл.5, наприклад, сприятлива геоекологічна ситуація початково маркується із відношення площ геопозитивних до геонегативних землекористувальних систем 1,55, тоді як за агроекологічним підходом щодо КЕСЛ₁ (див. раніше і [1, 12]) аналогічним значенням (для стабільних ландшафтів) буде

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

3,00. Це свідчить про більшу поміркованість наших оцінок щодо оцінок агроекологічного підходу. Натомість 60,8% площ геопозитивних систем у загальній площі об'єкта дослідження адекватні за табл.5 нижній межі геоекологічно сприятливої ситуації, у той час як за вищезгаданими підходами [8] і [25] аналогічна за змістом величина становить близько 40% (див. раніше), що говорить про більші природоохоронні вимоги нашої шкали в порівнянні з [8] і [25]. Утім не слід забувати, що у всіх випадках (див. попередній текст) співвідношення за табл.5 є більш об'єктивними, ніж інші розглянуті розробки, завдяки метасистемній сполучності цих співвідношень зі схемою і шкалою міри антропоізації за табл.1-2, чого немає в інших референційних напрацюваннях. Зазначимо також, що обидва інтегральних показники – $I_{АНТ}^{**}$ за (4) і табл.1-3 та $I_{ГСЗК}$ за (7) і (12) і табл.5 – є не тільки сполучними, а й досить паритетними для аналізу міри антропоізації, включаючи відповідне районування і т.ін., досліджуваних ландшафтів та/або певних територіальних одиниць тощо, у т.ч. для просторової прив'язки та визначення черговості і складу природоохоронних заходів. Утім, щодо застосування першого з цих показників можуть існувати певні змістові обмеження щодо рангу досліджуваних територій, тоді як щодо другого таких обмежень практично немає (див. детальніше нашу монографію [27] щодо принципів комплексного районування).

Верифікаційно-реалізаційний складник. Згідно з концептуальними засадами цей складник методики реалізується з огляду на таке.

1. У випадку застосування методики в конкретному дослідженні, за об'єкт такого дослідження правитиме міра антропогенного впливу різнотипових і різнорівневих систем землекористування та/або його наслідків на ландшафти, за загальний предмет дослідження – принципи та способи аналізу міри антропоізації ландшафтів або їхніх агрегацій певного рангу, спричиненої зазначеними землекористувальними системами, а за частковий предмет дослідження – верифікаційна реалізація зазначених принципів і способів у визначеному регіоні досліджень. Згідно із спрямуванням цієї праці (див. попередній текст) останнім є фізико-географічні області та райони як агрегації ландшафтів зон мішаних і широколистяних лісів і лісостепу України.

2 Відповідно до п.1 верифікаційно-реалізаційний складник методики має втілюватися, застосовуючи принципи наших праць [1, 8, 16, 17, 22-24, 27], згідно з таким основним формалізованим записом, як

$$\{\Phi GO(R_{\Phi GO}, t) \cap (CЗК/НЗ((\omega_{CЗК/НЗ}), R_{CЗК/НЗ}, t))_{КАТ}\} = \{(\Phi GO(R_{\Phi GO}, t))_{ИМА}\} , \quad (16)$$

$$\{\Phi GO(R_{\Phi GO}, t)\} \in \{\Phi GP(R_{\Phi GP}, t)\} , \quad (17)$$

де $\Phi GO(R_{\Phi GO}, t)$ і $\Phi GP(R_{\Phi GP}, t)$ – географічно-детерміновані поля фізико-географічних областей і їхніх районів в межах досліджуваного регіону; $\Phi GO(R_{\Phi GO}, t)_{ИМА}$ – ті ж поля, оцінені за інтегральною мірою їхньої антропоізації ($I_{АНТ}^{**}$ за формулою (4) і табл.1-3 чи робочою модифікацією табл.3 та/або $I_{ГСЗК}$ за формулами (7) і (12) і табл.5); $CЗК/НЗ((\omega_{CЗК/НЗ}), R_{CЗК/НЗ}, t)_{КАТ}$ – випадкові та "антропогенно"-детерміновані поля систем землекористування та/або його наслідків, трансформаційно категоризовані за частковою ("індивідуальною") мірою їхнього антропогенного впливу згідно з табл.1 і табл.3 (чи її модифікацією) і/або табл.5; $\omega_{CЗК/НЗ}$ – кількість фіксацій випадкових полів землекористувальних систем (за їхніми значеннями та/або координатами), $R_{\Phi GO}$ і $R_{CЗК/НЗ}$ – загальні просторові області відповідних полів моделі (16) ($R_{\Phi GO} = R_{CЗК/НЗ}$) у системі координат обраного ГІС-інструментарію; t – часовий параметр.

Висновки.

1. Обґрунтовано концептуальні засади та розроблено методику аналізу міри антропоізації ландшафтів України, інтегровану для загальноєвропейських і українських процедур такого аналізу. Методика складається з чотирьох взаємопов'язаних складників: загальнозмістового, параметричного, логіко-математичного та верифікаційно-реалізаційного.

2. Інструментом загальнозмістового складника методики є загальна інтегрована категорійно-класифікаційна схема міри антропоізації ландшафтів в залежності від міри антропогенного впливу на них систем землекористування та/або його наслідків, заданої через відповідні рівні гемеробності, інтенсивності впливу, геоecологічну сприятливість/несприятливість і рівні натуральності цих систем.

3. За інструмент параметричного складника методики править септильно параметризована нелінійна шкала міри антропоізації ландшафтів, яка є наслідком об'єктивного математично-статистичного узагальнення вітчизняних референційних експертних параметризацій міри антропоізації, отримання узагальненого розподілу індексів антропоізації та квантування цього розподілу.

4. Логіко-математичний складник методики оперує, по-перше, генералізованою шкалою міри антропоізації суходільних ландшафтів України, спричиненої різними системами землекористування найвищих рівнів, узагальненою за європейськими та українськими референційними концепціями/підходами, поєднаною з параметричним складником методики і ранговою для першорівневих систем. По-друге, розроблено аналогічну схему для аква-теральних ландшафтів русла і берегів натуральних і штучних водотоків. По-третє, побудовано теж коректно узгоджену з параметричним складником шкалу обґрунтованих діапазонів значень індексу співвідношення площ геопозитивних і геонегативних землекористувальних систем, названу шкалою геоecологічної ситуації в землекористуванні.

5. Верифікаційно-реалізаційний складник методики містить формалізовані побудови, які передбачають перетин випадкових і детермінованих полів систем землекористування, перетворених за відповідними індексами антропоізації тощо, з регіоналізованими географічно-детермінованими полями фізико-географічних областей і районів України з метою оцінювання в межах останніх інтегральної міри антропоізації та аналізу її чинників. Це й визначає перспективу подальших розвідок, які буде спрямовано на створення конкретної робочої шкали міри антропоізації, адекватної доступному для цього геоінформаційному базису щодо регіону досліджень.

Список літератури

1. Самойленко В.М., Пласкальний В.В. Концепції ідентифікації міри антропоізації ландшафтів: ретроспектива та перспективи // *Фізична географія та геоморфологія*. – 2015. – Вип.4(80). – Ч.2. – С.19-38.
2. Walz U., Stein C. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany // *Journal for Nature Conservation*. – 2014. – Vol.22. – P.279-289.
3. IOER Monitor – Monitor of Settlement and Open Space Development. – *Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development*, 2015. – Web source: <http://www.ioer-monitor.de>.
4. Csorba P., Szabó S. Degree of human transformation of landscapes: a case study from Hungary // *Hungarian Geographical Bulletin*. – 2009. – Vol.58. – No2. – P.91-99.
5. Paracchini M.L., Capitani C. Implementation of a EU wide indicator for the rural-agrarian landscape. – JRC scientific and technical reports (EUR 25114 EN-2011). – *Luxembourg: Publications Office of the European Union*, 2011. – 89 p.
6. Eurostat Statistics Explain: Agri-environmental indicator – landscape state and diversity. – 2012. – Web source: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained>.
7. Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Геоecологічне обґрунтування проєктів

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

природокористування: Підручник (ел. версія). – К. : Альтерпрес, 2014. – 414 с. **8.** *Самойленко В.М.* Моделювання басейнових геосистем: Монографія / В.М. Самойленко, Д.В. Іванок. – К.: ДП "Прінт Сервіс", 2015. – 208 с. **9.** *Риборські І., Гойке Е.* Вплив складу угідь на екологічну стабільність території (словацькою мовою) // Землевпорядні роботи в спеціальних умовах. – *Татранська Ломніца*, 1988. **10.** *Денисик Г.І.* Антропогенне ландшафтознавство: Навчальний посібник. – Вінниця: ПП "ТД "Едельвейс і К", 2012. – 336 с. **11.** *Клементова Е., Гейниге В.* Оценка экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта // *Мелиорация и водное хозяйство*. – 1995. – № 5. – С.24-35. **12.** *Якимчук А.Ю.* Удосконалення методики оцінки антропогенного навантаження на регіональні ландшафтні парки та розроблення природоохоронних заходів // *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. – 2006. – Вип.16.6. – С.18-22. **13.** *Нетребчук І.* Оцінка антропогенного навантаження та екологічної збалансованості ландшафтів річкової долини Верхньої Прип'яті в межах Волинської області // *Науковий вісник Чернівецького університету*. – 2012. – Вип.612-613: географія. – С.133-136. **14.** *Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування* / А.М. Третьак, Р.А. Третьак, М.І. Шквир. – К.: Інститут землеустрою УААН, 2001. – 15 с. **15.** *Клименко М.О.* Стан земельних ресурсів басейну річки Горинь // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – 2012. – № 1. – С.69-73. **16.** *Самойленко В.М.* Географічні інформаційні системи та технології: Електронний підручник. Версія 1.0. / В.М. Самойленко – К.: Ніка-Центр, 2012. – CD, ISBN 978-966-521-585-1. – 39,0 д.а. **17.** *Самойленко В.М.* Статистичні та стохастичні математичні методи в географії: Електронний підручник / В.М.Самойленко, О.М. Топузов. – К.: Ніка-Центр, 2011. – CD, ISBN 978-966-521-580-6. – 25,4 д.а. **18.** *Паньків З.П.* Земельні ресурси: Навчальний посібник. – Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 272 с. **19.** *Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель* / Наказ Державного комітету України із земельних ресурсів від 23.07.2010 № 548. – 18 с. **20.** *Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру* / Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № 1051. – Ел. ресурс: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-p/page>. **21.** *Bossard M. et al.* CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. Technical report No 40. – Copenhagen: EEA, 2000. – 105 р. **22.** *Самойленко В.М.* Математичне моделювання в геоекології: Навчальний посібник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2003. – 199 с. **23.** *Самойленко В.М.* Гідроінвайронментологія: становлення і перспективи // *Фізична географія та геоморфологія*. – 2005. – № 47. – С.69-78. **24.** *Самойленко В.М.* Модельна ідентифікація берегових геосистем: Монографія / В.М. Самойленко, І.О. Діброва. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 328 с. **25.** *Національний атлас України.* Електронна версія / Інститут географії НАНУ, "ІС ГЕО", ДНВП "Картографія", ДСГКК. – 2007. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM). **26.** *Керівництво щодо здійснення інтегральної оцінки стану довкілля на регіональному рівні* / Затвердж. наказом Мінприроди України № 584 від 14.11.2008 р. – К.: 2007. – 10 с. **27.** *Самойленко В.М.* Комплексне районування радіоактивно забруднених територій Полісся і півночі Лісостепу за гідрологічно-ландшафтними умовами та можливими радіоекологічними наслідками місцевого водо- і ресурсокористування: Монографія. – К.: Ніка-Центр, 1999. – 280 с.

Інтероперабельна методика аналізу міри антропоізації ландшафтів України

Самойленко В.М., Пласкальний В.В.

Обґрунтовано концептуальні засади та розроблено методику аналізу міри антропоізації ландшафтів України. Методика є інтероперабельною для загальноєвропейських і українських підходів. Вона містить схему та шкали міри антропоізації ландшафтів в залежності від міри антропогенного впливу систем землекористування та/або його наслідків. Останній вплив задається через відповідні рівні гегемонності, інтенсивності впливу, геоекологічної сприятливості й натуральності зазначених систем. Розроблено також шкалу геоекологічної ситуації в землекористуванні. Визначено шляхи верифікації та реалізації методики щодо фізико-географічних таксонів України.

Ключові слова: ландшафти, антропоізація, землекористування, гегемонність, геоекологічна ситуація.

**Интероперабельная методика анализа меры антропоизации ландшафтов Украины
Самойленко В.Н., Пласскальни В.В.**

Обосновано концептуальные начала и разработано методику анализа меры антропоизации ландшафтов Украины. Методика является интероперабельной для общеевропейских и украинских подходов. Она включает схему и шкалы меры антропоизации ландшафтов в зависимости от меры антропогенного влияния систем землепользования и/или его последствий. Последнее влияние задается через соответствующие уровни хемеробности, интенсивности влияния, геоэкологической благоприятности и натуральности указанных систем. Разработано также шкалу геоэкологической ситуации в землепользовании. Определено пути верификации и реализации методики по отношению к физико-географическим таксонам Украины.

Ключевые слова: ландшафты, антропоизация, землепользование, хемеробность, геоэкологическая ситуация

**Interoperable procedure of anthropization extent' analysis for Ukrainian landscapes
Samoylenko V.M., Plaskalni V.V.**

Conceptual bases and procedure of anthropization extent' analysis for Ukrainian landscapes were substantiated and developed. The procedure is interoperable for all-European and Ukrainian approaches and consists of four components: common-matter, parametric, logic-mathematical and verification-implementation component. The first procedure's component embodies classified scheme of landscapes' anthropization extent depending on anthropogenic impact' extent of land use and/or land cover systems. This impact is specified by corresponding degrees of hemeroby, impact intensity, geoecological favorableness / unfavorableness and naturalness of indicated systems. New parameterized nonlinear scale of landscapes' anthropization extent is the tool of the second procedure's component. This scale was developed as result of impartial mathematical-statistical summing up for referenced parameterizations of anthropization extent, obtainment of generalized anthropization indexes' distribution and quantization of this distribution, taking into account seven degrees of scale. The third procedure's component operates, for the first, with generalized scale of anthropization extent, caused by land use / land cover systems for inland Ukrainian landscapes, which is integrated for all-European and Ukrainian conceptions / approaches and combined with the second, parametric component. This scale uses proper anthropization indexes, which reflect the anthropogenic impact of ranged 14 first-level land use systems with their elements. Among these systems are nature-protection, wetland, forest, shrubby-herbaceous, agricultural, hydrotechnical-drainage, recreational-healthy, urban, industrial-construction, mining-industrial, transport-communication and some other systems. For the second, similar scale was developed for specified water bodies, such as natural and man-made streams, and their coastal zones. For the third, the scale of geoecological situation in land use was developed, which operates with appropriate indexes of such situation, such as extremely favorable, very favorable, favorable, moderately unfavorable, unfavorable, extremely unfavorable and catastrophic. In the fourth procedure's component means were defined for verification and implementation of the procedure concerning physic-geographic taxons of Ukraine.

Keywords: landscapes, anthropization, land use, hemeroby, geoecological situation.

Надійшла до редколегії 30.03.2016

Гребінь В.В., Хільчевський В.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ТИПОЛОГІЇ РІЧОК ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ ЄС НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Ключові слова: *Водна рамкова директива Європейського Союзу, класифікація річок, кількість річок в Україні, річкова мережа, типологія*

Підписання угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом передбачає, що Україна повинна адаптувати своє законодавство для досягнення цілей, визначених директивами ЄС, які стосуються, зокрема управління водними ресурсами та питань якості води, насамперед, зазначених у Водній рамковій директиві ЄС (ВРД ЄС, 2000) [16].

Наближення до європейських стандартів у галузі управління водними ресурсами передбачає чіткий облік водних об'єктів, зокрема річок. Цей важливий компонент водного фонду повинен підлягати ретельному моніторингу для отримання достовірних даних щодо поточного стану гідрографічної мережі, можливих господарських змін у річковому басейні з метою управління використанням та охороною водних ресурсів держави [29]..

3 історії класифікації (типізації) річок за розмірами

У Водному кодексі України (1995) було прийнято класифікацію річок за площею водозбору за трьома категоріями [2]:

малі – менше 2 тис. км²;

середні – 2–50 тис. км²;

великі річки – понад 50 тис. км².

Ця класифікація відрізняється суттєво більшими градаціями площ, ніж відповідна типологія річок за ВРД ЄС.

Обумовлено це певною спадковістю з радянських часів, так-би мовити, значною масштабністю у підходах, які втілювалися у Водний кодекс України з цього питання. Треба зауважити, що в радянській гідрографії у класифікаціях річок за розмірами відбувалася певна еволюція - спочатку надавалася перевага такому параметру, як довжина річки, згодом – площі водозбору.

Класифікація річок за довжиною. У період 30 – 60 рр. минулого сторіччя використовували, переважно, класифікацію річок за довжиною, а не за площею водозбору. Класифікація була запропонована у 1931 р. професором В.М. Родевичем [27], який на той час був завідувачем річковим відділом Державного гідрологічного інституту (ДГІ, м. Ленінград, зараз – Санкт-Петербург). Класифікація В.М. Родевича складалася з 9-и градацій довжин річок та 4-х статусних категорій: найменші, малі, середні та великі річки (табл. 1).

Ця класифікація застосовувалася при виконанні робіт по створенню і виданню першого Водного кадастру СРСР (1931-1941 рр.).

Класифікація річок за площею водозбору. Класифікація річок за площею водозбору, яка потрапила у Водний кодекс України у 1995 р. (малі, середні та великі річки), з'явилася у профільних публікаціях у другій половині 60-х років минулого

Таблиця 1. Класифікація річок за довжиною (за В.М. Родевичем, 1931)

Градація довжини річок, км	Категорія річок
менше 10	найменші
11-25	
26-50	
51-100	малі
101-200	
201-300	
301-500	середні
501-1000	
понад 1000 км	

сторіччя - зокрема, в «Энциклопедическом словаре географических терминов» (Москва, 1968 р.) [32]. Прийняті в 1970 р. «Основы водного законодательства СССР» та водне законодавство союзних республік (зокрема, Водний кодекс УРСР, прийнятий у 1972 р.) не містили цієї класифікації річок.

29 жовтня 1973 р. постановою Державного комітету стандартів Ради Міністрів СРСР № 2394 було затверджено державний стандарт (ГОСТ 19179-73. «Гидрология суши. Термины и определения»), що введений в дію з 01.01.1975 р. Саме в ньому офіційно встановлено три категорії річок (малі, середні та великі) за відомими градаціями площі водозбору. Гідрологічні терміни та класифікаційні параметри, що наведені у стандарті, стали обов'язковими для застосування у навчальній, технічній та довідковій літературі. Цей стандарт було перезатверджено у 1988 р.

Водний кодекс України в редакції 1995 р. лише повторив класифікацію, що була прийнята у радянському ГОСТі 1973 р. Увійшла вона і в державний стандарт України ДСТУ 3517-97 «Гідрологія суші. Терміни та визначення основних понять», що введений в дію з 01.08.1997 р. та чинний на сьогодні.

Типологія річок за розмірами згідно Водної рамкової директиви ЄС. Реалії ж гідрографічної мережі територій європейських країн та й, власне, самої України дещо інші, ніж колишнього СРСР – менші масштаби.

У ВРД ЄС закладено наступні параметри площ водозбору при типізації річок [1]:

малі – 10–100 км²;
середні – 100–1000 км²;
великі - 1,0–10 тис. км²;
дуже великі річки - понад 10 тис. км².

В Україні на сьогодні постала необхідність виконати типізацію річок районів річкових басейнів, застосовуючи параметри площ водозборів, що використовуються у ВРД ЄС, тобто виконати певний аудит річок, як об'єктів водного фонду держави, за новими - європейськими критеріями. Треба зазначити, що вже є певний досвід напрацювань [3, 14, 16, 19, 30], спрямованих на імплементацію положень ВРД ЄС у вітчизняну науку і практику.

Оцінки, виконані нами вперше в Україні за параметрами ВРД ЄС при дослідженнях гідрографічної мережі басейну Росі [19] та Вісли (Західного Бугу та Сану) [30], показують, що на території держави при реалізації європейських методичних підходів з типізації річок за площею водозбору «з'явиться» багато річок у категоріях «великі» та «дуже великі»

Аналіз оцінок загальної кількості річок в Україні

На сьогодні одним з важливих джерел інформації про річки України, як об'єкти водного фонду, є довідковий посібник М.М. Паламарчука та Н.Б. Закорчової «Водний фонд України» [20], створений за матеріалами і на замовлення Держводгоспу України у 2001 р. (друге видання - 2006 р.). За даними авторів довідника, на території України нараховується - 63119 річок та струмків загальною довжиною понад 206 тис. км. З них близько 60 тис. (93%) - дуже малі (довжиною менше 10 км). Їхня сумарна довжина - 112 тис. км, тобто середня довжина такого водотоку - 1,9 км. Малих річок, що мають довжину понад 10 км, налічується - 3212, а їхня загальна довжина становить близько 74 тис. км.

Принагідно зазначимо, що поняття «струмок» в гідрології за параметрами не унормовано ні в україномовній, ні в російськомовній спеціальній літературі. Є, наприклад, російськомовне нормативне визначення, що характеризує цей термін у загальних рисах: «ручей – небольшой водоток, образованный снеговыми, дождевыми водами, а также выходящими на поверхность подземными водами» (ГОСТ 30813 – 2002 «Вода и водоподготовка. Термины и определения», введений 01.01.2004 р.). Тобто, чіткої межі між струмком і малою річкою за певними параметрами немає. Немає поняття «струмок» і ВРД ЄС.

Сумарна оцінка, наведена у довіднику «Водний фонд...» М.М. Паламарчука та Н.Б. Закорчової (2001, 2006 р.) [20] – всього **63119 річок** та струмків нараховується в Україні - впродовж останніх десяти-п'ятнадцяти років широко використовується науковцями та спеціалістами водогосподарської сфери. Між тим, питання щодо виникнення даної цифри та її кондиційності викликає значний науковий і, особливо, практичний інтерес.

Адже повчальним є досвід порівняння таких цифр стосовно кількості штучних водойм України, отриманих за результатами інвентаризації водосховищ і ставків у два різні періоди: 1) - наприкінці ХХ ст. [20]; 2) - на початку ХХІ ст. [3].

1). До 2014 р. у спеціальній літературі наводилися дані результатів паспортизації водосховищ і ставків, виконаної колишнім Держводгоспом України наприкінці 1980-х - початку 1990-х років, які увійшли у довідник «Водний фонд...» М.М. Паламарчука та Н.Б. Закорчової (2001, 2006 р.) [20] - тоді в Україні було зафіксовано: **1160 водосховищ; 28,8 тис. ставків**.

2). Впродовж останніх десяти років підрозділами Держводагентства України виконується уточнення даних раніше проведеної інвентаризації водосховищ і ставків в Україні. Зумовлено це, зокрема й тим, що певна кількість вказаних водних об'єктів здається місцевими органами влади в оренду, що вимагає налагодження чіткого обліку. Результати нової інвентаризації Держводагентства станом на 01.01.2014 р. узагальнено і опубліковано у довіднику «Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки / За ред. В.К. Хільчевського та В.В. Гребеня» (2014 р.) [3] - в Україні нараховується: **1103 водосховища; 49444 ставки**.

Відхилення між даними 2001 р., що увійшли у довідник [20] та даними 2014 р., що увійшли у довідник [3], наступні: по кількості водосховищ – зменшення на 5 %; по кількості ставків – збільшення на 72 %.

Зменшення кількості водосховищ пов'язано з тим, що певна кількість їх або частково замулилась, або не наповнюється до проектної відмітки НПР (з різних причин), тому втратила частину об'єму та перейшла в категорію ставків. Значне збільшення кількості ставків ймовірно пов'язано з тим, що під час останньої інвентаризації враховувалися місцеві ставки, які було раніше збудовано без проектної документації і тому не поставлено на облік.

До початку XX сторіччя відомості про кількість та довжину річок України обмежувалися, переважно, даними про судноплавні річки, а також ті, по яких здійснювався сплав лісу. Незначні за довжиною та площею водозбору річки згадувалися лише в спеціальних проектах, геологічних та меліоративних дослідженнях, а також в списках річок крупних басейнів. Як перші каталоги річок окремих великих басейнів варто відзначити праці П.Л. Маштакова [11-13], що виходили друком впродовж 1913–1934 рр. та охоплювали басейни Дніпра (1913 р.), Дністра та Південного Бугу (1917 р.), Дону (1934 р.). На жаль, при дослідженнях автор використовував карти різних масштабів, що ускладнює використання наведених даних.

Певні роботи із встановлення окремих гідрографічних характеристик річок України виконувалися впродовж 1922–1923 рр. гідрометричною частиною Центромеліоводгоспу Наркомату Землеробства УРСР під керівництвом В.О. Назарова (в 1949-1962 рр. – завідувач кафедри гідрології суші Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка). Під час цих робіт для окремих річкових басейнів (Дніпро, Південний Буг) за картами десятиверстного масштабу було складено «Каталог річок», що залишився неопублікованим (табл. 2). До каталогу було включено річки довжиною не менше 10 верст (10,67 км).

Протягом 1931–1941 рр. за методичного керівництва ДГІ у Ленінграді (зараз Санкт-Петербург) виконувалися роботи по створенню і виданню першого Водного кадастру СРСР. Наведені у матеріалах кадастру відомості не відрізнялися повнотою, зокрема, кількість та розподіл річок за категоріями довжин наведено лише для басейну Верхнього Дніпра.

Впродовж 1940-1941 рр. ДГІ видавав бланкові «Карти поверхневих вод», масштабу 1:1 000 000 для Європейської території СРСР, за якими відбувався новий розрахунок кількості річок та довжини річкової мережі. На жаль, роботи проводилися вибірково, розрахунок здійснювався для окремих басейнів-еталонів (в межах України це був басейн Дніпра). Потім за перехідними коефіцієнтами (встановленими співвідношеннями: між кількістю річок кожної категорії та середньою довжиною річок кожної категорії у басейні-еталоні; між площами басейнів-еталонів та площами суміжних басейнів, які треба дослідити) було визначено кількість річок та їхню довжину для окремих басейнів. Незважаючи на певні недоліки (зокрема, досить дрібний масштаб карт, використаних для розрахунку, призвів до значного заниження кількості малих річок), це був перший детальний облік загальної кількості та протяжності річок країни. Також вперше річки було обліковано покатегорійно - за дев'ятьма категоріями їхньої довжини згідно запропонованої класифікації (В.М. Родевич). Було встановлено закономірності щодо зміни (зменшення) кількості річок при переході від нижчої категорії до вищої.

У повоєнний час в системі Гідрометслужби СРСР проводилися польові гідрографічні роботи з метою складання описів річок. Одночасно обліковувалася кількість та протяжність річок довжиною понад 10 км. Врахувати коротші річки не було можливості через значний об'єм таких робіт. Зокрема, Управлінням Гідрометслужби УРСР за редакцією Г.І Швеця було складено рукописний «Список річок УРСР». Суттєвим недоліком цієї роботи була відсутність даних щодо важливої характеристики річок – площі водозбору.

Спільно з гідрометслужбою, значний комплекс робіт щодо узагальнення гідрографічних даних про річки України у повоєнний час було виконано вченими колишнього Інституту гідрології та гідротехніки АН України (з 1964 р. - Інститут гідромеханіки НАН України) під керівництвом А.В. Огієвського та М.І Дрозда.

Таблиця 2. Аналіз оцінок кількості річок на території України та в окремих річкових басейнах, наведених у спеціалізованих виданнях (працях) та виконаних різними авторами (1923 – 2016 рр.)

№ п/п	Назва праці	Рік публікації (виконання)	Кількість річок	
			Україна	басейн
1	Каталог річок басейнів Дніпра та Південного Бугу / за ред. <i>В.О. Назарова</i> . – К.: Центрмеліоводгосп Наркомзему УРСР, 1923 (рукопис)	1923		басейни Дніпра та Південного Бугу – інформація не збереглася
2	Материалы по типизации рек Украинской ССР / Под ред. <i>Г.И. Швеца</i> . - К.: Изд-во АН УССР, 1953 [10]	1953	22 197	
3	Каталог річок України / За ред. <i>В.І Мокляка</i> . - К.: Вид-во АН УРСР, 1957 [6]	1957	понад 22 000	
4	Гідрологічні розрахунки для річок України / За ред. <i>Г.І. Швеця</i> . – К.: Вид-во АН УРСР, 1962 [5]	1962	понад 23 000	
5	Ресурсы поверхностных вод СССР. – Том 6. Украина и Молдавия. - Вып. 1-4 [22-25]	1966 - 1971	72 779	
6	<i>Левковский С.С.</i> Водные ресурсы Украины. – К.: Вища школа, 1979	1979	понад 73 000	
7	Мелиорация на Украине / Под ред. <i>Н.А. Гаркуши</i> . – К.: Урожай, 1985	1985	22 600	
8	<i>Русинов О.О.</i> Комплексне використання водних ресурсів УРСР. – К.: Вища школа, 1986	1986	понад 22 500	
9	Справочник по водным ресурсам / Под ред. <i>Б.И. Стрельца</i> . – К.: Урожай, 1987 [27]	1987	понад 71 000	
10	Малі річки України: Довідник / За ред. <i>А.В. Яцика</i> . – К.: Урожай, 1991 [9]	1991	63 029*	
11	<i>Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б.</i> Водний фонд України: довідковий посібник. – 1-е вид., 2001 та 2-е вид., доп. – К.: Ніка-Центр, 2006 [20]	2006	63 119	
12	Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: Довідник / За ред. <i>В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня</i> . – К.: Інтерпрес, 2014 [3]	2014	63 119**	
13	<i>Гребінь В.В., Хільчевський В.К., Бабій П.О., Забокрицька М.Р.</i> Оцінка річкової мережі басейну Росі за типологією річок згідно ВРД ЄС // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т. 2 (37) [19]	2015		басейн Росі – 1135 річок (з них: 1 – дуже велика; 3 – великі; 34 – середні)***
14	<i>Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р.</i> Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології ВРД ЄС // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т. 1 (40) [29]	2016		басейн Вісли (Західного Бугу та Сану) – 3115 річок (з них: 2 – дуже великі; 6 – великі; 39 – середні)***

Примітка. * - 63029 - кількість малих річок, без 81-ї середньої та 9-и великих річок, що в сумі становить 63119 річок в Україні; ** - на 63119 річках в Україні налічується 1103 водосховища та 49444 ставки; *** - перші в Україні роботи з типізації річок згідно ВРД ЄС.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

Результатом цієї копіткої праці стала публікація у 1953 р. двотомного видання «Матеріали по типізації річок Української РСР» за редакцією Г.І. Швеця [10].

При вивченні гідрографічних характеристик річок України автори поділили їх за окремими укрупненими басейнами (табл. 3).

Таблиця 3. Кількість річок довжиною від 10 км у річкових басейнах на території України («Матеріали по типізації річок...», за ред. Г.І. Швеця, 1953 р.)

№ п/п	Назва басейну	Загальна кількість річок	З них на території УРСР
1	Дніпро (вище Києва, в межах УРСР)	280	275
2	Прип'ять (правобережжя)	477	416
3	Дніпро (нижче Києва)	685	635
4	Дністер	582	486
5	Вісла (Сан та Західний Буг)	121	119
6	Тиса	156	156
7	Дунай (Сірет, Прут, малі річки плавнів)	208	139
8	Річки узбережжя Чорного моря	73	72
9	Південний Буг	301	301
10	Сіверський Донець	421	272
11	Річки північного узбережжя Азовського моря	143	126
	Всього:	3447	2997

В результаті, було встановлено, що загальна кількість таких річок у виділених басейнах досягає 3447, з них 2997 повністю або частково протікають по території України (див. табл. 3), інші 550 річок знаходяться в межах виділених басейнів, але за межами України – в Молдові, Білорусі або в Росії. Крім цього, в межах зазначених басейнів автори нараховували 21453 річки, що мають довжину менше 10 км (з них 19200 річок – в межах України). Отже, загальна оцінка авторів **«Матеріалів...» (за ред. Г.І. Швеця, 1953 р.) [10] – всього 22197 річок** нараховується в межах України. Нагадаємо, що «Матеріали...» вийшли друком в 1953 р., коли до адміністративного складу України не входив Крим.

Річки Криму було враховано при складанні наступного видання Інституту гідрології та гідротехніки АН України – «Каталогу річок України», що видано в 1957 р. [6]. Загальна оцінка укладачів **«Каталогу...» (за ред. В.І. Мокляка, 1957 р.) [6] – всього понад 22000 річок** нараховується в межах України, з них 2613 річок – довжиною понад 10 км. Менша, порівняно з попереднім виданням, кількість річок довжиною понад 10 км пояснюється тим, що в останньому виданні враховано лише річки з площею водозбору понад 25 км².

Одним з останніх видань цього інституту, в якому містяться дані про кількість річок країни, є монографія «Гідрологічні розрахунки для річок України», опублікована в 1962 р. [5]. Оцінка авторів **монографії (за ред. Г.І. Швеця, 1962 р.) [5] – всього понад 23000 річок** нараховується на території України (разом із річками Молдови). З цієї кількості 3120 річок є такими, що мають довжину понад 10 км.

В процесі роботи по створенню другого видання Державного водного кадастру (ДВК) під назвою «Ресурсы поверхностных вод СССР» у 1960 р. ДГІ видав «Методические указания» [15] регіональним управлінням Гідрометслужби щодо складання довідника з гідрологічної вивченості території колишнього СРСР. Довідник мав бути складовою частиною ДВК. За цими вказівками республіканські управління Гідрометслужби впродовж 1960-1966 рр. здійснювали інвентаризацію водних об'єктів. Завданням інвентаризації був підрахунок за єдиною методикою та на єдиній картографічній основі кількості та розмірів водотоків та водойм (озер та водосховищ) на території колишнього СРСР з урахуванням таких характеристик, як

довжина річок, площа їхніх водозборів, площа водної поверхні озер та водосховищ тощо.

В результаті, для території колишнього СРСР було складено списки всіх річок довжиною понад 10 км, виміряна їхня довжина та площа водозбору, підрахована загальна кількість приток розміром менше 10 км та їх сумарна довжина. До матеріалів інвентаризації увійшли дані про кількість та довжину всіх річок, тимчасових водотоків та струмків, а також рукавів та постійних каналів довжиною не менше 0,5 км в рівнинних районах та 1,0 км – в гірських.

За результатами інвентаризації було видано Серію 1 Державного водного кадастру під назвою «Гидрологическая изученность», що складалася з 20 томів, а окремі томи поділялися на випуски. В основу поділу на томи та випуски покладено принцип приналежності тієї чи іншої території до великих річкових басейнів. Том 6-й цього довідника, присвячений Україні та Молдові, представлений наступним чином: випуск 1 - басейни річок Вісли, Дунаю, Дністра та Південного Бугу; випуск 2 - середній та нижній Дніпро; випуск 3 - річки Криму та Приазов'я. Інформацію щодо басейну Прип'яті було узагальнено в томі 5-му (Білорусь та верхнє Придніпров'я). Басейн Сіверського Дінця увійшов до тому 7-го довідника (Донський район) – сформованого, в основному, для території Російської Федерації. При цьому, з метою досягнення басейнної цілісності до річкової мережі України включено річки, які протікають за її межами (частини басейнів Прип'яті, Десни, Дунаю та Дністра в межах Молдови, Білорусі та Російської Федерації). Результати інвентаризації увійшли також до опублікованих впродовж 1966-1971 рр. монографічних видань «Ресурсы поверхностных вод СССР» [22-25] (також за томами і випусками), що являли собою Серію 3 Державного водного кадастру. Всього в **«Ресурсах поверхностных вод СССР» [22-25] в межах зазначеної території було обліковано - 72779 річок**, з яких переважну більшість – 68572 (або 94,2 %) становили річки довжиною до 10 км. В результаті такого обліку за басейновим підходом у масштабах колишнього СРСР, говорити про кількість річок конкретно на території України було не можливо.

Згодом, цю інформацію щодо кількості річок у басейнах, отриману при реалізації загальносоюзного проекту, було покладено (з певними уточненнями) в основу узагальненої характеристики гідрографічної мережі України, наведеної у роботі «Справочник по водным ресурсам», що був опублікований у Києві в 1987 р. [28]. Оцінка авторів **«Справочника...» (за ред. Б.І. Стрельця, 1987 р.) [27] - понад 71 тис. річок** нараховується на території України (загальною довжиною 248 тис. км). З них - понад 67 тис. (94,4 %) водотоків є коротшими за 10 км. Їх загальна довжина становить 131 тис. км. Із 4011 річок довжиною 10 км та більше - 73,3 % мають довжину менше 25 км; 23,4 % - становлять річки довжиною від 26 до 100 км і лише 3,3 % - річки довжиною понад 100 км.

Звертає на себе увагу достатньо суттєва відмінність при порівнянні даних про кількість річок, наведених у роботах «Ресурсы поверхностных вод СССР» [22-25] та «Справочник по водным ресурсам» (1987 р.) [28], з даними оцінок вчених Інституту гідрології та гідротехніки АН України (1953-1962 рр.) [5, 6, 10]. Спробуємо розібратися з цим питанням.

Як відомо, головним джерелом відомостей щодо будови, щільності та складу гідрографічної мережі басейну є топографічні карти різного масштабу. Після Другої світової війни додатковим джерелом таких відомостей стали матеріали аерофотозйомок, а згодом – супутникові знімки. Зрозуміло, що будь-яка топографічна карта відображає місцевість з тим чи іншим ступенем генералізації. Зображення на картах всіх, без виключення, водотоків потребує детального

зображення рельєфу. Чим більше показано водотоків, тим складнішою є система горизонталей, що ускладнює сприймання інформації. Тому при складанні карт завжди «нехтують» частиною водотоків, особливо малих.

Зображення на топографічних картах суттєво уточнюється, якщо карта виготовляється з урахуванням матеріалів аеро- та супутникових знімків. Кількість показаних на карті водотоків зростає, особливо в тих районах, у яких геодезичні роботи ускладнені через наявність боліт та лісів. Порівняльні оцінки, проведені ще наприкінці 60-х років минулого сторіччя, показали, що кількість водотоків довжиною до 10 км, показаних на картах, складених з використанням аерофотозйомки, є на 70-80% більшою, ніж на картах, складених без її використання. Повнота зображення водотоків на карті залежить також від часу виконання топографічних робіт. Якщо роботи виконувалися у багатоводні періоди року, то кількість водотоків буде дещо більшою, ніж у випадку проведення таких робіт під час маловодних періодів.

Зрозуміло, що чим крупнішим є масштаб топографічної карти, тим більшу кількість водотоків на ній показано. В першу чергу це стосується водотоків довжиною менше 10 км. За оцінкою практиків-топографів вже при використанні масштабу 1: 50 000 можна зобразити всі більш-менш виражені водотоки на даній місцевості.

Таким чином, саме використання карт одного (досить крупного) масштабу (1:100 000), складених за допомогою матеріалів аерофотозйомки за єдиною методикою, дало можливість у 1960-і рр. суттєво уточнити кількість водотоків в межах річкових басейнів України у бік збільшення їхньої кількості порівняно з післявоєнними даними.

В 1991 р. видано довідник «Малі річки України» [9], у якому, на відміну від попередніх матеріалів, опублікованих в довідниках «Ресурсы поверхностных вод СССР» [22-25] та «Справочник по водным ресурсам» [28] (1987), розглядається річкова мережа лише в межах території України. Оцінка авторів **довідника «Малі річки...» (за ред. А.В. Яцика, 1991 р.) [9] – 63029 малих річок** (з площею водозбору до 2000 км²) нараховується на території України. Зменшення цифри порівняно з довідником [28] відбулося тому, що автори довідника «Малі річки України» (1991) «відсікли» річки, які, наприклад, впадають у верхній Дніпро на території Білорусі.

Згодом (у 2001 р.) до зазначеної у даному довіднику цифри кількості малих річок в Україні М.М. Паламарчуком та Н.Б. Закорчовою було додано 81 середню (з площею водозбору від 2000 до 50 000 км²) та 9 великих (понад 50 000 км²) річок та отримано загальну кількість – **всього 63119 річок в Україні, що увійшла до довідкового посібника «Водний фонд України» 1-го (2001 р.) та 2-го видання (2006 р.) [20]**. Крім того, авторами довідника [20] характеризується розподіл кількості малих річок України за вісьмома градаціями площ водозборів з використанням матеріалів довідника «Малі річки України» [9].

Аналіз розподілу малих річок в Україні за різними градаціями площ водозборів

За даними авторів підрозділу 2.1 «Основні гідрографічні характеристики» довідника «Малі річки України» (1991), для розрахунків гідрографічних характеристик було використано дані гідрометслужби колишнього СРСР (опубліковані в довіднику «Гидрологическая изученность»). Оскільки одним з основних дескрипторів, що використовується для типізації річок, як категорії поверхневих вод, є площа водозбірного басейну, то звернемо увагу на таблиці 2.1–2.5 довідника, що містять інформацію про дану гідрографічну характеристику [9].

Як зазначалося вище, під час інвентаризації водних об'єктів, проведеної Гідрометслужбою України у першій половині 60-х рр. минулого сторіччя, було визначено (за допомогою топографічних карт масштабу 1:100 000) площі водозборів всіх річок, довжина яких становить понад 10 км. За даними довідника [20], таких річок у межах України налічується 3302, або близько 5,2%. Отже, авторам відповідного розділу довідника «Малі річки України» (1991) [9] потрібно було визначити площі водозбору ще майже 60 тис. річок країни.

Зокрема, таблиця 2.2 довідника «Малі річки України» (1991) надає розподіл малих річок України в різних градаціях площ водозбору. Фрагмент таблиці наведено нижче (табл.4).

Таблиця 4. Розподіл малих річок за площею водозбору (за табл. 2.2 довідника «Малі річки України», за ред. А.В. Яценка, 1991 р.)

Номер градації	Градації площ водозбору, км ²	Кількість річок		В тому числі річки довжиною понад 10 км	
		число	%	число	%
1	-	10916	17,3	104	3,2
2	10,1 - 20,0	503	0,8	59	1,9
3	20,1 – 50,0	8658	13,7	797	24,8
4	50,1 – 100,0	10647	16,9	890	27,7
5	100,1 – 200,0	10591	16,8	653	20,3
6	200,1 – 500,0	9696	15,4	453	14,1
7	500,1 – 1000,0	6911	11,0	168	5,3
8	1000,1 – 2000,0	5107	8,1	88	2,7
	Всього	63029	100,0	3212	100,0

При ознайомленні з табл. 2.2 довідника [9] читач сподівається, що до градації № 1 належать 10916 річок з площею водозбору менше 10 км². Однак на стор. 35 довідника [9] автори зазначають, що для цих річок площу водозбору взагалі не було визначено (вона не відома), тобто в дану категорію могли також потрапити річки з площею водозбору понад 10 км².

При подальшому уважному аналізі табл. 2.2 довідника [9] виникає ще низка питань. Виникають вони через те, що наведена у кожній градації площ водозбору кількість річок знаходиться у протиріччі з відомим положенням класичної гідрографії, яким встановлено, що зі зростанням градації площ водозбору (або зростанням порядку водотоку) зменшується кількість річок, що до неї належить [31].

Зрозуміло, що кожний річковий басейн має власні, лише йому властиві особливості будови та складу гідрографічної мережі. Однак індивідуальність не означає відсутності деяких загальних закономірностей, в основі яких лежить спільність елементів ландшафту даного географічного району, передусім, рельєфу та геологічної будови.

Ще наприкінці 1940-х рр. Р. Хортон сформулював низку теоретичних положень щодо структури гідрографічної мережі річкових басейнів. Зокрема, кількість водотоків різних порядків в даному басейні утворює ряд, що є близьким до низхідної геометричної прогресії; середня довжина водотоків кожного порядку в даному басейні утворює ряд, близький до висхідної геометричної прогресії; кількість водотоків кожного порядку та їхня середня довжина знаходяться в прямій залежності від порядку водотоку (власне, це положення є наслідком двох попередніх, оскільки є властивим будь-якій геометричній прогресії) [31]. Дослідження щодо співвідношення кількості та розмірів водотоків різних порядків

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

виконувалися багатьма вченими. Серед гідрологів колишнього СРСР треба відзначити прізвища М.О. Ржаніцина, Р.А. Нежиховського, І.Н. Гарцмана, Б.П. Панова та ін. [4, 17, 26]. За кордоном подібні дослідження здійснювали А. Штралер, В. Лангбейн, Д. Грей, Г. Шенк та ін. [33-35]. В Україні залежність між площею водозбору річок рівнинної території та їх довжиною досліджувалася А.В. Огієвським [18] та для річок Українських Карпат - Б.В. Кіндюком [7].

Дослідження показали наявність чіткої залежності між площею водозбору – F та довжиною головної річки – L . Залежність являє собою ступеневе рівняння виду:

$$F = k \cdot L^n \quad (1)$$

Використовуючи дані монографічних видань «Ресурси поверхностных вод СССР» Р.А. Нежиховський за даними понад 500 водозборів в межах Східно-Європейської рівнини побудував залежність $F=f(L)$ – рис.1. Довжина річок визначалася від найбільш віддаленої точки гідрографічної мережі. Отримана ним залежність має вигляд:

$$F = 0,58 \cdot L^{1,78} \quad (2)$$

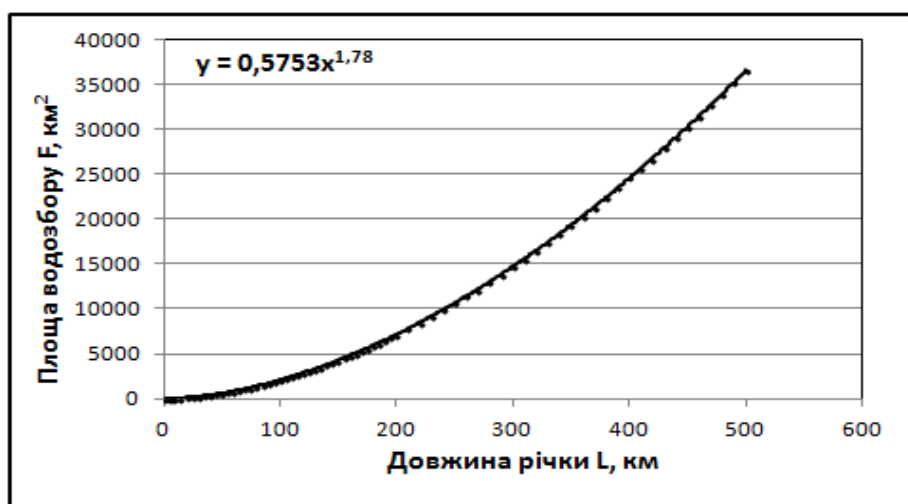


Рис.1. Залежність між довжиною річки (L) та площею її водозбору (F) для річок Східно - Європейської рівнини (за Р.А. Нежиховським, 1971 р.)

Слід зазначити, що Д. Грей узагальнив матеріали по річках США [32] та отримав аналогічний вираз:

$$F = 0,55 \cdot L^{1,76} \quad (3)$$

Близькість результатів свідчить про універсальність виявлених залежностей.

Отже, повертаючись до табл. 2.2 довідника «Малі річки України» (1991) [9], треба відзначити, що за наведеними у ній даними не спостерігається залежності між кількістю водотоків та площею їхнього водозбору. Адже чим меншою є градація площі водозбору водотоку, тим більшою повинна бути кількість таких водотоків в межах певної території. Ми ж спостерігаємо відсутність такої залежності за даними табл. 2.2 [9], що ілюструє рис. 2.

Звертає на себе увагу певний «провал» кількості річок у градації площ водозборів 10,1 - 20,0 км^2 (див. рис. 2). У ній у межах України автори нарахували лише 503 річки, тоді як у наступній градації з площами водозбору 20,1 - 50,0 км^2 - вже 8658 річок.



Рис.2. Кількість річок певної градації площі водозбору в межах України (рисунок виконано авторами статті за даними табл. 2.2 довідника «Малі річки...» [9])

Маючи кількість річок у кожній градації площ та їхню сумарну довжину (наведену авторами довідника [9] в тій же табл. 2.2), можна отримати середню довжину річок для кожної градації площ. Таким чином, отриманий послідовний ряд середніх довжин річок, починаючи від градації 10,1 – 20,0 км² до градації 1000,1 – 2000,0 км² є наступним: 2,58; 2,48; 2,82; 3,06; 3,59; 3,41; 3,46 км (рис.3).

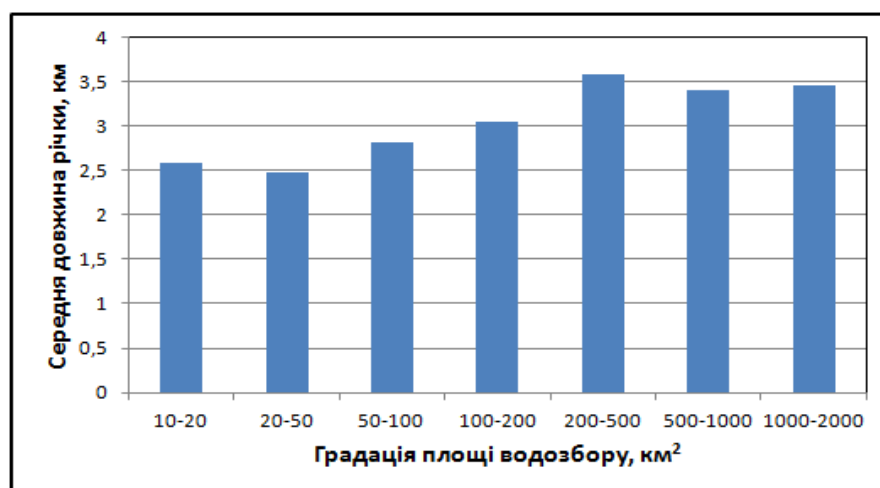


Рис.3. Середня довжина річок певної градації площі водозбору в межах України (рисунок виконано авторами статті за даними табл. 2.2 довідника «Малі річки...» [9])

Як видно з рис. 3, при зростанні площі водозбору річки в 100 разів (від градації 10,1 – 20,0 км² до градації 1000,1 – 2000,0 км²), її середня довжина збільшується лише в 1,3 рази (з 2,58 км до 3,46 км)! Це протирічить одному з класичних положень гідрографії про те, що середня довжина водотоків кожного порядку в даному басейні утворює ряд, близький до висхідної геометричної прогресії. За даними авторів розділу 2.1 довідника «Малі річки України» [9] в градації площ водозборів 1000,1 – 2000,0 км² маємо в Україні понад 5 тис. річок довжиною менше 10 км. Виникає питання - як річка може мати площу водозбору 1000 – 1500 км² при довжині менше 10 км? Для прикладу з гідрографії України: р. Стугна (притока Дніпра) – довжина 69,5 км, площа водозбору 787 км²; р. Росава (притока Росі) - довжина 90 км, площа

водозбору 1720 км², р. Полтва (притока Західного Бугу) – довжина 60 км, площа водозбору 1440 км². Звичайно, можна знайти виключення. Наприклад, річка Тікич (басейн Південного Бугу), що утворюється від злиття річок Гірський Тікич та Гнилий Тікич, має довжину 4,5 км при площі водозбору 6657 км². Хоча з точки зору класичної гідрографії (коли довжина річки визначається від найвіддаленішої точки гідрографічної мережі), правильно було б визначати довжину власне Тікича від витоку Гірського Тікича, що на 10 км довший за Гнилий. Подібні приклади (коли злиття кількох малих потічків утворює потік наступного порядку) можна знайти в басейнах річок Українських Карпат, але при менших площах водозбору. Наголошуємо, це лише виключення із загального тренду. Виникає питання, яким чином визначалися авторами відповідного розділу 2.1 довідника «Малі річки України» (1991) [9] площі водозборів річок довжиною менше 10 км?

Нагадаємо, що для розрахунків ними було використано дані, опубліковані в довіднику «Гидрологическая изученность». Останній, як зазначалося вище, містить дані про площі водозборів річок лише довжиною понад 10 км. До речі, якщо розглядати річки довжиною понад 10 км (табл. 4), то маємо тісну залежність площі водозбору від довжини річки (рис.4).

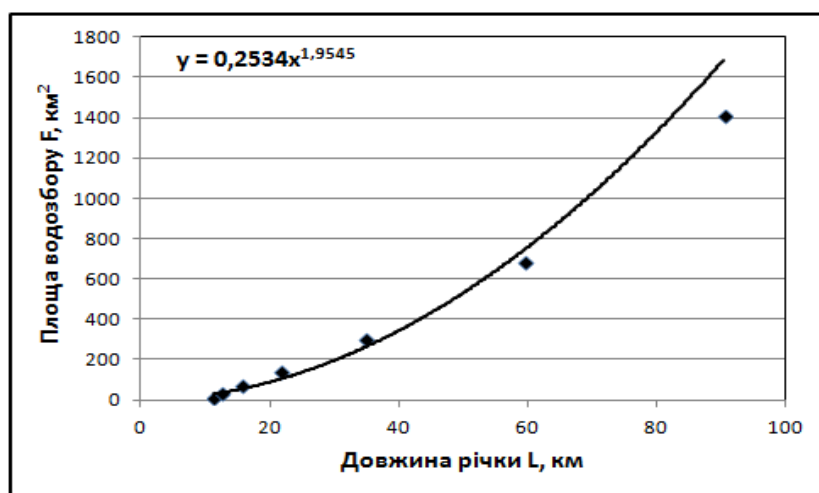


Рис.4. Залежність між довжиною річки (L) та площею її водозбору (F) для річок України довжиною понад 10 км (залежність отримана авторами статті за даними довідника [9])

Треба зазначити, що аналогічну залежність ($F = 0,25L^2$) було отримано А.В. Огієвським для річок рівнинної частини України ще наприкінці 1940-х рр. [18].

На нашу думку, для отримання даних про площі водозборів річок довжиною менше 10 км автори використовували метод басейнів-аналогів, а потім за перехідними коефіцієнтами (відношеннями) між кількістю річок певних категорій, середніми довжинами річок кожної категорії та їх площами було визначено площі водозборів річок для окремих територій. Виникає питання щодо кількості таких басейнів-аналогів та їх репрезентативності.

Власне, застосування такого способу визначення площ водозборів пояснює, чому в Україні досі відсутній каталог (реєстр) річок довжиною менше 10 км. Певні матеріали, що з'явилися в останні роки в розрізі окремих адміністративно-територіальних одиниць України [8, 21], не вирішують проблему. Вони містять дані щодо довжини річок та їх кількості, але не дають інформації про їх площі водозбору.

Важливою для дослідження гідрографії малих річок є також проблема відсутності власних назв малих водотоків, про що свідчить досвід складання

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

каталогів (реєстрів) малих річок окремих областей України [8, 21]. Зокрема, для водотоків довжиною 5-10 км власні назви відсутні в 40-50% випадків, а для водотоків меншої довжини процент таких випадків зростає до 80-90. Для центральної та південної частини України важливим чинником є також пересихання малих водотоків в маловодний період року, що ускладнює їхню ідентифікацію за матеріалами дистанційного зондування земної поверхні. Зокрема, за даними [8], з 1599 малих річок Кіровоградської області - пересихають повністю або частково в меженний період 1178 водотоків (або майже 74%).

Важливою є також необхідність ідентифікації за матеріалами дистанційного зондування статусу водотоку - як річки, чи як каналу (осушувального або зрошувального), оскільки значна частина останніх наразі не експлуатується (особливо канали внутрішньогосподарських мереж).

Сучасні методичні підходи в дослідженні гідрографії малих річок України, зрештою, можуть дати точнішу відповідь на питання про зникання малих річок. Процес, що дійсно має місце, основною причиною якого є осушення. Але в деяких публікаціях, що стосуються питань охорони довкілля, фігурує теза про 20 тис. малих річок, які зникли за останні десятиріччя на території країни. Як розуміємо, проаналізувавши за хронологією еволюцію різних авторитетних оцінок загальної кількості річок в Україні, цифра зниклих малих річок є достатньо умовною.

Висновки

Одним з важливих аспектів наближення України до європейських стандартів управління водними ресурсами має бути проведення інвентаризації річок на території держави за площами водозбору з використанням типології річок Водної рамкової директиви ЄС.

1. Типізація річок за площею водозбору, виконана вперше за параметрами ВРД ЄС при дослідженні гідрографії басейнів Росі та Вісли (Західного Бугу та Сану), показує, що при реалізації європейських методичних підходів на території всієї країни - в Україні «з'явиться» багато «великих» і низка «дуже великих» річок (за типологією ВРД ЄС).
2. Оцінки, виконані вперше в Україні за параметрами ВРД ЄС при дослідженні гідрографії басейнів Росі та Вісли (Західного Бугу та Сану), показують, що на території держави при реалізації європейських методичних підходів «з'явиться» багато великих і низка дуже великих річок.
3. Впродовж другої половини ХХ ст., коли реально почали займатися практичними питаннями гідрографії басейнів річок на території колишнього СРСР, цифра кількості річок в Україні значно змінювалася - від 22197 річок (1953 р.) до 72779 річок (1960 – 80 рр.), «стабілізувавшись» у 2001 р. – 63119 річок.
4. В цілому, тенденція зростання оціночної цифри кількості річок в Україні пояснюється удосконаленням методичних підходів – залученням крупномасштабних карт та матеріалів аерофотозйомки, що дало змогу додати не враховані раніше малі річки.
5. Оціночна цифра 63197 річок (в Україні) на сьогодні, коли розвинуті ГІС-технології та є широкий асортимент космічних знімків, теж вимагає уточнення.
6. Опубліковані в довіднику «Малі річки України» [9], та продубльовані у «Водному фонді України» [20], дані щодо розподілу кількості малих річок України (з площею водозбору до 2000 км²) за вісьмома градаціями площ

водозбору не є кондиційними, оскільки протирічать відомим положенням класичної гідрографії.

7. На сьогодні в Україні склалася ситуація, коли за відсутності даних про площі водозборів річок довжиною менше 10 км (та площею водозбору до 25 – 30 км²), не є можливим здійснити повністю типологію малих річок (за ВРД ЄС) з площею водозбору градації 10-100 км².
8. Створення нового каталогу (реєстру) річок України (з урахуванням водотоків довжиною менше 10 км) є складною проблемою, вирішення якої можливе лише за умови фінансової та технічної підтримки міжнародних проектів та при залученні спеціалістів басейнових та обласних управлінь водних ресурсів Держводагентства України з використанням ГІС-технологій, доповнених польовими гідрографічними обстеженнями річок.

Список літератури

1. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с.
2. Водний кодекс України / Відомості Верховної Ради України, 1995, №24, ст.189 (зі змінами та доповненнями протягом 2000-2014 рр.).
3. 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. – К. : «Інтерпрес», 2014. – 192 с.
4. Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрографические индикационные исследования // Водные ресурсы. - 1973. - №3. – С.109-123.
5. Гідрологічні розрахунки для річок України / За ред. Г.І.Швеця. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1962. – 390 с.
6. Каталог річок України / За ред. В.І Мокляка. К.: Вид-во АН УРСР, 1957 – 192 с.
7. Киндюк Б.В. Гидрографическая сеть и ливневой сток Украинских Карпат: Монография. – Одесса, Изд-во «ТЕС», 2003. – 220 с.
8. Кривульченко А.І. Водні об'єкти Кіровоградської області. Частина І. Словник водних об'єктів. Частина ІІ. Атлас гідрографічної мережі. Класифікатор водотоків. Водосховища: Монографія. – Кіровоград: Імекс, 2011. – 356 с.
9. Малі річки України: Довідник / За ред. А.В.Яцика. – К.: Урожай, 1991. – 296 с.
10. Материалы по типизации рек Украинской ССР. Типизация рек по основным гидрологическим и гидрографическим характеристикам / Под ред. Г.И. Швеца. - К.: Изд-во АН УССР, 1953. - Том 1.- 130 с.; Том 2. – 351 с.
11. Маштаков П.Л. Список рек Днепровского бассейна. С картой и алфавитным указателем. — СПб., 1913. — 292 с.
12. Маштаков П.Л. Список рек бассейнов Днестра и Буга (Южного). С картой и алфавитным указателем. — Петроград, 1917. – 112 с.
13. Маштаков П.Л. Список рек Донского бассейна. - Государственный гидрологический институт. — Л.: ГГИ, 1934. — 94 с.
14. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський та ін. – К.: Інтерпрес, 2013. – 55 с.
15. Методические указания управления гидрометслужбы, №56, ГГИ. Картометрические работы для получения гидрографических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 64 с.
16. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом / [В.А.Сташук, В.Б.Мокін, В.В.Гребінь, О.В.Чунарьов] / За ред. В.А.Сташука. – Херсон: Грін Д.С., 2014. – 320 с.
17. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 474 с.
18. Огиевский А.В. Основные закономерности в процессах стока на речных бассейнах. – Л.-М.: Гидрометеиздат, 1945. – 216 с.
19. Оцінка річкової мережі басейну Росії за типологією річок згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, П.О. Бабій, М.Р. Забокрицька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т. 2 (37). – С. 23-33.
20. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: довідковий посібник. – 1-е вид. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 390 с.; 2-е вид., доп. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 320 с.
21. Реєстр річок Вінницької області / Автор-укладач Гавриков Ю.С., Басейнове управління водними ресурсами річки Південний Буг. – Вінниця-Київ: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2010. – 30 с.
22. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Западная Украина и Молдавия: / [Под ред.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

М.С. Каганера]. - Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Том 6. - Вып.1. – 1969. - 884 с. **23.** Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Среднее и Нижнее Поднепровье: / [Под ред. М.С.Каганера]. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. – Том 6. - Вып.2. – 1971. - 656 с. **24.** Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья: / [Под ред. М.С.Каганера]. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - Том 6. - Вып.3. – 1967. - 492 с. **25.** Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Крым: / [Под ред. М.М.Айзенберга и М.С.Каганера]. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Том 6. - Вып.4. – 1966. - 344 с. **26.** Ржаницын Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 240 с. **27.** Родевич В.М. К вопросу классификации рек. Изв. ГГИ, №35, 1931. – С. 22-35. **28.** Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с. **29.** Терміни та визначення водних директив Європейського Союзу / С.О. Афанас'єв, ...В.В. Гребін, ... О.Г. Ободовський, ... В.К. Хільчевський та ін. – К.: Інтерсервіс, 2015. – 32 с. **30.** Хільчевський В.К. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС / В.К. Хільчевський, В.В. Гребін, М.Р. Забокрицька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т. 1 (40). – С. 32-44. **31.** Хортон Р. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. – М.: ИЛ, 1948. – 158 с. **32.** Энциклопедический словарь географических терминов / Под ред. С.В.Калесника. – М.: Сов. Энциклопедия, 1968. – 440 с. **33.** Gray D. Synthetic unit hydrographs for small watersheds / J. of the hydraul. div. proc. ASCE. – 1961, vol. 87. **34.** Langbein W. Some Channel Storage and unit Hydrograph Studies / Trans. Am. Geophys. Union, 1940, vol. 21. **35.** Strahler A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology // Geological Society of America Bulletin. – 1952. – P. 1117–1142.

Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі

Гребін В.В., Хільчевський В.К.

Доведено необхідність виконання досліджень річкової мережі районів річкових басейнів України із застосуванням типології річок, прийнятої в Європейському Союзі. Розглянуто історичні аспекти розвитку знань щодо гідрографічної мережі України. Здійснено аналіз окремих морфометричних характеристик річок країни за опублікованими даними. Доведено необхідність створення нового каталогу (реєстру) річок України із залученням міжнародної фінансової та технічної підтримки за участі спеціалістів басейнових та обласних управлінь водних ресурсів Держводагентства України.

Ключові слова: Водна рамкова директива Європейського Союзу, класифікація річок, кількість річок в Україні, річкова мережа, типологія.

Ретроспективный анализ исследований речной сети Украины и применение типологии рек Водной рамочной директивы ЕС на современном этапе

Гребень В.В., Хильчевский В.К.

Подтверждена необходимость проведения исследований речной сети районов речных бассейнов Украины с применением типологии рек, принятой в Европейском Союзе. Рассмотрены исторические аспекты развития знаний про гидрографическую сеть Украины. Проведен анализ отдельных морфометрических характеристик рек страны по опубликованным данным. Подтверждена необходимость создания нового каталога (реестра) рек Украины с привлечением международной финансовой и технической помощи при участии специалистов бассейновых и областных управлений водных ресурсов Госводагентства Украины.

Ключевые слова: Водная рамочная директива ЕС, классификация рек, количество рек в Украине, речная сеть, типология.

The retrospective analysis of the study on Ukrainian river network and implementation of the rivers typology of water bodies according to the EU Water framework Directive on the current phase

Grebin' V., Khilchevskyi V.

Proved the necessity of conducting the researches river network of the Ukraine river basins areas using river typology adopted by the European Union. Signing the Association Agreement between Ukraine and the European Union provides the approximation of Ukraine legislation to achieve the EU directives objectives related to water quality and water resources management.

The historical aspects of the development of knowledge about Ukraine river network are considered. It was shown that the main source of information about morphometric characteristics of the Ukraine river basins are outdated, and based on data from surveys of 50-60-years last centuries. The analysis of individual morphometric river characteristics by published data was done. Revealed a number of differences that require verification. In particular, the catchment area of 10 916 river (17.3%) of the country generally not defined. In order to receive data about river catchment area with length less than 10 km used method of basins analogs, and then by the transition coefficients (ratios) between number of rivers certain categories, the average length of each category of rivers and their catchment identified for specific areas. The question arises about the number of basins analogs and their representativeness.

Today in Ukraine there is a situation where the absence of data about river catchments area with length less than 10 km, it is not possible to make a fully typology of small (for WFD) river with catchment area of 10-100 km². Need information about streams with length from 5-6 kilometers. In order to receive the information is extremely important the materials of modern level of development GIS technology, supplemented by field hydrographic rivers surveys.

As the experience compiling catalogs (registers) of small rivers in individual Ukraine regions the important problem is the lack of own geographical names of streams with small length. In particular, 5-10 km length streams own names absent in 40-50% of cases, and for shorter streams percent of cases increases to 80-90. For central and southern Ukraine is also an important factor drying out of small streams in dry season, which complicates their identification by materials of remote sensing of the earth's surface.

It is also important the identification of a streams as river or channel (drainage or irrigation), since much of it is not yet exploited (especially channel of intraeconomic networks).

Is proved the necessity of making a new catalog (registry) of Ukraine rivers with the assistance of international financial and technical support with the participation of experts from basin and regional water resources management the State Agency of Water Resources of Ukraine.

Keywords: *EU Water Framework Directive, river classification, amount of rivers in Ukraine, river network, typology.*

Надійшла до редколегії 15.04.2016

УДК 556.16"45".18

Лобода Н.С., Божок Ю.В.

Одеський державний екологічний університет

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ВОДНІ РЕСУРСИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я У СЦЕНАРНИХ УМОВАХ (ЗА RCP4.5 та RCP8.5)

Ключові слова: водні ресурси, Північно-Західне Причорномор'я, глобальне потепління, сценарії зміни клімату, модель «клімат-стік».

Вступ. Територія Північно-Західного Причорномор'я знаходиться у зоні недостатнього зволоження і характеризується низьким стоком. Дефіцит водних ресурсів у межах Дунай – Дністер, Дністер – Південний Буг у багатьох випадках компенсується за рахунок використання стоку великих річок. За часів СРСР тут діяли потужні меліоративні системи, по яких виконувався перекид поверхневих вод. Багато малих та середніх річок були складовими цих систем. У теперішній час меліоративна мережа скоротилася, а створені з метою регулювання стоку водосховища та ставки перетворилися на штучні випарники, які замулюються і тривалий час пересихають. У останні два десятиріччя гідроекологічна ситуація досліджуваної території погіршилася через зміни клімату, які на території Північно-Західного Причорномор'я суттєво впливають на водність річок та водойм [9].

Зміст роботи відповідає напряму Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (ратифікована 29 жовтня 1996 року), Кіотського протоколу (ратифікований 4 лютого 2004 року), Регіональній програмі розвитку водного господарства Одеської області на період до 2021 року (затверджена рішенням Одеської обласної ради №882-VI від 18 вересня 2013 р.) та Регіональній програмі по збереженню та відновленню водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2016 рр. (затверджена зі змінами рішенням Одеської обласної ради №1023-VI від 21 лютого 2014 р.).

Дослідження виконане в рамках НДР МОН України «Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін» (№ д/р 0115U000631, термін 2015-2016 рр.) та «Оцінка кліматичних ризиків для галузей економіки України в умовах глобальних змін клімату» (№ держреєстрації 0113U000629, термін 2015-2016 рр.)

Вихідні передумови. Оцінки характеристик стоку річок Північно-Західного Причорномор'я за даними спостережень не є достовірними та надійними через їх недостатню тривалість та трансформацію водогосподарськими заходами. У минулі 25 років до антропогенних перетворень додалися зміни клімату [12]. У той же час приплив прісних вод від річок Північно-Західного Причорномор'я є важливою складовою водних балансів лиманів розглядуваної території [1]. Зміни водності річок в сучасних кліматичних умовах здатні впливати на гідрохімічний, гідробіологічний та гідроекологічний режими лиманів Одеської області й соціально-економічний стан прилеглих територій.

У метеорологічному відношенні територія Північно-Західного Причорномор'я вивчена набагато краще ніж у гідрологічному. Нестача необхідної гідрологічної

інформації може бути компенсованою математичним моделюванням характеристик стоку на основі використання метеорологічних даних та матеріалів про масштаби водоспоживання. У Одеському державному екологічному університеті під керівництвом проф. Є.Д. Гопченка та проф. Н.С. Лободи [2,5] було розроблено математичну модель, на вході якої використовуються кліматичні чинники формування стоку, визначені на основі даних спостережень у минулому чи за моделями розвитку глобального потепління у майбутньому, а на виході отримуються характеристики природного та побутового стоку у різних кліматичних умовах. Оскільки побудована в ОДЕКУ математична модель формування стоку базується на даних про клімат, вона отримала назву модель “клімат-стік”. Модель вміщує до себе два блоки. Перший блок дозволяє виконувати оцінку природного річного стоку на основі метеорологічних даних, другий – оцінку побутового (перетвореного водогосподарською діяльністю) стоку. Теоретичною базою першого блоку моделі є рівняння водно-теплогового балансу водозбору, другого – рівняння водогосподарського балансу водозбору, представлене у стохастичній (ймовірнісній) формі. Модель розглядає ланцюг послідовностей формування стоку: «клімат → кліматичний стік → підстильна поверхня → природний стік → водогосподарські перетворення → побутовий стік». Таким чином, вивчається та моделюється робота водогосподарської системи, яка підлягає зовнішнім (кліматичним) та внутрішнім (водогосподарським) впливам й певним чином реагує на ці впливи.

Стік, визначений за рівнянням водно-теплогового балансу, відображає взаємодію ресурсів зволоження (X) та тепла (E_m) і може бути визначеним за даними сценаріїв зміни клімату [14]:

$$Y_K' = X' + (w_1 - w_2)' - E_m' \left[1 + \left(\frac{X' + (w_1 - w_2)'}{E_m'} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (1)$$

де Y_K' - величина кліматичного стоку за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм; E_m' - величина максимально можливого випаровування за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм; X' - сума річних опадів за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм; n – параметр, який інтегрує фізико-географічні умови формування стоку; $(w_1 - w_2)'$ - зміна запасів води у ґрунті за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм. Для багаторічного періоду $(w_1 - w_2)' = 0$.

Максимально можливе випаровування E_m розглядається як складова прибуткової частини теплового балансу підстильної поверхні [8]

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2), \quad (2)$$

де R^+ - приходна частина радіаційного балансу; P^+ - приходна складова турбулентного теплообміну або тепло, яке надходить на ділянку суші в зв'язку з рухом повітря, тобто адвективне тепло; $B_1 - B_2$ - зміна запасів тепла в діяльному шарі ґрунту (теплообмін у ґрунті, позначається як ΔB); L - «приховане» тепло пароутворення.

Величина LE_m представляє граничні ресурси енергії, які забезпечують процес випаровування у визначених кліматичних умовах й називаються

«теплоенергетичними ресурсами клімату». У свою чергу E_m є «теплоенергетичним еквівалентом», тобто шаром води, який міг би випаритися з поверхні суші, якби на процес випаровування були витрачені усі теплоенергетичні ресурси клімату

$$E_m = \frac{R^+ + P^+ + (B_1 - B_2)}{L} \quad (3)$$

Таким чином, теплоенергетичний еквівалент E_m - це величина, яка за своїм фізичним змістом близька до величини E_0 - випаровуваності або максимально можливого випаровування, але на відміну від інших авторів, у інтерпретації В.С. Мезенцева вона набуває однозначного фізичного змісту.

Для масових розрахунків максимально можливого випаровування використовуються залежності від температур повітря, які є непрямим показником надходження сонячної радіації до підстильної поверхні. Для території України розроблені регіональні регресійні рівняння виду

$$\bar{E}_m = 0,224 \sum T_{>10} + 226, r = 0,91; \quad (4)$$

$$\bar{E}_m = 0,209 \sum T_{>0} + 179, r = 0,87; \quad (5)$$

$$\bar{E}_m = 13,3 \sum_{V}^{IX} T_M - 307, r = 0,94, \quad (6)$$

$$\bar{E}_m = 6,98 \sum_{IV}^{XI} T_M + 128, r = 0,91, \quad (7)$$

$$\bar{E}_m = 13,3 \sum_{V}^{IX} T_M - 307, r = 0,94, \quad (8)$$

де $\sum T_{>10}$ – сума добових температур повітря більше $10^\circ C$; $\sum T_{>0}$ – сума добових температур повітря більше $0^\circ C$; $\sum_{IV}^{XI} T_M$ - сума середніх місячних температур повітря

з квітня по листопад; $\sum_{V}^{IX} T_M$ - сума середніх місячних температур повітря з травня по вересень; r – коефіцієнт кореляції.

Найчастіше для розрахунків залучається рівняння (8), оскільки воно має високий коефіцієнт кореляції та використовує середні місячні, а не добові температури повітря.

Середня багаторічна величина річного стоку ототожнюється із зональним стоком у природних умовах [3].

Зміни посушливості клімату можуть бути охарактеризовані за допомогою показника посушливості β_X , який представляє собою співвідношення між ресурсами вологи і тепла:

$$\beta_X = \frac{\bar{X}}{E_m}, \quad (9)$$

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

де $\overline{X}$ - середнє багаторічне значення річних опадів, мм; $\overline{Em}$ - середнє багаторічне значення максимально можливого випаровування, мм.

Зміна співвідношення β_X у просторі може характеризувати ступінь зволоження (зволоженості) території [10]

$$\beta_X \geq 1,0 - \text{зона надмірного зволоження}, \quad (10)$$

$$0,8 < \beta_X < 1,0 - \text{зона достатнього зволоження}, \quad (11)$$

$$0,5 \leq \beta_X < 0,8 - \text{зона недостатнього зволоження}, \quad (12)$$

$$0,20 \leq \beta_X < 0,5 - \text{напіваридна зона}, \quad (13)$$

$$0,03 \leq \beta_X < 0,2 - \text{аридна зона}, \quad (14)$$

$$\beta_X < 0,03 - \text{гіпераридна зона}. \quad (15)$$

У 2013 р. Міжнародна робоча група з питань зміни клімату опублікувала П'яту «Спеціальну доповідь по сценаріях викидів» (СДСВ) [13]., в якій були представлені сценарії концентрацій парникових газів сімейства RCP (Representative Concentration Pathways – «характерні траєкторії змін концентрації»). Представлені сценарії задають безпосередньо зміну у часі середнього вмісту парникових газів в атмосфері Землі в залежності від передбачуваної динаміки викидів парникових газів та інших чинників, чим відрізняються від раніше досліджуваних сценаріїв (сценарні родини A1, A2, B1, B2), які враховували демографічні, економічні та науково-технічні фактори, а також зумовлені цими факторами викиди парникових газів. Чотири описані в доповіді траєкторії RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5 базуються на розгляді різниці додатного та від'ємного випромінювання в системі Земля-атмосфера до кінця XXI сторіччя у порівнянні із допромисловим періодом, які становлять відповідно, 2.6, 4.5, 6.0, 8,5 Вт/м² для кожного сценарію [13].

Згідно із сценарієм RCP4.5 глобальні викиди парникових газів повинні почати зменшуватись після 2040 р. За сценарієм RCP8.5 викиди повинні зростати протягом усього XXI сторіччя [11]. Саме ці два сценарії – «помірний» RCP4.5 та «агресивний» RCP8.5 - були обрані авторами для розгляду.

Метою дослідження є оцінка можливих змін характеристик клімату та водних ресурсів Північно-Західного Причорномор'я за сценаріями глобального потепління RCP4.5 та RCP8.5 на основі моделі «клімат-стік».

Виклад основного матеріалу. Для дослідження змін посушливості, основних кліматичних чинників формування стоку та водних ресурсів на основі сценаріїв змін клімату RCP4.5 та RCP8.5 у межах території Північно-Західного Причорномор'я розглядалися 10 точок-вузлів координатної сітки, які відповідають географічному положенню метеорологічних станцій Вознесенськ, Первомайськ, Баштанка, Миколаїв, Затишшя, Любашівка, Одеса, Сарата, Ізмаїл. Гідрометеорологічні характеристики, отримані в результаті застосування моделі за період 2011- 2050 рр., порівнювалися порівнювався із відповідними характеристиками базового періоду (до 1989 р.). Саме 1989 р. за даними В.В. Гребіня [4] став «переламним» роком, починаючи з якого зміни температурного режиму на території України набули значущості.

Аналіз змін посушливості клімату, виконаний за допомогою показника посушливості β_X , дозволив зробити висновки про поширення напіваридної зони на північ. До 1989 року ізолінія $\beta_X=0,5$, яка розглядається як межа між зоною недостатнього зволоження та напіваридною зоною, проходила майже по узбережжю

Чорного моря (рис.1). За період 2011-2050 рр. вона “піднялася” до північних частин лиманів (рис.2). При розгляді розподілу β_X для сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 можна зробити висновок, що процес поступового переміщення степової зони в лісостеп продовжується, а в степу будуть спостерігатися кліматичні умови напівпустель $\beta_X < 0,5$. Це може призвести до катастрофічних наслідків, оскільки екосистеми Північно-Західного Причорномор’я не встигнуть адаптуватися до різких і швидких змін клімату.

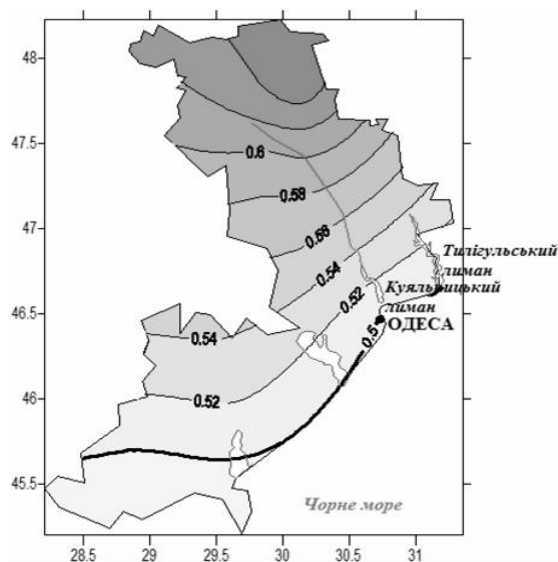


Рис. 1. Просторовий розподіл показника посушливості/зволоженості β_X на території Північно-Західного Причорномор’я за період до 1989 р.

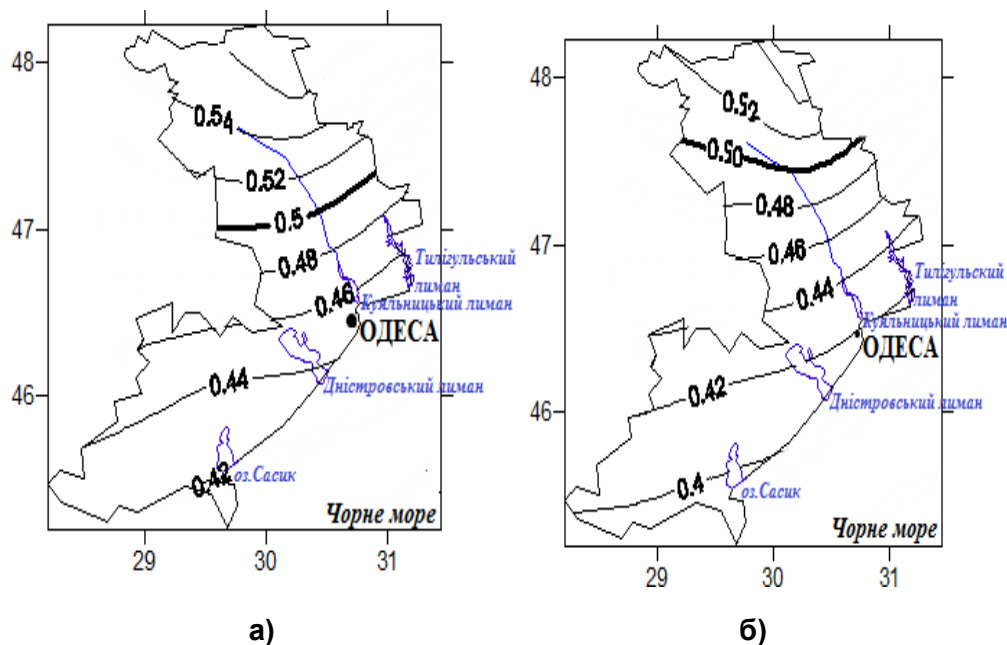


Рис. 2. Просторовий розподіл показника посушливості β_X за даними 2011-2050 рр. на території Північно-Західного Причорномор’я (а – за сценарієм RCP4.5, б – сценарієм за RCP8.5).

Для аналізу закономірностей коливань сум річних опадів та середніх річних температур повітря у XXI сторіччі був застосований метод різницевої інтегральної кривої. Згідно із цим методом період часу, для якого ділянка інтегральної кривої має похил уверх, відповідає додатній фазі коливань. Якщо ж ділянка кривої нахилена донизу, то це означає, що в відповідний розрахунковий період має місце від'ємна фаза коливань.

У коливаннях середніх річних температур повітря за сценарієм RCP4.5 виділяється перехід до додатної фази коливань у 2019 р. Додатна фаза продовжується до 2050 р., але накопичення додатних відхилень річних температур повітря від середнього арифметичного значення відбувається дуже повільно (рис. 3а). У сценарії RCP8.5 додатна фаза коливань температури починається з 2017 р., але до 2036 р. сума від'ємних відхилень практично дорівнює сумі додатних відхилень, через що різницева інтегральна крива практично не має похилу (рис.3б).

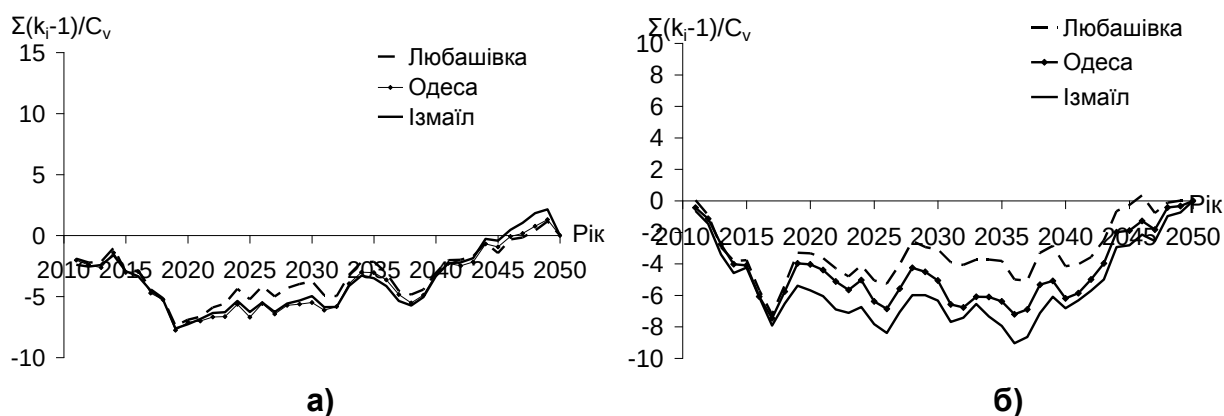


Рис. 3. Різницево-інтегральні криві середніх річних температур повітря на метеостанціях Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм RCP4.5 (а) та RCP8.5 (б) за період 2011-2050 рр.

У багаторічних коливаннях опадів добре виділяється маловодна фаза, яка триває з 2020 по 2048 рр. за сценарієм RCP4.5 (рис.4а) та з 2017 по 2043рр. за сценарієм RCP8.5 (рис.4б). На фоні від'ємної фази формуються сплески зволоження у 30-ті роки XXI сторіччя. Співставлення різницевої інтегральної кривої середніх річних температур повітря та річних сум опадів, отриманих для двох розглядуваних сценаріїв по декільком метеостанціям Північно-Західного Причорномор'я дозволило зробити висновок про наявність синхронності у їх багаторічних коливаннях. Порівняння особливостей коливань опадів за рік, теплий та холодний періоди показало, що особливості річних коливань визначаються, насамперед, коливаннями опадів теплої фази. Проте характер змін середніх річних температур повітря визначається температурами холодної фази.

Згідно із результатами розрахунків за моделлю "клімат-стік" у період 2011-2050 рр. за сценарієм RCP4.5 очікується зменшення середніх багаторічних сум опадів на 13,0% (табл.1). Температури повітря зростатимуть, але дуже повільно. В результаті суттєвих змін максимально можливого випаровування не відбудеться, середнє відносне відхилення величин $\bar{E}_m$, розрахованих за сценарними даними для 2011-2050 рр., від значень $\bar{E}_m$, визначених до 1989 р. , буде вкрай незначним і становитиме лише $\pm 1,4\%$ (табл.1).

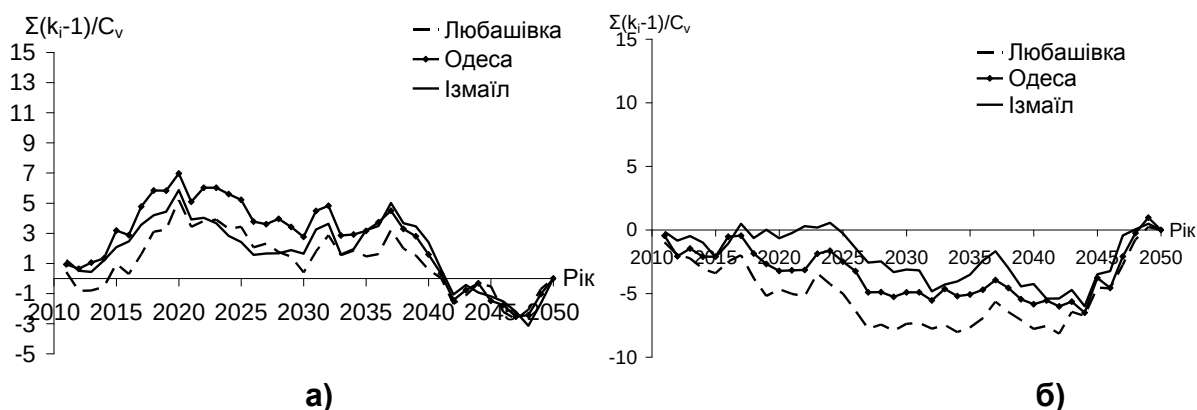


Рис. 4. Різницево-інтегральні криві середніх річних сум опадів на метеостанціях Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм RCP4.5 (а) та RCP8.5 (б), 2011-2050 рр.

Таблиця 1. Зміни ресурсів вологи $\bar{X}$ та тепла $\bar{E}_m$ на території Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм RCP4.5 у порівнянні із даними до 1989 р.

Метеостанція	Опади $\bar{X}$, мм			Максимально можливе випаровування $\bar{E}_m$, мм		
	до 1989 року	2011-2050 роки	δ , %	до 1989 року	2011-2050 роки	δ , %
Вознесенськ	507	451	-11	937	913	-2,6
Первомайськ	553	483	-12,7	895	867	-3,1
Баштанка	513	451	-12,1	926	927	0,1
Херсон	485	396	-18,4	1000	986	-1,4
Миколаїв	500	419	-16,2	990	960	-3
Затишся	516	464	-10,1	896	886	-1,1
Любашівка	540	485	-10,2	869	860	-1
Одеса	476	430	-9,7	946	952	0,6
Сарата	482	413	-14,3	955	950	-0,5
Ізмаїл	495	420	-15,2	981	991	1
сер.	507	441	-13,0	940	929	±1,4

Сценарій RCP8.5 для території Північно-Західного Причорномор'я також прогнозує зменшення середніх багаторічних сум опадів на 16,2% (табл.2) при незначних змінах максимально можливого випаровування (у порівнянні із даними до 1989 р.). Особливістю розглянутих сценаріїв є дуже поступове зростання у часі температур повітря за холодний період.

У минулому сторіччі (до 1989 р.) норма річного кліматичного стоку змінювалася на території Одещини з 34 мм на північному заході до 14мм на південному сході [2].

У нових кліматичних умовах, які відповідають сценарним даним періоду 2011-2050 рр., очікується зменшення водних ресурсів, яке становитиме -37,4% для сценарію RCP4.5 та -48,6% для сценарію RCP8.5 (табл. 3), що пов'язано із прогнозованим за цими сценаріями зменшенням ресурсів зволоження.

Таблиця 2. Зміни ресурсів вологи $\bar{X}$ та тепла $\bar{E}_m$ на території Північно-Західного Причорномор'я за сценарієм RCP8.5 у порівнянні із даними до 1989 р.

Метеостанція	Опади $\bar{X}$, мм			Максимально можливе випаровування $\bar{E}_m$, мм		
	до 1989 р.	2011-2050 рр.	δ , %	до 1989 р.	2011-2050 рр.	δ , %
Вознесенськ	507	423	-16,6	937	931	-0,6
Первомайськ	553	469	-15,2	895	882	-1,5
Баштанка	513	434	-15,4	926	943	1,8
Херсон	485	397	-18,1	1000	1000	0
Миколаїв	500	402	-19,6	990	975	-1,5
Затишшя	516	439	-14,9	896	904	0,9
Любашівка	540	474	-12,2	869	877	0,9
Одеса	476	407	-14,5	946	970	2,5
Сарата	482	400	-17	955	970	1,6
Ізмаїл	495	402	-18,8	981	1014	3,4
сер.	507	425	-16,2	940	947	±1,5

Таблиця 3. Зміни водних ресурсів на території Північно-Західного Причорномор'я за сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 в різні часові інтервали

Метеостанція	Середні багаторічні значення кліматичного стоку, мм				
	до 1989 р.	за сценарієм RCP4.5		за сценарієм RCP8.5	
		2011- 2050 рр.	δ , %	2011-2050 рр.	δ , %
Вознесенськ	28	16,8	-40	12,5	-55,4
Первомайськ	40	25	-37,5	21,3	-46,8
Баштанка	26	16,1	-38,1	13,2	-49,2
Херсон	14	8,2	-41,4	7,9	-43,6
Миколаїв	17	11	-35,3	9	-47,1
Затишшя	29	20,3	-30	15,5	-46,6
Любашівка	37	25,8	-30,3	22,5	-39,2
Одеса	19	12,5	-34,2	9,6	-49,5
Сарата	19	10,7	-43,7	8,9	-53,2
Ізмаїл	18	10,1	-43,9	8,1	-55
Середнє	23	14,8	-37,4	12,3	-48,6

Просторовий розподіл ізоліній норм річного кліматичного стоку відображає суттєве зменшення діапазону змін водних ресурсів по території, який буде становити 24-10 мм для сценарію RCP4.5 та 20-6 мм для сценарію RCP8.5 (рис.5).

Слід зазначити, що із урахуванням впливу підстильної поверхні, дія якої проявляється на річках з нестійким підземним живленням у вигляді втрат стоку у пониженнях рельєфу, та водогосподарської діяльності, що посилює зменшення стоку в умовах змін клімату, зменшення водних ресурсів у 2011-2050рр. XXI сторіччя буде перевищувати 50%. За рекомендаціями ООН зменшення середнього багаторічного річного стоку більше ніж на 50% призводить до руйнування водних ресурсів, а більш ніж на 75% до незворотного їх руйнування. Отже, як і за попередніми сценаріями, у XXI сторіччі Північно-Західне Причорномор'я підпадає у область руйнування водних ресурсів.

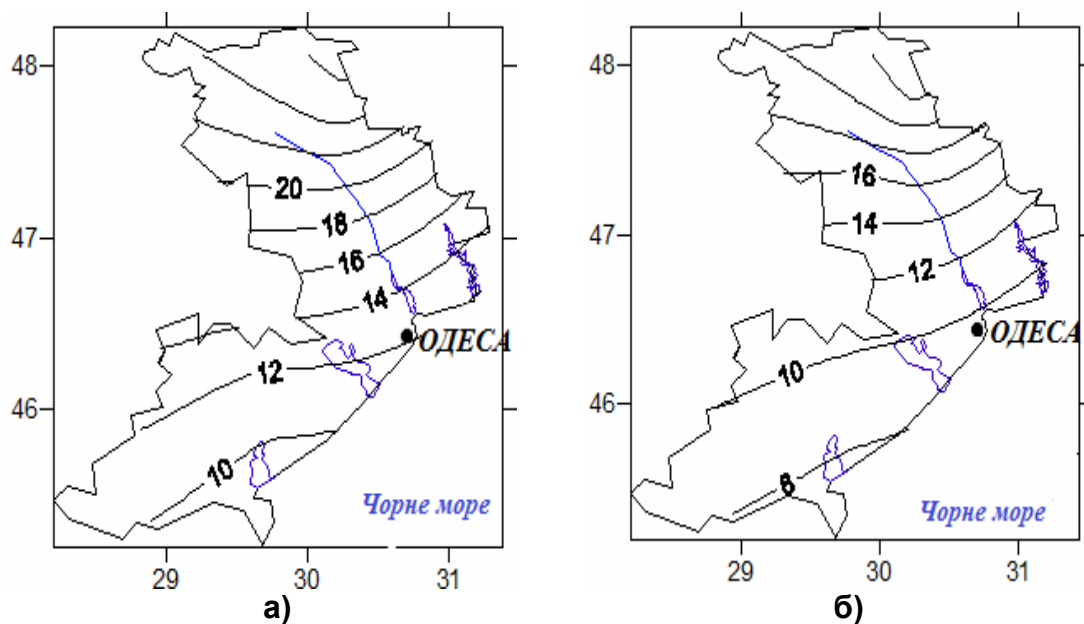


Рис. 5. Розподіл ізолій норм річного кліматичного стоку у період 2011-2050 рр. за даними сценарію RCP4.5 (а) та RCP8.5 (б)

Висновки. За отриманими розрахунками встановлено, що у Північно-Західному Причорномор'ї за даними сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5 для періоду 2011-2050рр. умови формування водних ресурсів будуть погіршуватися через зменшення річної кількості опадів. Якщо у минулому сторіччі річна сума опадів змінювалася на досліджуваній території від 550 мм до 450 мм, то за сценарієм RCP4.5 ці зміни будуть знаходитися у діапазоні 485-396 мм, а за сценарієм RCP8.5 у діапазоні 474-397 мм. Теплоенергетичні ресурси клімату зростатимуть дуже повільно. Показано, що посушливість клімату буде зростати через зменшення ресурсів зволоження, що призведе до переходу до напіваридного клімату на південній території України. За різницею інтегральними кривими встановлено, що за обома сценаріями коливання опадів знаходитимуться у маловодній фазі до середини 30-х років поточного сторіччя. У 30-ті роки на фоні від'ємної фази можливі "сплески" зволоження. Надалі маловодна фаза коливань опадів буде продовжуватись.

Водні ресурси мають зменшитися у середньому за період 2011-2050 рр. на -37,4% за сценарієм RCP4.5 та на -48,6% за сценарієм RCP8.5. Отримані результати відрізняються від отриманих за сценарієм A1B (модель REMO) [6] і сценарієм A2 (модель RSA3) [7] тим, що зменшення водних ресурсів забезпечується зменшенням річних сум опадів, а не тільки температур повітря.

Список літератури

1. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья / Под ред. Ю.С. Тучковенко, Е.Д. Гопченко. – Одесса: ТЕС, 2012 – 224 с.
2. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). – Киев: КНТ, 2005. – 188 с.
3. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплогового балансу // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2001. – Вип. 249. – С. 106-120.
4. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
5. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
6. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Божок Ю.В. Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та

майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління A1B) // Український гідрометеорологічний журнал. – 2014. – Вип. 15. – С. 149-159. **7. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Божок Ю.В.** Оцінка впливу змін клімату на водні ресурси України на основі моделі «клімат-стік» за сценарієм глобального потепління A2 // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36). – С. 8-17. **8. Мезенцев В.С., Карнацевич И.В.** Увлажненность Западно-Сибирской равнины - Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 75 с. **9.** Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / Під ред. Степаненко С.М., Польового А.М. – Одеса: Екологія, 2011. – 605 с. **10. Родда Дж.** Грани гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Т.2. – 534 с. **11. Степаненко С.М.** Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів ВНЗ. – Одеса: Екологія, 2013. – 204 с. **12.** Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. *Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: колективна монографія.* – Одеса: ТЕС, 2015. – 520 с. **13.** IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. **14. Loboda N.S.** The assessment of present and future Ukrainian water resources on meteorological evidence // Proceedings of The Second International Conference on Climate and Water. - vol.3. - Espoo, Finland: Edita Ltd, Helsinki. - 1998. - p.1486-1494.

Вплив кліматичних змін на водні ресурси Північно-Західного Причорномор'я у сценарних умовах (за RCP4.5 та RCP8.5)

Лобода Н.С., Божок Ю.В.

Установлені основні тенденції зміни кліматичних чинників формування стоку та водних ресурсів Північно-Західного Причорномор'я на основі моделі «клімат-стік» у майбутньому з використанням сценаріїв глобальної зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5. Показано, що до середини XXI сторіччя умови формування стоку річок будуть погіршуватися, що призведе до зменшення водних ресурсів на -37.4% за сценарієм RCP4.5, а за сценарієм RCP8.5 на -48.6%.

Ключові слова: водні ресурси, Північно-Західне Причорномор'я, глобальне потепління, сценарії зміни клімату, модель «клімат-стік».

Влияние климатических изменений на водные ресурсы Северо-Западного Причерноморья в сценарных условиях (по RCP4.5 и RCP8.5)

Лобода Н.С., Божок Ю.В.

Установлены основные тенденции изменения климатических факторов формирования стока и водных ресурсов Северо-Западного Причерноморья на основе модели «климат-сток» в будущем с использованием сценариев глобального изменения климата RCP4.5 и RCP8.5. Показано, что к середине XXI века условия формирования стока рек будут ухудшаться, что приведет к уменьшению водных ресурсов на -37.4% по сценарию RCP4.5, а по сценарию RCP8.5 – на -48.6%.

Ключевые слова: водные ресурсы, Северо-Западное Причерноморье, глобальное потепление, сценарии изменения климата, модель «климат-сток».

The impact of climate changes on water resources of the North-Western Black Sea Region in the scenario conditions (by RCP4.5 and RCP8.5)

Loboda N.S., Bozhok Y.V.

Data of climate change scenarios RCP8.5 and RCP4.5 (Representative Concentration Pathways) are used. They were proposed for consideration in the Fifth Report of Intergovernmental Panel on Climate Change in Geneva. Average long-term annual flow values using meteorological data (air temperature and precipitation) from the scenarios for the period 2011-2050 were calculated. Ten points (grid nodes) uniformly distributed on the territory of North-Western Black Sea Region were studied. The calculations were made based on the model "climate-runoff", developed in Odessa State Environmental University. As the inputs to the model climatic factors of the flow are used. They are defined on the basis of observations in the past or from models of global warming in the future. And the outputs are the characteristics of natural and domestic flow in different climatic conditions. Projection of changes in water resources was given by comparing the calculation results in the past (before 1989) and in the future (2011-2050).

By integral curves were established that fluctuations in precipitation will be in the dry phase to the middle 30s of the XXI century under both scenarios. In 30s "bursts" of moisture will be possible on the background

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

of negative phase. Further dry phase of precipitation fluctuations will be continue.

The major trends in water resources of North-Western Black Sea Region were established. It is shown that by the middle of the XXI century conditions of river flow formation will be deteriorate. This will lead to decreasing of water resources up to -40% according to temperate scenario RCP4.5, and almost -50% according to more aggressive scenario RCP8.5.

Analysis of changes in the ratio of moisture and heat resources showed that climate aridity will be intensify and the insufficient moisture zone and the semiarid zone will be widen. The process of moving a forest-steppe zone could lead to catastrophic consequences, because ecosystems do not have time to adapt to the sudden and rapid changes in climate.

Keywords: water resources, North-Western Black Sea Region, global warming, climate change scenarios, the model "climate-runoff".

Надійшла до редколегії 18.04.2016

УДК 556.162

Мірошніченко К.А., Чорноморець Ю. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВОДНИЙ БАЛАНС ТА ДИНАМІКУ СТОКУ ВОДИ РІЧКИ ВОРСКЛА

Ключові слова: Ворскла; водний баланс; шар опадів, стоку, сумарного випаровування; однорідність; багаторічні коливання.

Вступ. Клімат на нашій планеті змінюється і досить швидко. Останнім часом факт зміни клімату підтверджується збільшенням катастрофічних явищ – повеней, посух, вивержень вулканів, лісових пожеж, інверсій температури повітря тощо[1]. Через кліматичні зміни погодні умови стають більш жорсткими. **Посухи й повені** почастишали, їх руйнівний вплив збільшується, як і наслідки для економік різних країн [7]. На думку багатьох учених, якщо не вжити заходів, спрямованих на зменшення промислових викидів парникових газів, то у XXI ст. ефект потепління буде посилюватися [4]. Наслідки глобальної зміни клімату стають все більш відчутними і в Україні, де середня температура повітря зросла за останні п'ятдесят років у північно-східному і південно-східному регіонах на 2,7–2,8°C, а у північно-західному на 1,1–1,7°C [6]. Це вже призвело до певних змін у ритмі сезонних коливань природних систем.

В межах Рамкової конвенції ООН про зміни клімату, що відбулася у листопаді 2015 року в Парижі, презентували фінальний проект угоди щодо здійснення комплексу заходів для зниження їх негативних наслідків. Цей документ майже два тижні обговорювався делегатами з понад 190 країн. Глобальна мета попереджувальних заходів, що рекомендовані урядам країн-учасників – тримати потепління у рамках не більше 2°C і навіть зменшити цю планку до 1,5°C[5].

Вихідні передумови. На сьогоднішній день існує значна кількість наукових досліджень сучасних коливань водного стоку річок, обумовлених змінами клімату. У багатьох роботах вказується на те, що зміни клімату безпосередньо впливають на водний режим річок і призводять до порушення стаціонарності рядів спостережень. Так, на початку 90-х років XX сторіччя з'явилися публікації російських авторів: І. А. Шикломанова, В. І. Бабкіна, В. Ю. Георгієвського стосовно змін гідрологічного режиму водних об'єктів під впливом змін клімату. В Україні вплив сучасних змін клімату на водний режим річок досліджували такі вчені як Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Войцехович В.О., Вишневський В.І., Гребінь В.В., Лук'янець О.І, Балабух В.О., Сніжко С.І., Струтинська В.М., Василенко Є.В. та ін. У роботі Гребеня В.В. [3]

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

виконано узагальнюючий аналіз впливу кліматичних змін на сучасний водний режим річок України, його внутрішньорічний розподіл на основі ландшафтно-гідрологічного аналізу.

Метою досліджень є виявлення відхилень у внутрішньорічному та багаторічному розподілі складових водного балансу басейну річки Ворскла, що обумовлені кліматичними змінами.

Постановка завдання. Оцінку спостережень за змінами клімату, регулярно надає для урядових та громадських організацій Міжурядова група експертів зі змін клімату (МГЕЗК) при ООН та Всесвітня Метеорологічна Організація (ВМО). ВМО прийняла стандартний період кліматичної норми 1961-1990 рр., що найбільш повно характеризує період до появи чітко виражених кліматичних змін [8]. Тому в даній роботі наводиться порівняльний аналіз водного балансу за період кліматичної норми та сучасний період, обмежений 2012 роком.

Для отримання бази вихідних даних було опрацьовано метеорологічні щомісячники, гідрологічні щорічники та багаторічні відомості про режим та ресурси поверхневих вод. Відповідно до зазначеного вище періоду зібрано відомості про результати спостережень на метеорологічних станціях Суми, Гадяч, Полтава. Зокрема, про такі характеристики: атмосферні опади, мм; абсолютна вологість повітря, мБ; температура повітря, °С. За даними всіх діючих на сьогодні в басейні Ворскли гідрологічних постів Чернеччина, Кобеляки та Богодухів було зібрано інформацію про середні місячні і річні витрати води, мінімальні витрати води в період відкритого русла та за наявності льодових явищ, а також максимальні витрати періоду весняного водопілля. Всі розрахунки проведено за гідрологічний рік, початок якого відноситься до 1 листопаду.

Для обчислення середніх багаторічних значень сум опадів та сумарного випаровування в межах річкового басейну Ворскли було обрано метод зважування або метод трикутників. За побудованою в програмі Arc Gis карта басейну річки Ворскла (рис 1) обчислено вагові площинні коефіцієнти основних метеостанцій.

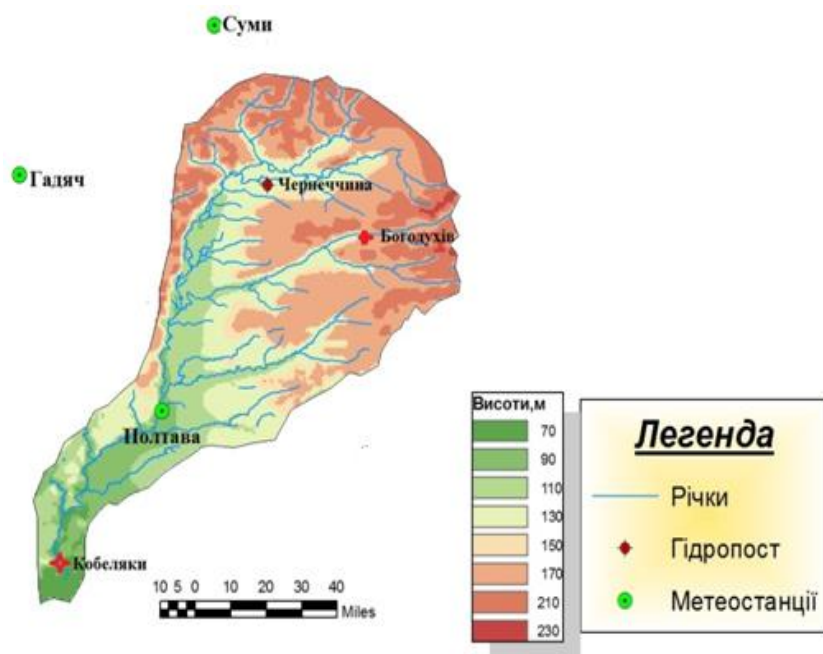


Рис. 1 Карта розташування гідрологічних постів та метеорологічних станцій в басейні р. Ворскла

Таким чином, отримана розрахункова формула для визначення середніх місячних і річних метеорологічних характеристик за окремий рік та багаторічний період в басейні річки:

$$X = X_c * 0,49 + X_g * 0,13 + X_p * 0,38, \quad (1)$$

де X_c , X_g , X_p - це кількість опадів, відповідно, за даними метеостанцій Суми, Гадяч, Полтава

З метою обчислення у рівнянні водного балансу середнього місячного і річного шару стоку води з гідрологічних щорічників виписано середню витрату по місяцях за даний період в замикальному створі р. Ворскла – м. Кобеляки. Величина підземного стоку ($Y_{підз}$) визначена через абсолютні мінімальні витрати води гідрологічного року. Різниця між загальним річним шаром стоку ($Y_{заг}$) та постійним підземним стоком ($Y_{підз}$) становить суму поверхневого та підповерхневого стоку та позначається в даній роботі як $Y_{пов}$. До поверхневої дана частина річкового стоку відноситься, оскільки це спільний сніговий і дощовий стік, тобто стік поверхневого походження.

Рівняння водного балансу в такому випадку мають наступний вигляд:

$$X = Y_{заг} + Z \pm \mu, \quad (2)$$

а деталізоване відносно видів стікання стоку води

$$X = Y_{пов} + Y_{підз} + Z \pm \mu, \quad (3)$$

де X - опади, мм; $Y_{пов}$ - поверхневий стік, мм; $Y_{підз}$ - підземний стік, мм; Z – сумарне випаровування, мм; μ - нев'язка розрахунку водного балансу, мм.

Для оцінки часової мінливості складових водного балансу використано два окремі підходи. З одного боку, порівнюючи наявні кліматичні і гідрологічні характеристики сучасного періоду з періодом кліматичної норми, виявлено кількісні значення їх відхилень. З іншого боку, використовуючи апарат різницевого інтегральних кривих відображено характерні тенденції в багаторічній динаміці окремих складових водного балансу р. Ворскла [2].

Початковим етапом роботи з вихідною гідрологічною та метеорологічною інформацією є оцінка її однорідності [2]. Результати оцінки однорідності вихідних послідовностей за параметричними критеріями Стюдента і Фішера та за непараметричним критерієм Вількоксона наведено в (табл.1).

В табл.1 визначено однорідність основних складових водного балансу басейну річки Ворскла порівняно з періодом кліматичної норми. Аналізуючи табл.1, можна сказати, що ряди річної суми опадів є однорідними. Порушення однорідності зафіксоване в рядах температури і вологості повітря за критеріями Фішера та Вількоксона. Таке порушення одночасно свідчить і про неоднорідність багаторічного ходу сумарне випаровування в басейні р. Ворскла, оскільки його величина визначалася за методом А. Р. Константінова [2], відповідно до якого основними характеристиками розрахунків є саме зазначені вище температура та вологість повітря. Порушення однорідності в рядах середньої річної температури повітря підтверджує наявність спрямованих змін клімату в межах водозбору р. Ворскла. Річковий стік відреагував на такі зміни наступним чином: зростання температури на даному етапі викликало порушення однорідності річкового стоку лише за критерієм Фішера, що свідчить про відмінності розподілу дисперсії вихідних послідовностей.

Таблиця 1. Оцінка однорідності основних складових водного балансу р. Ворскла – с. Кобеляки

Характеристика	Критерій	Розрахункова статистика	Теоретично допустима (довірча область $2\alpha = 5\%$)	Прийнята гіпотеза
Річна сума опадів, мм	F*	3,02	$\pm 2,17$	Неоднорідний
	t**	0,45	$\pm 2,01$	Однорідний
	U***	328	213 - 417	Однорідний
Середня річна температура повітря, °C	F	1,31	$\pm 2,17$	Однорідний
	T	3,35	$\pm 2,01$	Неоднорідний
	U	470	213 - 417	Неоднорідний
Середня річна вологість повітря, мБ	F	1,57	$\pm 2,17$	Однорідний
	T	3,07	$\pm 2,01$	Неоднорідний
	U	465	213 - 417	Неоднорідний
Шар постійного підземного стоку, мм	F	3,05	$\pm 2,39$	Неоднорідний
	T	0,87	$\pm 2,02$	Однорідний
	U	219	174 – 353	Однорідний
Шар поверхневого стоку, мм	F	4,6	$\pm 2,39$	Неоднорідний
	T	1,6	$\pm 2,02$	Однорідний
	U	321	174-353	Однорідний
Загальний шар стоку, мм	F	5,40	$\pm 2,39$	Неоднорідний
	T	1,07	$\pm 2,02$	Однорідний
	U	304	174-353	Однорідний

Примітка: F*- критерій Фішера; t**- критерій Стюдента; U***- критерій Вількоксона

Виклад основного матеріалу. Використовуючи рівняння (2) та (3) обчислено водний баланс р. Ворскла за два зазначених періоди – кліматичної норми та сучасний (табл.2)

Таблиця 2 Водний баланс річкового басейну р. Ворскла –с Кобеляки за два характерних періоди

Складові водного балансу	Періоди		Відхилення
	Кліматична норма	Сучасний період	
X	588	576	-12
Y _{заг}	83	73	-10
Y _{пов}	63	52	-11
Y _{підз}	20	23	3
Z	524	541	17
Нев'язка розрахунку	-18	-37	-19

Порівнявши складові водного балансу водозбору р. Ворскла можна прослідкувати певні тенденції у змінах їх елементів. Прихідна частина водного балансу у сучасний період зменшилася на 12 мм. Зміни витратної частини взаємно компенсувалися, але лише частково, тобто збільшення сумарного випаровування на 17 мм призвело до зменшення стоку на 10 мм в сучасний період у порівнянні з кліматичною нормою.

В загальній структурі річкового стоку відбулися зміни у двох протилежних напрямках. З одного боку, зниження опадів на 12 мм призвело до зниження поверхневого стоку на 11 мм, але з іншого, постійний підземний стік виріс на 3 мм. Це сталося переважно за рахунок зимового сезону, про що йтиметься далі.

Кліматичні зміни в басейні річки Ворскла визначаються, насамперед, коливаннями температури повітря, від якої також безпосередньо залежить величина сумарного випаровування.

При аналізі різницевих інтегральних кривих середніх річних значень температури повітря за даними окремих метеорологічних станцій та в цілому по басейну р. Ворскла (рис. 2) з'ясувалося, що мають місце спрямовані зміни загального напрямку коливань, що підтверджується порушенням їх однорідності за критеріями Стюдента і Вількоксона (див.табл. 1).

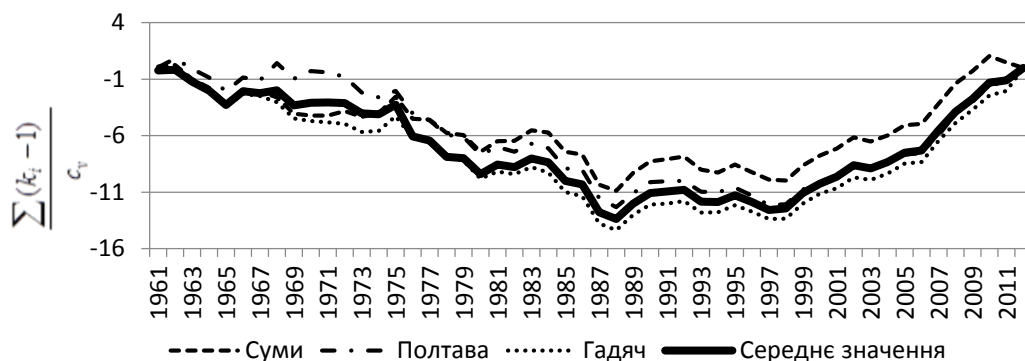


Рис.2. Різницеві інтегральні криві середніх річних значень температури повітря за даними метеостанцій Суми, Полтава, Гадяч

Таким чином, середні річні значень температури повітря характеризуються, в загальному випадку, тенденцією до зниження у період від початку спостережень до 1988 року та тенденцією до зростання з 1989 по 2012 рр. На фоні чітко вираженої загальної тенденції можна виділити декілька періодичностей нижчого структурного рівня тривалістю близько 8 років, наприклад, 1981-1988 рр. та 1989-1997 рр.

Крім багаторічної динаміки гідрологічних та метеорологічних характеристик досить важливим показником для розуміння специфіки процесів, що відбуваються в межах басейну річки, є аналіз їх внутрішньорічного розподілу. Для цього побудовані гістограми відхилень відповідних місячних показників, порівняно з періодом кліматичної норми. Розмірність кожного з показників та їх відхилення, за виключенням температури повітря, наводяться в мм (див. рис. 3,4,6,7).

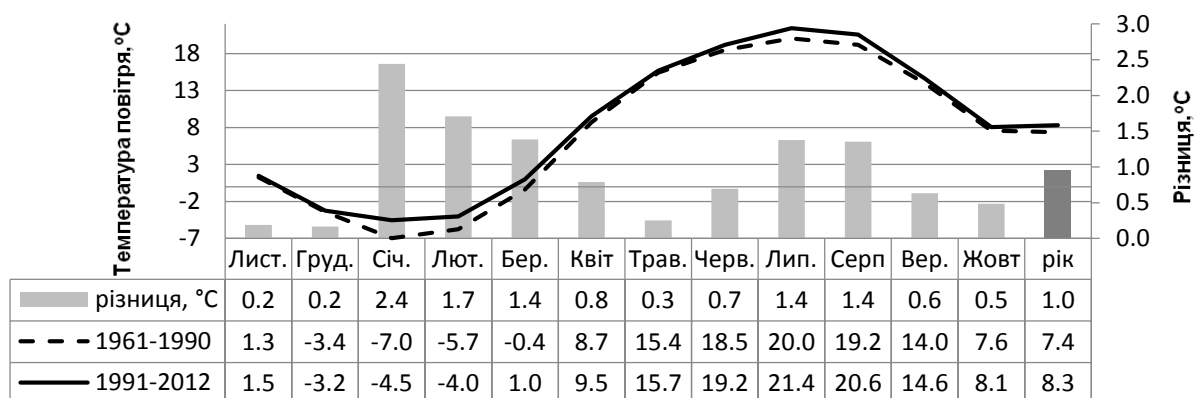


Рис.3. Зміна середньої місячної температури повітря, осередненої для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періодів

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що середня місячна температура повітря з вересня по грудень практично не змінилася, тобто коливання

там досить незначні (0.2-0.6°C). Проте найбільше температура повітря зросла в зимові місяці, а саме, в січні на 2,4°C, в лютому на 1,7°C та в березні на 1,4°C. В літні місяці температура повітря теж зросла, наприклад в липні та серпні на 1,4°C. Отже, можна стверджувати, що середня річна температура повітря в сучасний період по басейну р. Ворскла зросла на 1°C по відношенню до періоду кліматичної норми і така тенденція до зростання зберігається до сьогоднішнього дня.

Таке зростання температури повітря призвело до відповідного збільшення величин сумарного випаровування (див. рис. 4)

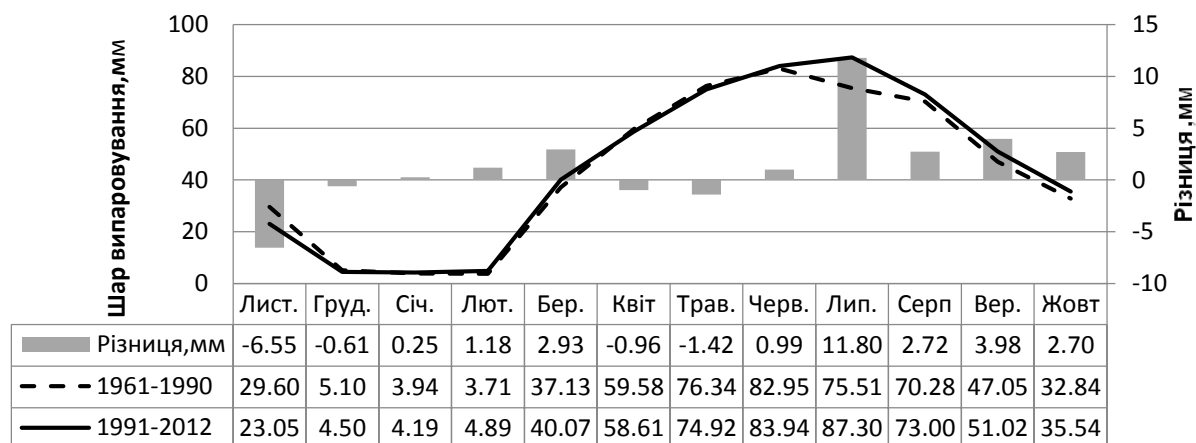


Рис. 4. Зміна сумарного випаровування, осередненого для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періоди

Проаналізувавши гістограму зміни сумарного випаровування для басейну р. Ворскла – с. Кобеляки за два характерних періоди (рис.4) можна зробити висновок про те, що вона знизилася у листопаді (на 6 мм), грудні, квітні та у травні (на 1 мм). В решті місяців сумарне випаровування зростало, особливо чітко таке зростання проявилось у літні місяці та на початку осені. Найбільше зростання величини сумарного випаровування в сучасний період помічено у липні – на 12 мм, по відношенню до періоду кліматичної норми.

Зростання температури повітря та сумарного випаровування призвели до певних відхилень у багаторічних коливаннях річної суми опадів (рис.5) та особливо у їх внутрішньорічному розподілі (див. рис. 6).

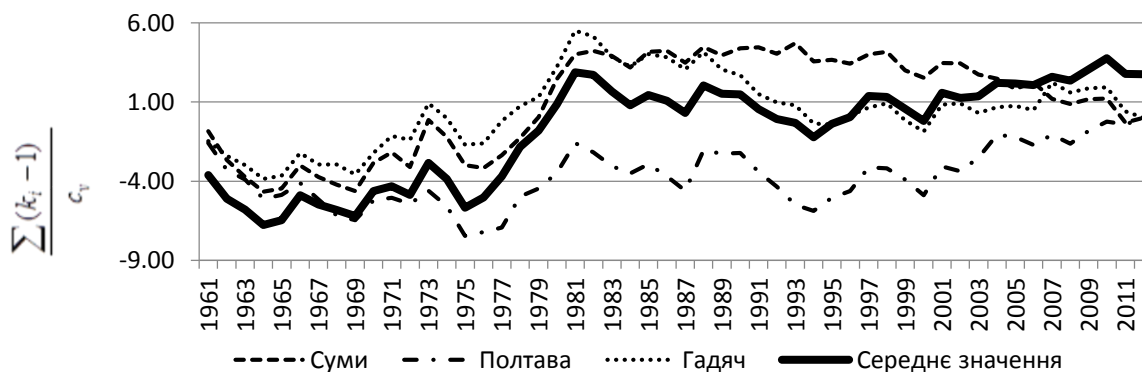


Рис. 5. Різницеві інтегральні криві річних сум опадів за даними окремих метеостанцій

Коливання річної кількості опадів (див. рис. 5) не мають чітко вираженого часового тренду, а відбуваються у вигляді відхилень від певного середнього значення. Аналізуючи графіки можна виділити повні цикли 1965-1975 рр. (11 років) та 1976 – 1994 рр. (19 років). Впродовж останнього періоду (з 1995 року) спостерігається коливання річних сум опадів близько норми без достатньо вираженої тенденції до змін.

Загальна річна кількість атмосферних опадів, відповідно до розрахунків, наведених у табл. 2, порівняно з періодом кліматичної норми виросла на 12 мм, однак таке зростання не є критичним для басейну р. Ворскла, оскільки поки що відсутнє порушення однорідності рядів за критеріями Стьюдента і Вількоксона (див. табл. 1). Однак за критерієм Фішера коливання річної суми опадів виявилися неоднорідними. Таким чином, за рахунок зростання температури повітря значно змінився внутрішньорічний розподіл місячної суми опадів (див. рис. 6).

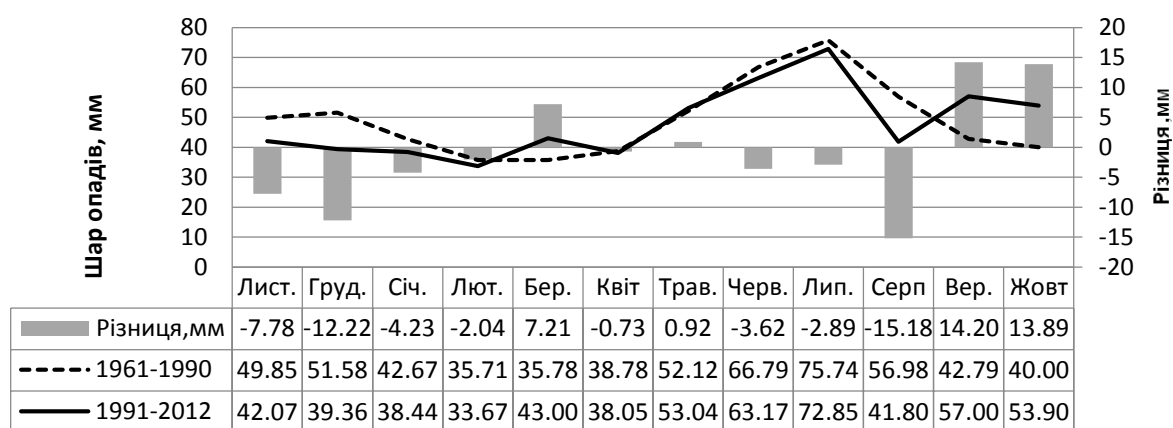


Рис. 6. Зміна місячної кількості опадів для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періоди

Проаналізувавши рис.6, можна зробити висновок, що майже в усіх місяцях, за виключення вересня, жовтня та березня (відповідне зростання на 14мм), прослідковується зниження місячної суми атмосферних опадів. Найбільше в серпні – 15 мм, а в грудні воно склало - 10 мм за місяць. Зниження річної суми опадів в сучасний період становить всього –12 мм, що не дає об'єктивної оцінки зміни їх кількості, оскільки у внутрішньорічному розподілі можна відмітити компенсування зростання опадів вересня та жовтня їх зниженням у липні та серпні. Тобто зміни клімату сприяли вирівнюванню внутрішньорічного розподілу опадів в межах гідрологічного року.

На зміну кількості опадів відреагував внутрішньорічний розподіл стоку (рис.7). Внутрішньорічний розподіл коливань водності аналізується з використанням середніх місячних шарів стоку.

Зменшення середнього місячного шару стоку води впродовж 1991-2012 рр. у порівнянні з кліматичною нормою спостерігається протягом усього року, за виключенням травня, червня і жовтня коли величина шару стоку води збільшилась. Зниження водного стоку зимової межени можна пояснити також зменшенням кількості опадів у цей час. Тобто, стік води зменшився з двох причин: з одного боку, зменшилися кількість опадів (див. рис. 6), а з іншого, ті опади, що випадали в зимовий період, за рахунок значного зростання температури повітря (див. рис.3) стікали значно раніше ніж в період кліматичної норми

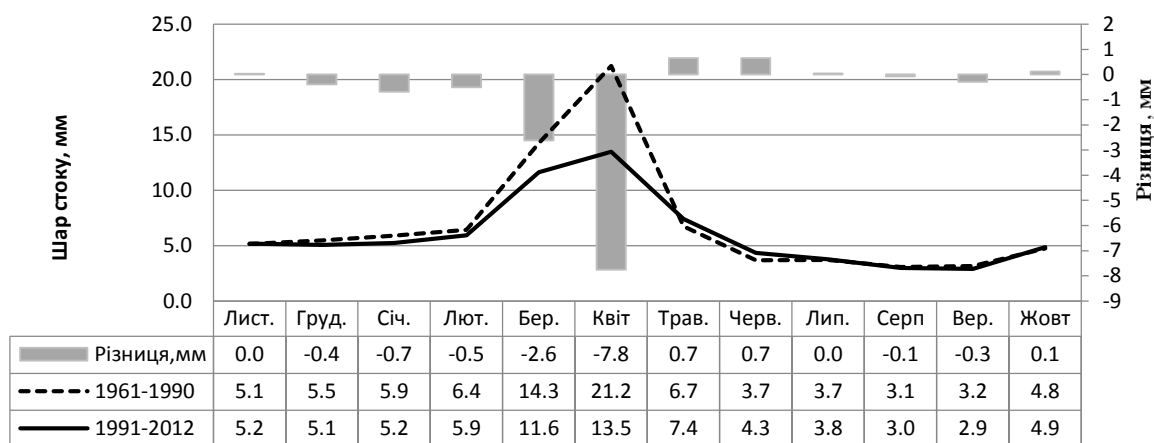


Рис. 7. Зміна середнього місячного шару стоку для басейну р. Ворскла - с. Кобеляки за два характерних періоди

Середні річні шари стоку води за різницею інтегральними кривими (рис.8) характеризуються тенденцією до зниження від початку обраного періоду до 1976 р. Потім спостерігається збільшення стоку до 1989 року по гідрологічних постах Кобеляки та Чернеччина та до 2006 року р. Мерло - м. Богодухів. Але починаючи з 2006 року по сьогоднішній день знову можна відмітити тенденцію до зниження сумарного річного стоку води. Таке зменшення шару стоку для р. Ворскла – с. Кобеляки становить 10 мм (див. табл. 2), порівняно з періодом кліматичної норми.

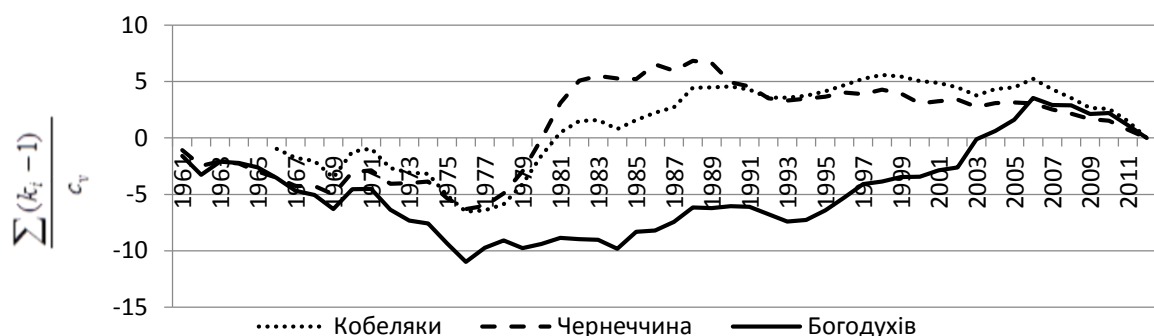


Рис.8. Різницеві інтегральні криві середнього річного шару стоку води за даними діючих гідрологічних постів в басейні р. Ворскла

Багаторічні коливання максимальних добових шарів стоку води характеризуються спільною тенденцією до зниження, в середньому по басейну з 1989 року по теперішній час (рис.9). Тобто можна припустити, що зростання температури повітря призвело до збільшення кількості відлиг, зниження тривалості залягання стійкого снігового та льодового покриву, збільшення вологості ґрунту, за рахунок чого певна кількість твердих атмосферних опадів потрапила в гідрографічну мережу до початку водопілля, що призводять до зменшення його об'ємів та величини максимальної річної витрати води.

Мінімальні добові шари стоку води періоду відкритого русла (рис.10) характеризують підземне живлення річок під час літньо-осінньої межени. Їх багаторічна динаміка на річках басейну свідчить про зменшення частки підземного стоку від початку спостережень до 1975 року та її зростання з 1976 року по 2005 рік. Починаючи з 2006 року на річках басейну Ворскли знову намітилася тенденція до зменшення шару стоку води літньо-осінньої межени.

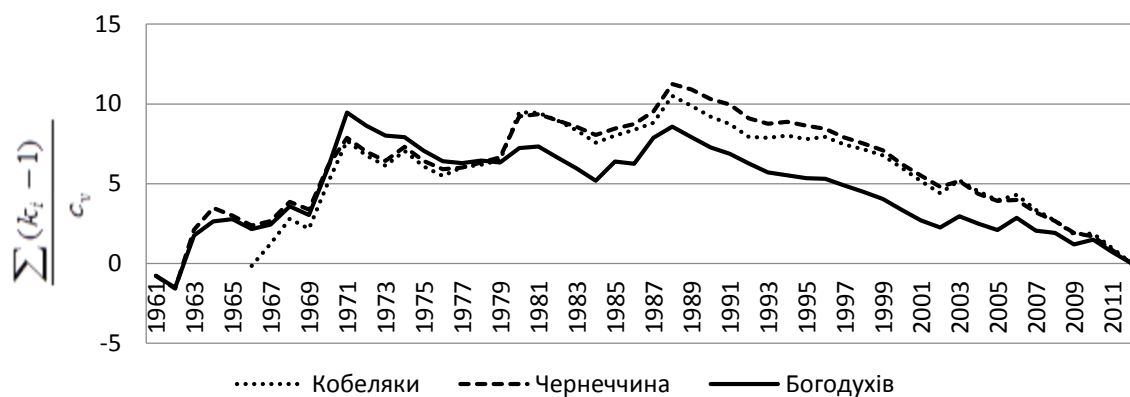


Рис. 9. Різницеві інтегральні криві максимального добового шару стоку води за даними діючих гідрологічних постів басейну р. Ворскла

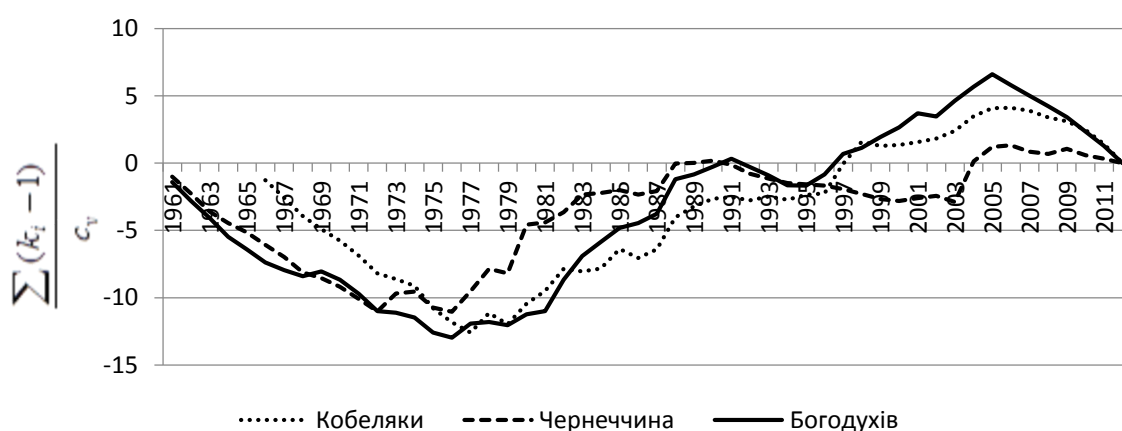


Рис.10. Різницеві інтегральні криві мінімального добового шару стоку води в період відкритого русла за даними окремих гідрологічних постів басейну р. Ворскла

В період зимової межені мінімальні добові шари стоку води (рис.11), характеризуються спільною тенденцією до зменшення з початку спостереження до 1979 року подібно до шарів стоку літньо-осінньої межені (див. рис. 10).

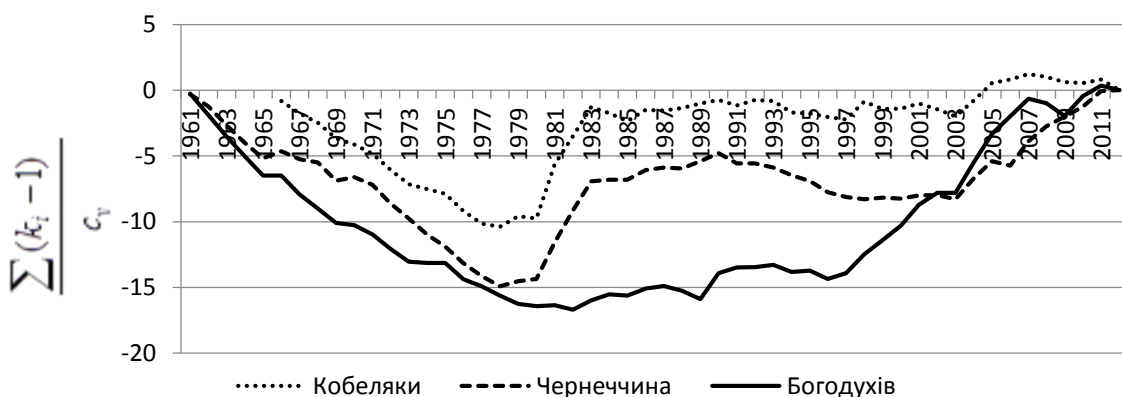


Рис.11. Різницеві інтегральні криві мінімального добового шару стоку води в зимовий період за даними діючих гідрологічних постів басейну р. Ворскла

Однак, на відміну від літньо-осінньої межени, в зимовий період мінімальні добові шари стоку води (рис.11), відрізняються тенденцією до збільшення з 1980 року і по теперішній час. Таке зростання величини підземного живлення обумовлене зростанням температури повітря зимового сезону, особливо січня місяця (див. рис.3), що, в свою чергу, призвело до збільшення кількості відлиг та зменшення глибини промерзання ґрунту.

Висновок. Зростання середньої річної температури повітря в сучасний період в басейні річки Ворскла на 1⁰С порівняно з періодом кліматичної норми вже призвело до збільшення сумарного випаровування на 17 мм та відповідного йому зниження річкового стоку води на 10 мм, а також до зниження річної суми опадів на 12 мм. При цьому в сучасний період відбулися суттєві зміни в структурі внутрішньорічного розподілу опадів та річкового стоку в бік вирівнювання коливань між місяцями. В загальній структурі річкового стоку зміни відбулися зміни у двох протилежних напрямках. Зниження опадів на 12 мм призвело до зниження поверхневого стоку на 11 мм, але при цьому постійний підземний стік виріс на 3 мм. Максимальний стік води весняного водопілля характеризується чітко вираженою тенденцією до зниження, починаючи з 1989 року, а на противагу йому мінімальний стік води зимової межени відрізняється тенденцією до зростання переважно за рахунок підземної складової.

Список літератури

1. Бойченко С.Г. Вплив кліматичних коливань температури приземного повітря на повторюваність катастрофічних явищ природи на території України / С.Г. Бойченко // Наук. праці УкрНДГМІ. – К.:1999. – Вип. 247. - С. 76-90. 2. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – 248 с. 3. Гребін В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / К.: Ніка-Центр, 2010. - 316 с. 4. Клімат України /За ред. [В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко] – К.: Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с. 5. http://wwf.panda.org/uk/wwf_ukraine_ukr/climatechange/climate_impacts_u/ 6. <http://www.hromadske.tv/society/zmini-klimatu-revoljutsiina-konferentsiya-v-parizh/> 7. https://www.wmo.int/pages/index_ru.html

Вплив змін клімату на водний баланс та динаміку стоку води річки Ворскла

Мірошніченко К.А., Чорноморець Ю. О.

В роботі порівнюється водний баланс річки Ворскла за період кліматичної норми (1961-1990 рр.) та за сучасний період (1991-2012 рр.). Обчислено однорідність складових водного балансу. Визначено основні тенденції в багаторічних коливаннях гідрологічних і метеорологічних характеристик.

Ключові слова: Ворскла, водний баланс, шар опадів, стоку, випаровування, однорідність, багаторічні коливання.

Влияние изменений климата на водный баланс и динамику стока воды реки Ворскла

Мирошниченко К.А., Чорноморец Ю. А.

В работе сравнивается водный баланс реки Ворскла в период климатической нормы (1961-1990 гг) и по современный период (1991-2012 гг.). Вычислено однородность составляющих водного баланса. Определены основные тенденции в многолетних колебаниях гидрологических и метеорологических характеристик.

Ключевые слова: Ворскла, водный баланс, слой осадков, стока, испарения, однородность, многолетние колебания.

The influence of climate change on water balance and dynamic of runoff of the river Vorskla

Miroshnichenko K.A. , Chornomorets Yu

The paper compared the water balance of the river Vorskla in the period and climatic norm for modern times. Calculated homogeneity components of the water balance. The main trends in multi fluctuations hydrological and meteorological characteristics.

Water balance is calculated based on observations at three meteorological stations. The impact of each weather station has been identified in the conversion factor and the resulting calculation formula for calculating the pool meteorological characteristics. To assess the time series used two separate approaches. The first was over meteorological and hydrological characteristics of the modern period with a period of climatic norm by their value residual. The second method involved the construction of difference integral curves. With characteristic curves revealed trends in multi fluctuations of the water balance of the river Vorskla.

The increase in air temperature led to higher evaporation value, reduced rainfall and river flow layer. The incoming water balance components owe is decrease by 12 mm. Changes the out going water balance components ower mutually offset, an increase evaporation at 17 mm drain led to a reduction of 10 mm. Violation of homogeneity on two criteria fixed in the ranks of the mean annual temperature and humidity. Increased discrepancy water balance. Rainfall decreased in December and August, but rose in September and October. This led to an increase in the minimum flow winter time. Maximum flow snowmelt flood has decreased by almost half, and the total flow of April fell by one-third (30%) compared with the period of climatic norm. Layer runoff decreased, and a layer of underground runoff increased.

The analysis of difference integral curves can note a steady upward trend in air temperature. Annual precipitation and annual runoff layer have no clear trends to change. However, the maximum daily snowmelt flood layer flow constantly decreasing since 1989 for all three present hydrological stations in the basin of the Vorskla. Minimum layer flow summer-autumn low water grew until 2005 and then marked a definite downward trend. Stick period of growing winter time, since 1981.

Thus, the increase in average annual temperature in the basin of the Vorskla at 1C° compared with a period of climatic norm has led to increased evaporation and corresponding reduction in river flow and reduce annual precipitation. At the same time there have been significant changes in the structure of intra-annual distribution of rainfall and river flow in the direction of alignment fluctuations between months In total river flow changes were changes in two opposite directions. On the one hand reduce rainfall led to a similar decrease in runoff, but the constant underground drain slightly increased. The maximum drain snowmelt flood period is characterized by a strong downward trend, as opposed to it minimum flow winter time differs growth primarily through underground component.

Keywords: Vorskla, water balance, depth of runoff, precipitation, evaporation, homogeneity, residual mass curve, hydrological year.

Надійшла до редколегії 26.04.2016

УДК 551.435.2+551.515.9

Пясецька С. І.

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ПРОЯВ СЕЛЬОВОЇ ТА ЕРОЗІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБСТЕЖЕНЬ ОСЕРЕДКІВ ЇХ ПРОЯВУ ПРОТЯГОМ 2003-2013 рр. У КРИМУ

Ключові слова: Кримські гори, південно-східний сільовий район, осередки виникнення селів, крихкоуламковий матеріал гірських порід, ерозійна діяльність.

Вступ. Відомо, що селі, особливо у щільно заселених районах, можуть часто призводити до виникнення надзвичайних ситуацій, внаслідок яких здебільшого потерпають об'єкти господарської діяльності (прорив гребель, пошкодження або навіть знищення інфраструктури та житлового сектору), у окремих випадках можуть постраждати і люди. Інтенсивна ерозійна діяльність у таких регіонах призводить до підтримання сільових осередків та повільної підготовки сходження нових сільових (наноносодних) потоків, або паводків із залученням крихко уламкового та супутніх матеріалів.

У Криму здебільшого такі явища виникають у теплий період року, в наслідок потужних злив (кількість опадів ≥ 30 мм за 12 год. та менше [8], роботами

селестокової станції встановлено переміщення крихкоуламкового матеріалу в руслі при випаданні опадів 20,0 мм за добу та менше), але трапляються і такі, які виникають у холодний період року (листопад, грудень, січень) внаслідок танення підчас відлиг накопиченого снігового покриву та одночасного з тим випадання дощів.

Крім того особливо значущими чинниками у виникненні такого явища як сел є значне розчленування поверхні як вертикальне так і горизонтальне, зім'ятість, тріщинуватість порід, що полегшує дію екзогенних та гравітаційних агентів, накопичення крихкоуламкового матеріалу у водотоках та у підніжжя схилів, розширення долино-яружних форм рельєфу із зниженням тальвегів, утворення долин з плоским дном з потужними пролювіально-алювіальними відкладеннями, існування зсувів, осовів та опливів на схилах ерозійних форм.

Також істотним є те, що у Криму наявне постійне чергування посушливих та вологих періодів, що позначається на руйнуванні пісковиків та карбонатних порід у посушливий період та змив і транспортування цього матеріалу у вологий. Наявність матеріалу руйнування порід, що легко транспортується та відкладається підсилює процес виникнення селів та наносоводних потоків.

Стан проблеми. Дослідження умов виникнення селів, встановлення їх осередків, класифікація території Криму за частотою їх прояву було розпочато у 1954 р. співробітниками Київської ГМО (нині ЦГО), Симферопольського ГМБ та інститутом мінеральних ресурсів АН УРСР (ИМР), дещо пізніше співробітниками відділу спеціально створеної у 1965 р. Карпатської гідрометеорологічної експедиції як відділу УкрНДГМІ (нині УкрГМІ), (з 1976 р. по початок 90-х років Української експедиції) та гідрологами того ж інституту (Лютик П.М., Яблонський В.В., Тищенко О.С., Дезірон А.В., Лундін С.М. та ін.) [1, 2, 15].

У 1957 р. було запропоновано перше районування території Криму за умовами формування селей та ступеню селенебезпеки. У 60-х роках було здійснено дослідження синоптичних процесів, які зумовлюють випадання значних опадів, які є передумовою виникнення селів [3, 5]. Протягом цих же років кримськими дослідниками, такими як Оліферов А.М. було накопичено великий досвід не тільки з натурних досліджень розвитку селів, й а з умов його моделювання на спеціальних дослідних ділянках із штучним дождюванням схилів та дослідженням гранулометричного складу порід, які змивалися зі схилів досліджуваної ділянки [9, 10]. Ця робота в польових дослідженнях була продовжена Тищенко З.С.

У 70-х роках роботи було продовжено на новому рівні, так з 1971 р. за методикою ВСЕГІНГО ці процеси почали досліджуватись геологічними організаціями Криму [16], у 1975 р. складено перелік найбільш важливих господарських об'єктів, що зазнали впливу селей, а у 1978 р. в УкрНДГМІ було узагальнено результати власних польових досліджень сільових потоків в Криму, визначено основні сільоформуючі ґрунти, запропоновано схему районування Криму за інтенсивністю прояву селей, із виділенням 4 районів (південно-східний, південно-західний, північний, передгірський). Окремо за частотою прояву сільової активності було виділено Ускутсько-Воронський район (яруги та басейни річок Ускут, Арпат, Чебан-Кале, Шелен, Ворон, Ай-Серез, Кутлак). Також було проведено оцінку збитків та запропоновані схеми вирішення питань із запобігання таким процесам [2, 6, 16].

У цілому найбільш докладно викладено результати досліджень селей у Криму у роботах [4-14]. На теперішній час регулярні роботи з дослідження річок та тимчасових водотоків на предмет виявлення осередків селів та ерозійної діяльності проводяться селестоковою станцією у Білогірську.

Об'єкт, предмет та мета дослідження. Об'єктом дослідження є осередки прояву сільової активності та ерозійної діяльності на водозборах та руслах річок та водотоків Криму.

Предметом дослідження є розповсюдження осередків прояву селей та ерозійної діяльності у Криму. *Метою* є встановлення стану у якому знаходяться осередки селів та ерозійної активності на сучасному етапі в Криму та рівня небезпеки яка може проявитися у разі виникнення загрозової ситуації із проходженням наносоводного або селевого потоку.

Використані матеріали та обговорення результатів дослідження. Для аналізу та узагальнення осередків прояву селів та ерозійної діяльності було залучено «Технические отчеты по специализированным обследованиям рек и селевых очагов» які є матеріалами режимних спостережень за проявом сільової активності та ерозійної діяльності на річках та окремих водотоках Криму, які проводяться Білогірською селестоковою станцією (діє з 1964 р.). Представлений матеріал узагальнює десятирічний період спостережень за проявом сільової та ерозійної діяльності у Кримських горах протягом періоду з 2003 по 2013 рр. У разі відсутності прояву безпосередньо сільової активності, було узагальнено матеріали спостережень за проявом ерозійної діяльності у досліджуваних районах (переважно південно-східний район). Прояв ерозійної діяльності протягом цього часу було зафіксовано у південно-східному селевому районі Кримських гір в районі в районі діючих осередків селей - приток річки Ай-Серез (ліва притока - балка Скеляста, права притока балка Шкільна), річки Ворон та його притоків (ліва та права притока – балка Хама), яруги Ставлухар (правий приток р. Ускут), приток річок Шелен та Кутлак (лівий приток – балка Запрудна), р. Путаамис, р. Кучук-Карасу. У цілому можна говорити про досить інтенсивну ерозійну діяльність у ряді сільових осередків спричинену природними чинниками такими як чергування посушливих періодів із пересиханням схилів та руйнуванням порід, що їх складають та випаданням рясних дощів із зливом продуктів руйнування гірських порід та мілкозему та перезволоженням схилів. Крім того одною з істотних причин створення загрозової обстановки у ряді осередків прояву сільової активності стало несанкціоноване та безконтрольне будівництво жилого сектору. Все це свідчить про певну підготовку для подальших проявів таких процесів та ускладнення у ряді осередків ситуації із вірогідністю утворення принаймні наносоводних потоків із руйнуванням об'єктів господарської діяльності. Роботи проводились із застосуванням нівелірування схилів та безпосередньо водотоку у поперечному та повздовжньому напрямках для з'ясування рівня розмиву схилів та русла із його деформацією, або, навпаки, накопичення потужних товщ крихкоуламкового матеріалу, готових до подальшого транспортування у водотік.

Узагальнені результати проведених досліджень осередків прояву селів, які подані у вищезгаданих звітах представлено у таблиці , де у відповідних колонках вказано рік проведеного обстеження русла чи тимчасового водотоку, осередок прояву сільової або ерозійної діяльності (русло або тимчасовий водотік), характер та особливості їх прояву у продовж визначеного часу.

Подальші матеріали спостережень за цими явищами, нажаль, відсутні внаслідок анексії Кримського півострова Російською Федерацією та припиненням передачі відповідної інформації з Білогірської селестокової станції до спеціалістів відділу гідрографічної партії Центральної геофізичної обсерваторії м. Київ.

Таблиця. Місця прояву та характер і інтенсивність сільової активності або ерозійної діяльності протягом 2003-2013 рр.

Сільова активність та ерозійна діяльність у руслах річок та тимчасових водотоків		
Рік	Осередок	Характер та особливості прояву
1	2	3
2003	балка Запрудна (ліва притока р. Кутлак)	Найбільш сильний перерозподіл крихкоуламкового матеріалу у період з грудня 1991 р по жовтень 2003 р. виник в результаті випадання сильних зливових дощів протягом вересня 1995, серпня 1996, серпня 1997, липня 1998, грудня 1999, серпня та вересня 2002 р. Станом на 2003 р. у руслі сформовано ряд осередків із накопиченим крихкоуламковим матеріалом.
	балка Хаста	У липні 2004 р. випала значна місячна кількість опадів – у Ялті 79,8 мм (норма 37 мм) та Алушті 111,2 мм (норма 29 мм). Це сприяло виникненню паводку 14.07.2004 р., в наслідок якого було підтоплено смт. Гурзуф.
2004	Р. Путамис	14.07.2004 р. внаслідок сильних зливових дощів на річці виник сильний підйом води із розмивом обох берегів та пошкодженням будівель жилого сектору.
	балка Скеляста (ліва притока Ай-Серез)	Протягом починаючи з листопада 2002 р. по жовтень 2005 р. внаслідок тривалих посушливих періодів та інтенсивних зливових дощів відбувалося руйнування схилів водотоку, накопичення вивільненого крихкоуламкового матеріалу із подальшим його переформуванням у руслі та на схилах.
2005	Р. Ворон	3 травня 2002 по жовтень 2005 рр. спостерігався процес відкладення крихкоуламкового матеріалу на схилах та на дні водотоку. Встановлено ерозію та розмив верхнього створу водотоку.
	Р. Кутлак	У період з жовтня 2003 по жовтень 2005 рр. у верхньому та середньому створах відбувався розмив обох схилів та відкладення крихкоуламкового матеріалу у руслі та у підніжжя схилів.
2006	Р. Ускут (яруга Ставлу-хар)	Обстеженням цього осередку встановлено, що з травня 2004 по жовтень 2006 рр. завдяки потужним зливам липня 2004 та серпня 2006 рр., у верхньому та середньому створі було накопичено значний шар крихко уламкового матеріалу. Крім того у середньому створі відбувся розмив дна балки.
	Р. Ворон (права притока)	3 жовтня 2003 по жовтень 2006 рр. у верхньому та середньому створах відбувся перерозподіл вже наявного крихкоуламкового матеріалу внаслідок водної ерозії, розмив схилів.
	р.Кучук-Карасу	2 липня 2006 р. виник прорив декількох дамб, через значні опади, які за кількістю перевищили п'ятимісячну норму опадів. Виник катастрофічний паводок.
2007	р. Ворон (ліва притока)	У період з жовтня 2004 по жовтень 2007 рр. із верхнього по нижній створ відбувався розмив схилів. У верхньому створі виник осередок відкладень крихкоуламкового матеріалу та розмив підніжжя схилу.
	р. Ворон (права притока)	3 жовтня 2004 по вересень 2007 рр. у верхньому та нижньому створі відбувався розмив схилів та дна балки, у середньому створі наявний розмив схилів та накопичення крихкоуламкового матеріалу на схилах та у підніжжі.
2008	балка Шкільна (права притока Ай-Серез)	Протягом періоду починаючи з жовтня 2004 по листопад 2008 р. в районі верхнього створу виникло відкладення крихко уламкового матеріалу у підніжжя правого схилу потужністю до 0,6 м. На середньому та нижньому створах спостерігалися розмиви ґрунту на схилах відповідно на глибину до 1,0 м та до 0,3 м. У цілому найбільш інтенсивний перерозподіл крихко уламкового матеріалу відбувалось завдяки зливовим дощам у грудні 2005, липні – серпні 2006 та 2007 р.

1	2	3
2008	балка Запрудна (ліва притока р. Кутлак)	Відремонтовано земляну дамбу на ставку, який було зруйновано потужним паводком у 1997 р. Відновлено та поглиблено чашу ставка.
2009	балка Скеляста (ліва притока Ай-Серез)	Виявлено помірну динаміку накопичення крихкоуламкового матеріалу та його перерозподіл на ділянках верхньої, середньої та нижньої частини водотоку, яка спричинена переважно випаданням дощів у серпні 2006, серпні 2007, вересні 2008 та у березні 2009 рр. Станом на 2009 р. наявний перерозподіл відкладень крихкоуламкового матеріалу з його накопиченням у верхній частині лівого схилу потужністю до 0,5 м із його розмивом на глибину до 0,3 м. На дні балки на лівому схилі потужність відкладів сягають 0,2 м, а на правому 0,5 м. У середньому створі виник намив відкладів на лівобережжі потужністю до 0,9 м, а у верхній та середній частинах правого схилу до 1,3 м із розмивом дна до 0,9 м. У нижньому створі виник перерозподіл крихкоуламкового матеріалу із розмивом дна у правого схилу на глибину до 0,4 м та його відкладення завдяки намиву у лівого схилу потужністю до 1,0 м.
	р. Ворон	У верхньому створі на лівому схилі та дні встановлено відкладення крихкоуламкового матеріалу потужністю до 0,9 м та розмив правого схилу на глибину до 1,1 м. На середньому схилі встановлено перерозподіл крихко уламкового матеріалу з незначним розмивом обох схилів на глибину до 0,4 м із подальшим його відкладенням на дні у лівого схилу потужністю до 0,7 м. У нижньому створі на лівому березі відбувся розмив верхньої частини схилу на глибину до 0,5 м та відкладення матеріалу у середній та нижній частинах русла до 0,5 м, а на дні потужністю до 0,7 м.
2010	яруга Ставлу-хар (права притока р. Ускут)	Істотний перерозподіл та накопичення крихкоуламкового матеріалу виник внаслідок сильних дощів у листопаді – грудні 2007 та вересні 2008 рр. Станом на 2010 рр. у верхньому створі виник розмив лівого схилу на глибину до 0,2 м завширшки до 4 м із відкладенням матеріалу у підніжжя лівого схилу потужністю до 0,3 м., дно яруги розмито на глибину до 0,6 м. У середньому створі розмив лівого схилу сягнув 1,6 м із відкладенням на дні до 0,1-0,4 м, а на нижньому створі виник розмив дна на глибину до 0,6 м.
	балка Хама (права притока р. Ворон)	Найбільша динаміка в утворенні та перерозподілі крихкоуламкового матеріалу у водотоці спричинена зливами вересня 2008 та 2009, а також листопада 2009 рр. Завдяки останнім у верхньому створі виник розмив схилу на глибину до 0,1 м і завширшки до 6 м. У середньому створі у підніжжя лівого схилу виник намив крихкоуламкового матеріалу потужністю до 0,3 м, а у районі дна його розмив на глибину до 0,1 м. У середньому створі на правому березі зафіксовано розмив схилу глибиною до 0,4 м, а на лівому березі у нижньому створі розмив схилу на глибину 0,1 м та завширшки до 7 м з намивом крихкоуламкового матеріалу у підніжжя правого берега потужністю до 0,2 м.
2011	ліва притока р. Шелен	Інтенсивний розмив схилів проходив завдяки випаданню рясних дощів з вересня 2007 по червень 2011 рр. Найбільша динаміка із переміщення крихкоуламкового матеріалу спостерігалась у вересні 2008, вересні – листопаді 2009, листопаді – грудні 2010 рр. Станом на 2011 р. в районі верхнього створу виник розмив лівого схилу на

1	2	3
2011	ліва притока р. Шелен	глибину до 0,4 м із відкладенням розмитого матеріалу у його підніжжя потужністю до 0,9 м. У середньому створі спостерігався незначний розмив схилів із відкладенням матеріалу у підніжжя лівого схилу потужністю до 0,2 м, а також на дні до 0,4 м. У нижньому створі на правому схилі відбувся розмив верхньої частини схилу на глибину до 0,2 м, у середній частині схилу до 0,4 м та ерозія дна до 0,3 м.
	ліва притока р. Ворон	Протягом грудня 2007, вересня 2008, листопада 2009, листопада 2010, квітня 2011 рр. випадали сильні дощі (їх добова кількість становила щонайменше від 12,3 до 83,8 мм), що створило передумови для перезволоження, змиву та накопичення значної кількості крихкоуламкового матеріалу та розмиву окремих ділянок схилів. Суттєва динаміка вивільненого розмитого матеріалу із істотною деформацією проявилася у підвищенні відміток рівня дна у верхньому та середньому створах до 0,6 м та зменшенні відміток лівого схилу до 0,5 м. Одною з суттєвих передумов було безконтрольне будівництво з відсутністю плану та технології забудови, зведення у безпосередній близькості котеджного містечка із вийманням ґрунту та переміщенням значних об'ємів будівничих відходів безпосередньо у русло балки.
2012	балка Шкільна (права притока р. Ай-Серез)	У вересні 2008 р., листопаді 2009, грудні 2010, вересні 2011 та серпні 2012 рр. випадали рясні дощі з добовою кількістю опадів 28,2-81,1 мм (за даними посту Міжгір'я) завдяки чому у верхньому створі цієї балки на правому схилі виникло відкладення крихкоуламкового матеріалу до 0,2 м із одночасним розмивом дна глибиною до 0,6 м. У середньому створі відбувався розмив підніжжя обох схилів до 0,2-0,5 м та підвищенням відміток дна до 0,2 м. У нижньому створі істотно було розмито лівий схил завширшки до 6 м та глибиною до 0,3 м, а на правому накопичення уламкового матеріалу потужністю до 0,5 м та деформація дна із підвищенням рівня до 0,2 м.
	балка Запруд-на (ліва притока р. Кутлак)	3 вересня 2008 по вересень 2012 рр. (вересень 2008 р., листопад 2009, грудень 2010, вересень 2011 та серпень 2012 рр.) значна кількість опадів суттєво вплинула на перерозподіл крихкоуламкового матеріалу що позначилось на розмиві лівого схилу на глибину до 0,3 м та відкладення змитого матеріалу у нижній частині схилу. На правому схилі у середньому та нижньому створах суттєвих змін не виявлено
2013	балка Скеляста (ліва притока Ай- Серез)	Найбільша динаміка крихко уламкового матеріалу була спричинена потужними зливовими дощами у вересні, листопада 2009 р., грудня 2010 р., серпня 2012, червня, липня та вересня 2013 р. За результатами проведеного нівелірування встановлено збільшення крихкоуламкового матеріалу порівняно із періодом з вересня 2009 по вересень 2013 рр. у 1,1 рази. В районі верхнього створу на лівому схилі було встановлено змив ґрунту на глибину до 0,2 м з його подальшим відкладенням у підніжжя схилу. На правому березі утворились відкладення крихкоуламкового матеріалу потужністю 0,4 м та розмив у низу схилу глибиною до 0,3 м. У середньому створі відбувся певний перерозподіл крихкоуламкового матеріалу із розмивом обох схилів – лівого на глибину до 0,3 м. а правого до 1,2 м із відкладенням матеріалу на дні русла потужністю 0,5 м.

1	2	3
2013		У нижньому створі спостерігався сильний розмив лівого берега на глибину до 1,8 м із подальшим відкладенням частини змитого матеріалу на дні русла потужністю до 0,5 м.
	ліва притока р. Ворон	Найбільша динаміка крихкоуламкового матеріалу спричинена зливовими дощами вересня, листопада 2009 р. листопада- грудня 2010 р. червня – липня 2013 рр. У районі верхнього створу зафіксовано розмив лівого схилу на глибину до 0,7-0,8 м із відкладенням уламкового матеріалу нижче у підніжжя схилу. У районі середнього створу встановлено розмив лівого схилу та дна на глибину до 0,7 м та відкладення цього матеріалу у нижній частині правого схилу потужністю до 1,0 м. В районі нижнього створу суттєво розмито правий схил у нижній його частині та підвищенням рівня дна до 0,5 м.
	Р. Шелен	Паводок на річці був зумовлений випаданням рясних дощів зливого характеру у червні та липні 2013 р. Таких дощів тут не спостерігалось 25-30 років. У червні у верхів'ях цієї річки випало 166,6 мм опадів (397 % від норми) та 133,6 мм (382 % від норми) у гирлі, у липні 128,6-192,0 мм (476-486 %). Було істотно перезволожено схили водотоку. 3.07.2013 р. випав наступний зливовий дощ з кількістю опадів 22,0-87,3 мм. Сформувався короточасний паводок з висотою хвилі до 1,90 м із виходом на заплаву на відстані 1,0 км від гирла. На ділянці між смт. Морське та смт. Громовка спостерігався значний змив крихкоуламкового матеріалу та ґрунту на глибину 0,2-0,3 м. Запруды були переповнені, але встояли. Спуск води відбувався по дериваційних каналах. Було занесено намулом значні ділянки у смт. Морське, знесено пішохідні містки через русло, підмито правий берег із пошкодженням деяких споруд на ньому, знесено 30 дерев, розмито дорожній переїзд, засмічено знесеними залишками пляж, підмито опору ЛЕП. Зриву руслової відмостки не сталося. 4.07.2013 р. у смт Громовка пройшов наступний зливовий дощ і по річці Шелен пройшов другий паводок, дещо менший за 3.07.2013 р.

Висновки.

1. Протягом досліджуваного десятиріччя (2003-2013 рр.) на території південно-східного району прояву селів у Криму відбувалася досить потужна ерозійна діяльність із руйнуванням гірських порід, що формують схили річок водотоків, накопиченням крихкоуламкового матеріалу та переформуванням цих відкладень із подальшою деформацією русол (підйом рівня дна, або навпаки його розмив, виникнення осередків відкладень намулу у підніжжя схилів).

2. Найбільш інтенсивно ерозійна діяльність виникала в районі приток річки Ай-Серез (ліва притока - балка Скеляста, права притока балка Шкільна), річки Ворон та його притоків (особливо у правій притоці – балка Хама), яруги Ставлухар (правий приток р. Ускут), притоків річок Шелен та Кутлак (особливо у лівій притоці – балка Запрудна).

3. У липні 2006 р. внаслідок значної кількості опадів, що у 5 разів перевищила їх норму на річці Кучук-Карасу було прорвано кілька дамб та відбувся катастрофічний паводок.

4. Завдяки випаданню значних за кількістю та інтенсивністю опадів зливого характеру у цей період виникло декілька наносоводних паводків (2011 р. - ліва

притока Ворон) та 2013 – р. Шелен). Проте виникнення селяових потоків не виявлено.

5. За інтенсивністю прояву ерозійної діяльності найбільш спокійним виявився 2011 та 2012 рр. внаслідок випадання меншої кількості опадів та їх інтенсивності.

6. Найбільш небезпечним протягом досліджуваного періоду виявився осередок у балці – лівого притоку р. Ворон, завдяки безконтрольному будівництву у безпосередній близькості котеджного містечка із вийманням ґрунту та переміщенням значних об'ємів будівничих відходів безпосередньо у русло балки, а також р. Шелен в районі смт. Гурзуф.

Список літератури

1. Айзенберг М. М. Селевые потоки на юге и юго-западе Европейской территории Советского Союза / М. М. Айзенберг, Л. А. Грачева // Труды УкрНИГМИ. – 1975. – Вып. 140. – С. 148-161. 2. Айзенберг М. М. Особенности образования селей в Крыму и меры борьбы с ними / М. М. Айзенберг, С. М. Лундин, Н. Н. Падун, А. С. Семенихина // Труды УкрНИГМИ. – 1980. – С. 98-104. 3. Баранова Н. Е. О синоптических условиях формирования летних селевых паводков на реках Крыма / Н. Е. Баранова, Б. М. Гольдин // Труды УкрНИГМИ. – 1965. – Вып. 51. – С. 95-104. 4. Борьба с селевыми потоками в Крыму (временные указания). – Симферополь: Крым, 1964. – 40 с. 5. Гольдин Б. М. О формировании селевых паводков в Крыму / Б. М. Гольдин, Б. Н. Иванов // Труды УкрНИГМИ. – 1957. – Вып. 9. – С. 74-78. 6. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / Под ред К. Т. Логвинова, М. Б. Барабаш. – Л.: Гидрометеиздат 1982. – 318 с. 7. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6. Украина и Молдавия. - Вып. 4. Крым. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 344 с. 8. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні (НЯ) і стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ) погоди. – Київ: УкрГМЦ. – 2003 – 36 с. 9. Олиферов А. Н. Борьба с эрозией и селевыми паводками в Крыму. – Симферополь: Крымиздат, 1963. – 92 с. 10. Олиферов А. Н., Гольдин Б. Н. Реки и озера. – Симферополь: Крым, 1964. – 64 с. 11. Селеопасные районы Советского Союза. – М.: Изд. МГУ. 1976. – 308 с. 12. Сели в СССР и меры борьбы с ними. – М.: Наука, 1964. – 282 с. 13. Сели України. Праці II Української наради. – Київ: Наукова думка, 1966. – 167 с. 14. Флейшман С. М. Сели. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 312 с. 15. Хлоева Е. В. Расчеты максимальных расходов воды дождевых паводков на горных реках Крыма. / Е.В. Хлоева // Труды УкрНИГМИ. – 1971. – Вып. 107. – С. 51-60. 16. Шеко А. И. и др. Прогноз развития экзогенных геологических процессов Черноморского побережья СССР. / А. И. Шеко, В. С. Крупнодеров, А. М. Лехатинов, П. А. Дворцов, В. И. Дьяконова, И. В. Харлппмова // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Проблемы инженерной геологии». – Л.: 1976. – С. 99-100.

Прояв селяової та ерозійної діяльності за результатами обстежень осередків їх прояву протягом 2003-2013 рр. у Криму

Пясецька С. І.

Узагальнено результати дослідження осередків прояву селяової активності та ерозійної діяльності у річковій мережі та тимчасових водотоках (яругах) у південно-східному селяовому районі Криму протягом останніх 10 років (2003-2013 рр.). Встановлено осередки найбільш потужної ерозійної діяльності у руслах та тимчасових водотоках. Виявлено найбільш вразливі ділянки ерозійної діяльності та імовірності виникнення селяових потоків у подальшому. У окремих випадках встановлено рівень збитків.

Ключові слова: Кримські гори, південно-східний селяовий район, осередки виникнення селів, крихкоуламковий матеріал гірських порід, ерозійна діяльність.

Проявление селевой и эрозионной деятельности по результатам обследований центров их проявления на протяжении 2003-2013 гг. в Крыму

Пясецкая С.И.

Обобщено результаты обследования центров проявления селевой активности и эрозионной деятельности в речной сети и на временных водотоках (балках) в юго-восточном селяовом районе Крыма на протяжении последних 10 лет (2003-2013). Установлены центры

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

наиболее мощной эрозионной деятельности в руслах и временных водотоках. Выявлены наиболее опасные участки эрозионной деятельности и вероятности образования селевых потоков в дальнейшем. В отдельных случаях установлен уровень ущерба.

Ключевые слова: Крымские горы, юго-восточный селевой район, центры образования селей, рыхлообломочный материал горных пород, эрозионная деятельность.

I manifestation landslide and erosion of the results of surveys cells their manifestation during the 2003-2013 biennium Crimea

Pyasetska S.

Observed the results of the research centers of manifestation landslide activity and erosion of the river system and temporary streams (cliffs) in the southeastern region of Crimea landslide over the past 10 years (2003-2013 years). In the absence of symptoms directly landslide activity were summarized materials of observations of the manifestation of erosion activities in the study areas (mainly the South-Eastern district). The manifestation of erosive activity during this time was recorded in South-Eastern mud area of the Crimean mountains in the area in the area of active foci of mudflows - the flow of the river Ai-Serez (left tributary - Rocky beam, a tributary beam School), the crow river and its tributaries (left and right tributary – beam Hama), cliffs Stavluhar (right-hand tributary of Uskut), tributaries of the rivers Shelen and Kutlak (left tributary – beam Zaprudne), Potamis, Kuchuk-Karasu. Established most powerful erosion in the beds of streams and temporary during the studied decade (2003-2013 years) in the southeastern area of display mudflows in Crimea there was quite a strong erosive activity of destruction of rocks that form the slopes of river waterways, accumulation loose fragmental material rock and slope and re-formation of these deposits further deformation channels (raising the level of the bottom, or vice versa its erosion, silt deposits emergence of centers at the foot of the slopes). The most intense erosion activity occurred near the tributaries of the river Ai Serez (left tributary - Rocky gully, a tributary beams School) Voron river and its tributaries (especially the right tributary - beam Ham) cliffs Stavluhar (right tributary river Uskut), tributaries and rivers Chelun Kutlak (especially the left tributary - beam Zaprudna). In July 2006 due to the large amount of precipitation, which is 5 times higher than the rate of the river Kuchuk-Karasu was broken several dams and catastrophic flood occurred. Due to the significant loss in quantity and intensity of storm rainfall character in this period there were several mudflows floods (2011 - left tributary of river Voron) and 2013 – river Chelun). However, the emergence manifestation landslide flows were found. The intensity of display of erosion was quiet most of 2011 and 2012 years as a result of loss of less rainfall and its intensity. The most dangerous during the period was the focus of the beam - left tributary river Voron, due to uncontrolled construction in the immediate vicinity of the cottage removing soil and moving significant amounts of builders waste directly into the beam channel and river Chelun near the village Gurzuf.

Keywords: Crimean Mountains, southwest s landslide district, the emergence of mudflow centers, loose fragmental material rock erosion activities.

Надійшла до редколегії 05.04.2016

УДК 551.579.4

Жукова Ю.О., Довганенко Д.О.

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ПАВОДКОВОГО СТОКУ РІЧОК ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ РЕЖИМУ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ SRTM30

Ключові слова: паводковий стік, перехоплення опадів, зарегульованість, ГІС

Вступ. В межах Дніпропетровської області існує проблема з раціональним використанням поверхневих вод, що пов'язано з фізико-географічним положенням і особливо з кліматичними умовами даного регіону. Основним фактором порушення гідрологічного режиму місцевих річок є надмірна зарегульованість їх стоку.

В результаті аналізу досліджень, що висвітлюють проблематику регулювання стоку річок Дніпропетровської області було підтверджено статус актуальності вказаної проблеми, і в тому числі, з'ясовані наступні положення.

Відомо, що Дніпро забезпечує водою 2/3 території України, близько 30 млн. чоловік, 50 великих міст та промислових центрів, 2,2 тис. сільських і понад 1 тис. комунальних господарств, 50 великих зрошувальних систем і 4 атомних електростанції. Використання води питної якості на питні потреби становить 50%. В той же час приблизно 90% потреби в воді можна задовольнити за рахунок впровадження зворотних циклів повторного використання і які на теперішній час залишаються нереалізованими [1].

Потенційні місцеві ресурси поверхневих та підземних вод Дніпропетровської області становлять 53,3 км³, якщо урахувати поверхневий стік з територій водозбірних басейнів річок Самари, Вовчої, Солоної, Бика, Орелі, Інгульця – 1,53 км³ (2,9 %), Дніпра – 50,6 км³ (94,9 %). Сумарний стік р. Дніпро в маловодний рік 95 %-ї забезпеченості (трапляється 1 раз на 20 років) складає 33,1 км³. Таким чином сумарний об'єм всіх ставків і водосховищ в басейні р. Дніпро значно перевищує стік річки 95 % забезпеченості, що є прямим порушення статті 82 «Водного кодексу України» [2,4]. Нажаль така ситуація зумовлює не тільки порушення закону, але й потенціальну загибель екосистеми основної артерії України.

Метою роботи була оцінка впливу регульованості стоку річок Дніпропетровської області на формування їх паводкового стоку з використанням геоінформаційних систем та цифрової моделі рельєфу.

Пошук шляхів вирішення проблеми, що склалася полягає у одночасному аналізі просторових та часових даних. Таким чином доцільним є використання ГІС-технологій та методів дистанційного зондування Землі у комбінації з регулярними спостереженнями.

Важливим елементом гідрологічних досліджень та розрахунків є необхідність врахування властивостей рельєфу басейну річки як фактору перерозподілу стоку. Очевидною перевагою ГІС методів є можливість переходу від коефіцієнту до просторової динаміки поверхні водозбору. На даний час найбільш перспективною основою для вирішення поставлених гідрологічних задач є цифрова модель рельєфу. Вона має в якості структурної основи ієрархічну, реляційну, мережеву або комплексну модель, що дозволяє оцінити такі морфометричні показники як: крутизна та експозиція схилів, генерація мережі тальвегів і вододілів, аналіз поверхневого стоку [3].

ЦМР одержують за допомогою обробки супутникових даних або сенсорної зйомки місцевості. На теперішній час стало можливим отримання високоточної інформації про рельєф місцевості з роздільною здатністю до 60 см. Супутники, за допомогою яких отримують такі дані мають різні призначення в зв'язку з чим знімки мають досить велику розбіжність у характеристиках (табл. 1).

Практично всі перелічені в табл. 1 знімки є комерційними і отримання такої продукції відбувається за відповідну плату. Єдиною з перелічених ЦМР, яка має вільний доступ до скачування вихідних даних є SRTM30. Як зазначено, дана ЦМР має достатньо великий просторовий дозвіл (до 90 м), що дає можливість вираховувати морфометричні параметри річкової мережі, охопити достатньо велику територію (до 3°) і може бути обробленою за допомогою більшості геоінформаційних систем.

Таблиця 1. Характеристика цифрових моделей рельєфу

Параметр	World View-1/2	GeoEye	Ikonos	ALOS PRISM	Spot-5	WorldDEM (TerraSAR-X /TanDEM-X)	SRTM
Тип вихідних даних	Стереозйомка у видимому діапазоні				Радарні інтерферометричні знімки		
Просторовий дозвіл (м)	0,5	0,5	1	2,5	2,5	-	-
Крок ЦММ (м)	до 1	до 1	до 2	5	5	12	90
Точність в плані (м)	5	5	11	10	12-15	6	16
Відносна точність по висоті (м)	до 1	до 1	до 1	до 5	до 6	до 2	до 10

Викладка основного матеріалу. На першому етапі дослідження необхідно було отримати морфометричні характеристики водозборів річок Дніпропетровської області. Для цих цілей було використано ЦМР SRTM30 v.4. У зв'язку з недостатньою потужністю апаратного ресурсу для збільшення ефективності роботи інструментів Arc GIS вся територія області була розчленована на 3 частини: північна, південно-західна, східна.

Безпосередньо для гідрологоморфологічного аналізу використовувались інструменти Hydrology, модуля просторового аналізу Spatial Analyst. Алгоритм аналізу передбачав наступні етапи:

1. Заповнення хибних западин (безстічні області). Ці западини представляють собою локальні пониження (і піки) – «помилки», що виникають через дозвіл даних або округлення висот до найближчого цілого значення. Оскільки в задачі визначення перехоплення опадів водосховищами не має на меті визначення дійсних безстічних областей тому заповнення ЦМР SRTM30 робилась з опцією за замовчуванням (рис. 1)

В результаті «заповнення» було отримано «гідрологічну вірну» ЦМР, що дозволило розрахувати напрямок стоку та сумарний стік.

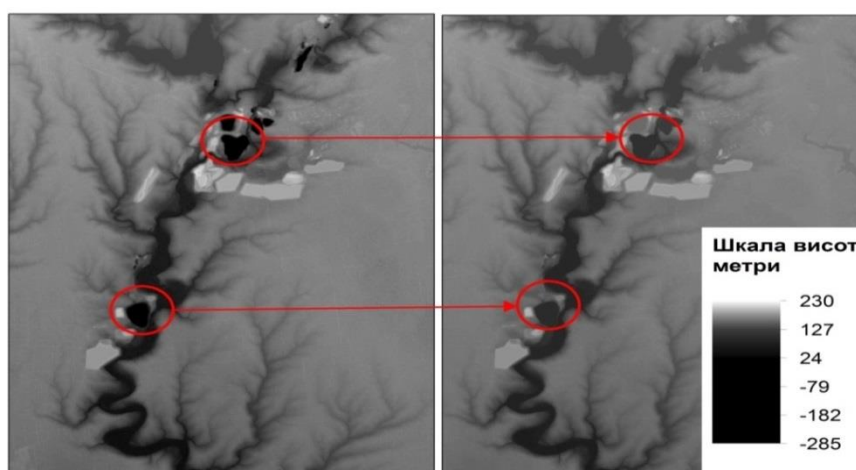


Рис. 1. Заповнення безтокових ділянок

2. Напрямок стоку: створює растр напрямку стоку з кожного осередку (піксель) по найближчій сусідній клітинці вниз по схилу до гідрографічної мережі. Кожен з напрямків шифрується значеннями від 1 до 128 (рис. 2).

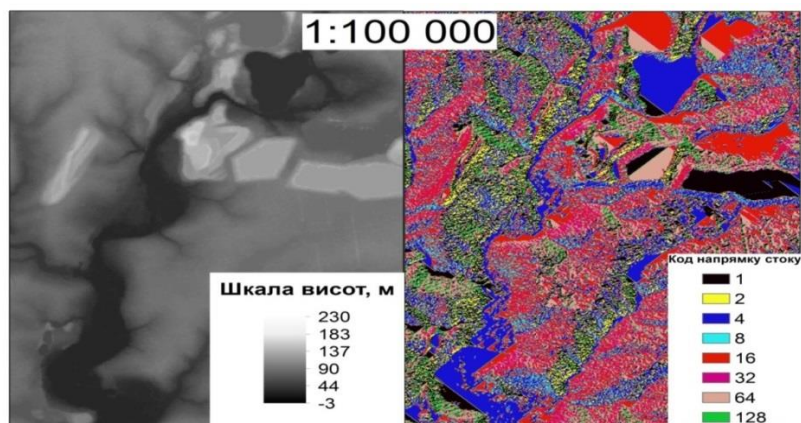


Рис. 2. Напрямок стоку

3. Сумарний стік: створює растр потоку накопичення в кожному клітинку (піксель). Даний інструмент також дозволяє використовувати фактор ваги.

4. Калькулятор растра: будує растр за виразом алгебри карт з використанням синтаксису Python в інтерфейсі, подібному калькулятору. За допомогою цього інструменту були визначені мінімальні значення накопичення стоку для заданого регіону (20000 одиниць умовного стоку). Загальний вираз алгебри карт має вигляд

$$\text{«Сумарний стік»} \geq 20000, \quad (1)$$

де «Сумарний стік» - назва растрового шару зі значеннями накопичення стоку; 20000 – мінімальний поріг наявності гідрографічної мережі.

Після чого був отриманий растр з логічними значеннями від 0 до 1. Значенню 1 відповідає наявність водотоків.

5. Відбір: За результатами роботи інструменту «вибір» були виокремлені значення відповідні «1». Після чого була проведена ідентифікація водотоку і отримані значення були векторизовані (рис. 3).

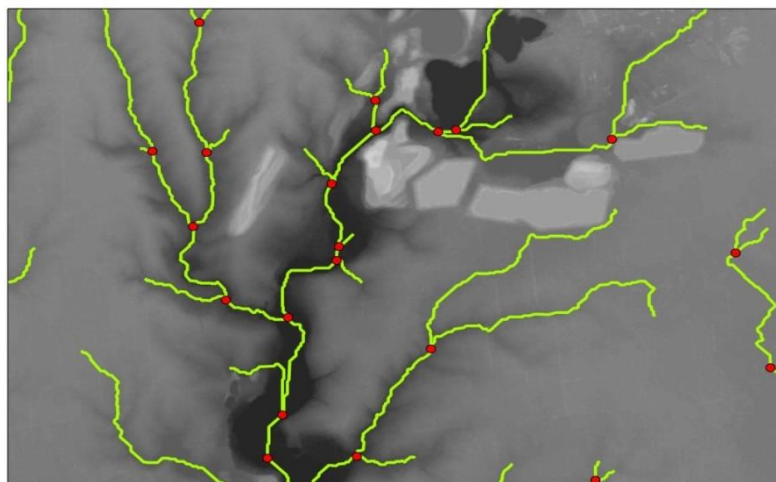


Рис. 3. Гідрографічна сітка з прив'язкою до гирла

6. Для визначення місця положення гирла був застосований інструмент «перетин», який обчислює геометричний перетин між вхідними об'єктами. Просторові об'єкти або частини об'єктів, які перекриваються у всіх шарах і/або класах просторових об'єктів, записуються у вихідний клас об'єктів. У результаті була отримана карта гирл водотоків та водосховищ Дніпропетровської області (рис. 3).

7. Маючи всі значення напрямку стоку і положення гирл були прораховані водозбірні області всіх водотоків Дніпропетровської області. При цьому застосовувався інструмент «водозбірна область» (рис. 4).

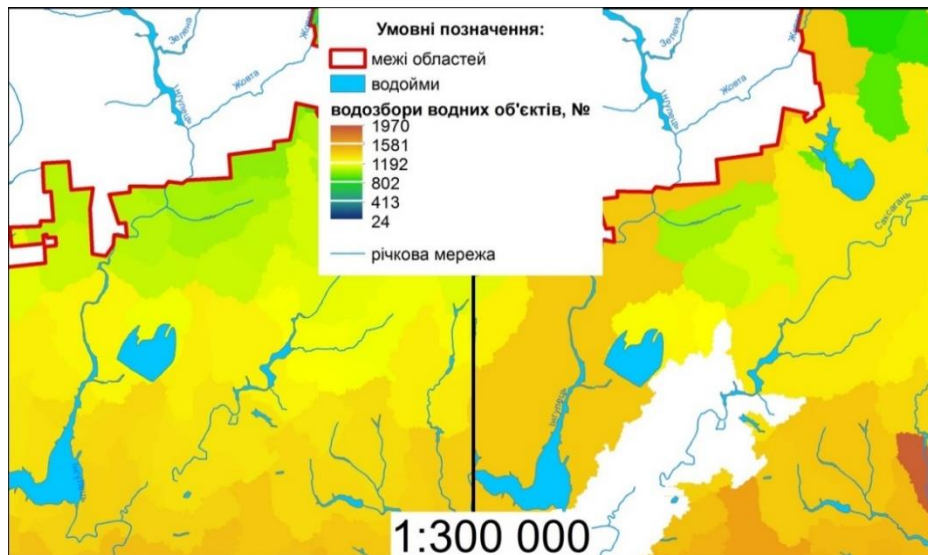


Рис. 4. Водозбори водних об'єктів західної частини Дніпропетровської області

8. На наступному етапі були отримані карти розподілу зливових опадів в межах Дніпропетровської області. Для побудови розподілу вище згаданої характеристики використовувалися значення норми опадів за весняно-літній період. При інтерполяції норми опадів були враховані значення з 25 метеостанціями, які розташовані як в області так і за її межами (рис. 5).

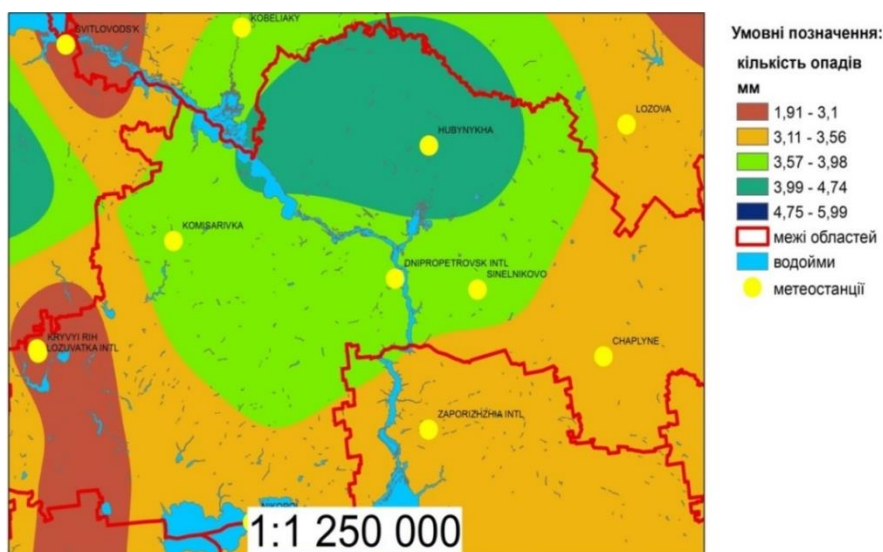


Рис. 5. Розподіл опадів в межах Дніпропетровської області

9. За допомогою інструмента Зональна статистики були отримані оцінки розподілу кількості опадів відповідно по водосховищам і водозборам природних водотоків. Були визначені показники опадів: сума, обсяг, мінімальні значення, максимальні значення, стандартне відхилення. За допомогою цих показників було визначено об'єм опадів, що формуються в межах водозборів основних річок Дніпропетровської області (табл. 2).

Попередньо до цього було визначено щільність розподілу водосховищ в межах території Дніпропетровської області (рис. 6), яка дала змогу з'ясувати, що найбільш перенасичений є південно-західний район області.

Таблиця 2. Розподіл опадів на формування стоку річок та заповнення штучних водойм

Назва річок	Об'єм опадів, які перехоплюють водосховища м ³	Об'єм стоку річок м ³	Об'єм опадів, які формуються над територіями водозборів річок млн. м ³	Загальна площа водозбору водосховища км ²
Інгулець	864003	55102950	8	264
Саксагань	1144791	51030000	7	330
Вовча	3067652	293265000	46	884
Базавлук	135635	47407500	15	46
Томаківка	19923	13381200	4	6
Самра	5368611	463963500	85	66
Оріль	271972	79159500	14	56
Кільчень	239958	24192000	4	565
Мокра Сура	2038013	49029750	11	1519

Найбільша кількість водосховищ розташована в межах басейну р. Вовча, а найменша кількість на річках Базавлук, Кільчень та Томаківка (табл. 2). Найбільші за площею водосховища знаходяться в межах басейнів річок Самара, Вовча та Мокра Сура, а найменші – на річках Томаківка і Базавлук.

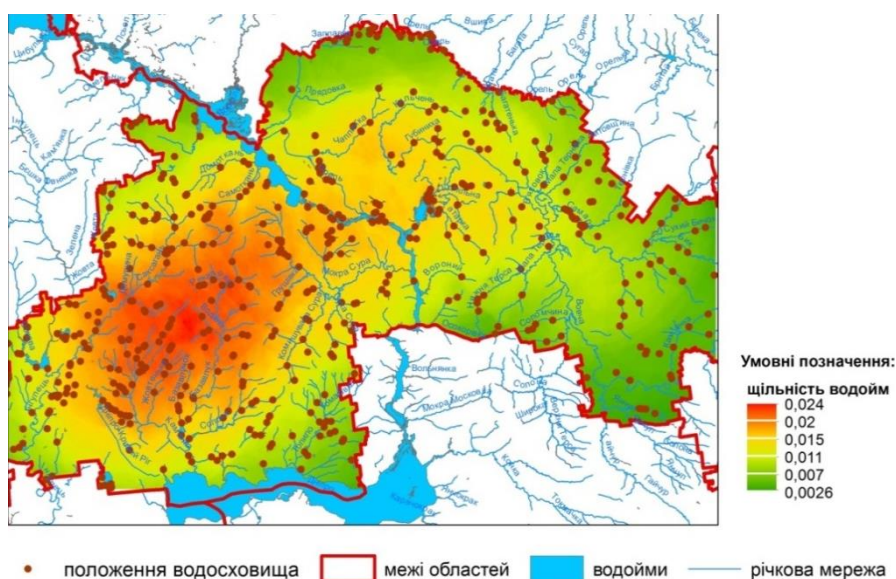


Рис. 6. Густина розміщення штучних водойм Дніпропетровської області

Такий розподіл штучних водойм по території області перш за все зумовлюється розподілом господарського комплексу. Слід відзначити, що в південно-західній частині переважно більшість водойм є русловими та розташовуються в малій гідрографічній мережі.

Найбільший об'єм опадів, який перехоплюється водосховищами, зосереджений в центральній та східній частині території Дніпропетровської області. Об'єм цих опадів коливається від 5 млн. до 240 тис. м³ (рис.7).

Це можна пояснити тим, що на цих територіях розташовуються найбільші річки області, у яких площа водозборів сягає кількох десятків тисяч км².

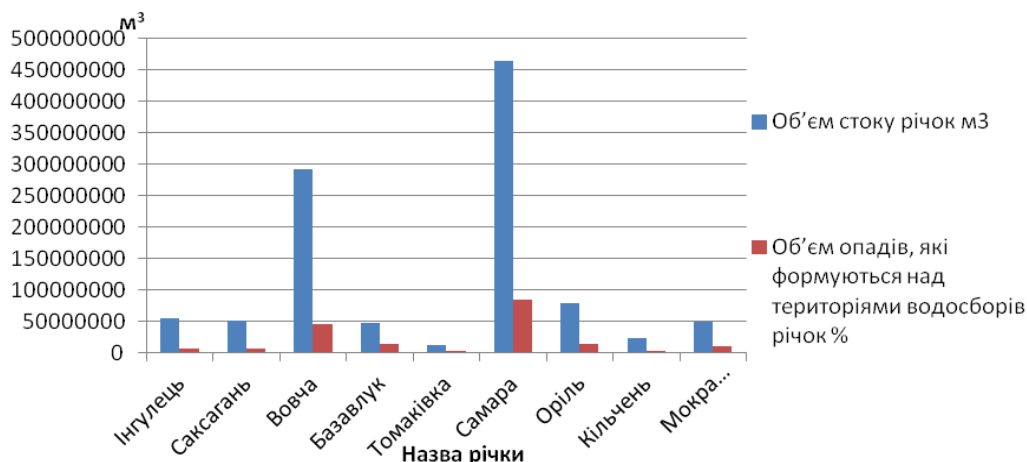


Рис. 7. Співвідношення стоку річок та опадів в межах їх водозборів

Аналізуючи наведений вище графік, можна сказати, що формування об'єму стоку річок Дніпропетровської області під впливом дощового живлення складає менше 15%. Це пов'язано з тим, що усі річки рівнинного типу та переважно мають снігове живлення замість дощового, що є нормою для цього гідрологічного району.

Найбільший вплив опадів на формування паводкового стоку здійснюються на такі річки як Самара та Вовча. Відсоткове співвідношення сягає від 15% до 18%, а найменший вплив – на річки Томаківка та Інгулець (від 1% до 8%). Така закономірність зумовлюється зменшенням значення дощового живлення на рівнинних річках з півночі на південь від 10 до 1%.

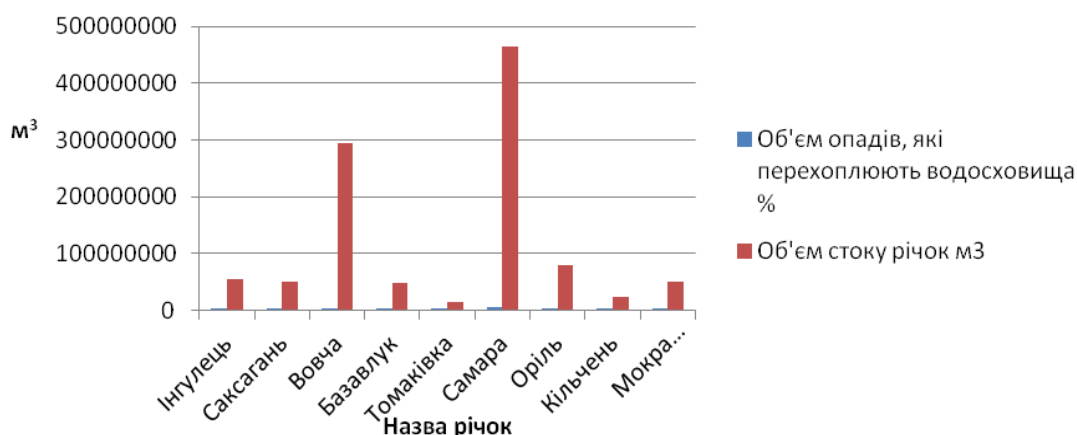


Рис. 8. Співвідношення перехопленої водосховищами частки опадів від загального об'єму стоку річок

Аналізуючи графік рис. 8 можна сказати, що водосховища перехоплюють до 5% опадів, які не потрапляють до водозбору природних водотоків. Можна

стверджувати, що наявність водосховищ все ж таки перешкоджають дощовому живленню річок, але не в значній мірі.

При цьому доля опадів, що формує корисний об'єм водосховищ має порівняно незначну частку від норми об'єму стоку (рис. 9).

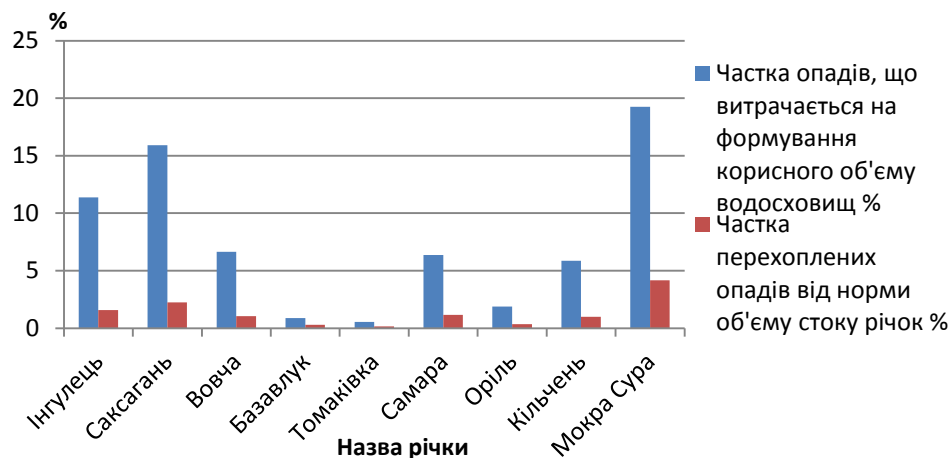


Рис. 9. Розподіл опадів на формування об'єму водосховища від загальної кількості опадів

Це свідчить про те, що водосховища та інші штучні водойми мають порівняно незначний вплив на дощове живлення річок. З'ясовано, що більшу зарегульованість поверхневого стоку мають малі річки такі як Мокра Сура (19,26%) та Саксагань (15,91%). Також було відмічено, що р. Самара та її притока р. Кільчень мають однакові показники кількості опадів, які витрачається на формування корисного об'єму водосховищ та інших штучних водойм, не дивлячись на те, що площа водозбору р. Кільчень в 10 разів менше ніж р. Самари.

Було виявлено, що в південно-західній частині переважна більшість водойм є русловими та розташовуються в малій гідрографічній мережі, це пов'язано з потребами та розподілом господарського комплексу в межах території області.

Розрахункова частка опадів у формуванні стоку річки в середньому становить 20%, при цьому не більше 5% від об'єму опадів витрачається на заповнення штучних водойм. С точки зору частки перехоплених опадів від загального їх об'єму найбільші показники притаманні малим річкам Дніпропетровської області, а саме Мокра Сура, Саксагань та Інгулець (в межах області).

Висновки. На даний час використовуються велика кількість різноманітних ЦМР з різною роздільною здатністю, але найбільш вдалим типом моделі з точки зору гідрологічних досліджень є SRTM30 4 покоління.

1. З'ясовано, що ступінь зарегульованості річки Дніпро в межах Дніпропетровської області є значною. В тому числі в басейні річки побудовано 588 малих, 50 середніх і 3 великих водосховища загальним об'ємом $3,90 \text{ км}^3$ і площею водного дзеркала $1,30 \text{ тис. км}^2$. Кількість ставків в становить 12,6 тис. шт., їх об'єм $1,54 \text{ км}^3$, площа водного дзеркала $1,09 \text{ тис. км}^2$. Загальний об'єм всіх ставків і водосховищ, в басейні річки перевищує $48,9 \text{ км}^3$, площа водного дзеркала $9,25 \text{ тис. км}^2$. Така ситуація призводить до зменшення водообміну і проточності річок та створення мілководних зон. Крім того, відзначається порушення й законодавчо регламентованого регулювання стоку.

2. Аналіз розподілу опадів, що витрачається на заповнення штучних водойм в межах Дніпропетровської області дозволив з'ясувати, що водосховища перехоплюють до 5% опадів, які не потрапляють до природних водотоків, що дає

зможу стверджувати про наявність незначного впливу на формування паводкового стоку річок. Найбільшу зарегульованість поверхневого стоку мають малі річки Мокра Сура (19,26%) та Саксагань (15,91%).

Список літератури

1. Охорона навколишнього природного середовища в Україні. 1994-1995 рр. – К.: Вид-во Раєвського, 1997. – 96 с. **2.** Харитонов М. М. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській області [Електронний ресурс] / М.М. Харитонов, Л.Б. Анісімова. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://ippenan.com/content/publik3/sborvse/2013.17/75-86.pdf>.10.10. **3.** Новаковський Б.А. Цифрові моделі рельєфу реальних і абстрактних геополів. / Б.А. Новаковський, С.В. Прасолов, А.І. Прасолова. – М.: Науковий світ. – 2003 р. **4.** Ласточкін Л.В. Класифікація поверхонь рельєфу та його структурних ліній по природно-екологічних властивостях / Л.В Ласточкін. – 2003. –225 с.

Оцінка формування паводкового стоку річок Дніпропетровської області в умовах режиму його регулювання з використанням цифрової моделі рельєфу SRTM30

Жукова Ю.О., Довганенко Д.О.

Статтю присвячено аналізу впливу зарегульованості стоку річок Дніпропетровської області на формування їх паводкового стоку з використанням геоінформаційних систем та цифрової моделі рельєфу. В якості ЦМР було обрано SRTM30 4 покоління як найбільш вдалий за характеристиками та доступний варіант моделі. Алгоритм дослідження був повністю реалізований на базі ГІС ArcGis. Аналіз розподілу опадів, що витрачається на заповнення штучних водойм в межах Дніпропетровської області дозволив з'ясувати, що водосховища перехоплюють до 5% опадів, які не потрапляють до природних водотоків, що дає змогу стверджувати про наявність незначного впливу на формування паводкового стоку річок. Найбільшу зарегульованість поверхневого стоку мають малі річки Мокра Сура та Саксагань.

Оценка формирования паводочного стока рек Днепропетровской области в условиях режима его регулирования с использованием цифровой модели рельефа SRTM30

Жукова Ю.А., Довганенко Д.А.

Статья посвящена анализу влияния зарегулированности стока рек Днепропетровской области на формирование их паводочного стока используя геоинформационных систем и цифровой модели рельефа. В качестве ЦМР было выбрано SRTM30 4 поколения, как наиболее удачный по характеристикам и доступный вариант модели. Алгоритм исследования был полностью реализован на базе ГИС ArcGis. Анализ распределения осадков, который расходуется на заполнение искусственных водоемов в пределах Днепропетровской области позволил выяснить, что водохранилища перехватывают до 5% осадков, которые не попадают в природные водотоки, что позволяет утверждать о наличии незначительного влияния на формирование паводочного стока рек. Наибольшую зарегулированность поверхностного стока имеют малые реки Мокрая Сура и Саксагань.

Assessment of the flood runoff of rivers in Dnipropetrovsk region under the conditions of its run-off control using digital elevation model SRTM30

Zhukova J.O., Dovhanenko D.O.

The paper deals with assessment of the run-off control influence on the river flood runoff in Dnipropetrovsk oblast using geographic information system and digital elevation model. In this research as base of the digital elevation model was chosen fourth generation of SRTM 30 in case of its acceptable characteristics and availability in the web source. The research algorithm is implemented in ArcGis platform. Analysis of precipitation distribution between reservoirs filling and the river's runoff formation in the territory of Dnipropetrovsk oblast allowed to find out that all over 5% of the precipitation volume is intercepted with reservoirs and in that case its allow to claim that affecting of run-off control is negligible. At the same time, the main affecting of run-off control on river flood runoff formation is occurred on small rivers like Mokra Sura and Saksagan.

Надійшла до редколегії 15.04.2016

УДК 556.114

Курило С.М.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ БАГАТОРІЧНИХ ЗМІН МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ ТА ВМІСТУ ГОЛОВНИХ ІОНІВ У РІЧКАХ УКРАЇНИ

Ключові слова: *гідрохімічний режим, мінералізація, поверхневий стік.*

Вступ. Показник мінералізації води та вміст головних іонів у річкових водах України схильні до трансформації як під впливом антропогенного навантаження, так і в результаті дії природних факторів, зокрема коливання водності річок, яке пов'язане з кліматичними змінами [1]. Як кліматичні умови так і антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище не є сталими в часі процесами тож важливим прослідкувати яким чином їх зміни відбиваються на елементах гідрохімічного режиму поверхневих вод.

Постановка завдання. У цьому зв'язку дослідження за багаторіччя (1946-2012 рр.) стосувалися низки правобережних (Десна, Случ, Тетерів, Рось) та лівобережних (Сула, Псел, Ворскла) приток Дніпра, а також річки Західний Буг та Південний Буг. Оцінка трансформації хімічного складу і мінералізації річкових вод за багаторіччя виконувалася за модернізованою в 2006 р. В.К. Хільчевським та С.М. Курилом класифікацією О.О. Алєкіна. Модернізація класифікації полягає у введенні до існуючих трьох рівнів ознак (клас, група, тип) четвертої ознаки - підтипу, який виділяється за відносним внеском класоутворюючих аніонів, а також додаванні до групи другого катіона, за умови його зростаючої ролі (понад 25 %-екв.) [2].

Результати досліджень. Для *лівобережних приток Дніпра* (Сула, Псел, Ворскла) протягом багаторіччя спостерігалось зростання середньорічної мінералізації води, для якого можна виділити три характерні періоди. Перший період (умовного гідрохімічного фону, 1946-1979 рр.) - найменша мінералізація і постійний гідрокарбонатно-кальцієвий склад води - $C_{116}Ca$. Другий період (трансформаційний, 1980 - 1993рр.) - підвищення мінералізації і відчутні зміни її складових на рівні груп і типів: для р. Десна р. Псел - $C_{116}Ca$ на $C_{16}CaNa$; для р. Ворскла і р. Сула - $C_{116}Ca$ на $C^{Na}Ca_{16}$. Середньорічне значення мінералізації збільшилося у два рази. Третій період (сучасний, 1994-2012 рр.) - стабілізація хімічного складу річкових вод. [3]

Аналіз трансформації гідрохімічних характеристик для різних фаз водного режиму лівобережних приток Дніпра показав найбільші зміни для весняної повені: на рівні груп - з групи кальцію на групу натрію ; типів (з I і II, які характерні для води більшості річок України, на III тип - який є змішаним і метаморфізованим, що формується в результаті катіонного обміну при взаємодії води та ґрунту); підтипів - вміст класоутворюючого гідрокарбонатного аніону зменшується (іноді становить менше 50%), що пов'язано із зростанням вмісту сульфатів і хлоридів. Під час весняної повені за весь період спостережень відбувалося зростання мінералізації води: р. Сула – з 440 до 832 мг/дм³; р. Псел – з 370 до 840 мг/дм³; р. Ворскла – з 300 до 685 мг/дм³.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

Для *правобережних приток Дніпра* (Случ, Тетерів, Рось) спостерігається не така однозначна картина у виділенні трансформаційних періодів хімічного складу води, як у лівобережних приток.

Так, для р. Случ виділяється два характерні періоди. Перший період (умовного гідрохімічного фону, 1960-1974 рр.) - найменша мінералізація і постійний гідрокарбонатно-кальцієвий склад води (C_{Ia}^{Ca} , C_{Ib}^{Ca}). Другий період (трансформаційний, 1975 – 2008 рр.) – значне скачкоподібне підвищення мінералізації води з максимумом у 2005-2008 рр. Мінімальна середня річна мінералізація становить 126 мг/дм³ (1968р), а максимальне середньорічне значення 546 мг/дм³ (2008 р) .

Найбільш значне зростання мінералізації води р. Случ характерне для періоду весняної повені. Якщо для початку періоду спостереження характерними показниками мінералізації води весною були значення 140-160 мг/дм³, то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. - 440-460 мг/дм³.

Найбільш відчутне збільшення мінералізації води р. Случ у меженні періоди зафіксоване у середині 1970-х років минулого століття для фази зимової межені, коли абсолютні значення показника сягнули (осереднені за 5-річчя) величини 450 мг/дм³. Ступінь мінералізації води для періоду літньо-осінньої межені поступово збільшувалася з 330 до 466 мг/дм³.

Для р. Тетерів виділяється три періоди. Перший період (умовного гідрохімічного фону, 1965-1979 рр.) - найменша мінералізація і гідрокарбонатно-кальцієвий склад води - C_{IIb}^{Ca} , C_{IIb}^{CaNa} . Другий період (трансформаційний, 1980 – 1994 рр.) - підвищення мінералізації і відчутні зміни її складових на рівні груп і типів. Середньорічне значення мінералізації збільшилося у два рази – з 290-350 мг/дм³ до 550-676 мг/дм³ Третій період (сучасний, 1995-2012 рр.) – спостерігається стабілізація хімічного складу річкових вод.

Аналіз багаторічних змін мінералізації води р. Тетерів у різні фази водного режиму виявив наступні тенденції. Значне зростання мінералізації води характерне для періоду весняної повені. Якщо на початку періоду дослідження характерні показники мінералізації води весною коливалися у межах 230-300 мг/дм³ , то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає стрімко зростати, сягаючи свого максимуму у період 1990-1994 рр. з показниками 630 мг/дм³.

Для межених періодів коливання вмісту розчинених мінеральних речовин у воді р. Тетерів не зазнавали великих змін, хоч і спостерігалася стала тенденція до зростання мінералізації. Абсолютні значення мінералізації води річки коливались в межах 600-800 мг/дм³.

Для р. Рось виділяється два характерні періоди. Перший період (1946-1994 рр.) – незначні циклічні коливання мінералізації води і постійний гідрокарбонатно-кальцієвий склад води (C_{Ia}^{CaNa} , C_{Ib}^{Ca}) . Другий період (1995 – 2008 рр.) – помітне зменшення мінералізації води (за рахунок гідрокарбонатів і кальцію) при зростанні вмісту сульфатів, хлоридів, натрію і калію. В цілому мінімальна річна мінералізація становить 270 мг/дм³ (2006 р), а максимальне середньорічне значення 627 мг/дм³ (1954 р).

Так, найбільш значне зростання мінералізації води р. Рось характерне для періоду весняної повені. Якщо на початку періоду спостереження характерні показники мінералізації води коливалися у межах 225-440 мг/дм³ , то починаючи з 1970-х років вміст головних іонів починає зростати, сягаючи свого максимуму у період 1970-1985 рр. з показниками 500-600 мг/дм³.

Для меженних періодів характерна дещо інший характер багаторічних змін показника мінералізації води р. Рось. Абсолютні значення мінералізації води річки коливалися в межах 480-520 мг/дм³. Найбільш відчутне збільшення мінералізації у меженні періоди зафіксоване у періоди 1990-1994 рр., коли абсолютні величини цього показника сягнули 529 мг/дм³. Для періоду зимової межени характерне повільне падіння мінералізації із мінімумом в останньому періоді – 339 мг/дм³.

Подібні дослідження були виконані і для річок *Західний Буг* та *Південний Буг*, які показали схожі закономірності стосовно змін мінералізації води та вмісту головних іонів, а також сезонних відмінностей у трансформації хімічного складу річкових вод [4-5].

Окремо проведені розрахунки по виявленню взаємозв'язку між часткою підземного стоку та мінералізацією води річок. Дослідження показали пряму залежність між цими характеристиками гідрологічного режиму річок.

Так при аналізі змін внутрірічного розподілу стоку за складовими живлення річок та мінералізації води для р. Південний Буг зафіксована пряма значуща залежність між мінералізацією води та об'ємами підземного стоку (табл.1, рис 1.).

Таблиця 1. Залежність мінералізації від об'єму підземного стоку для р. Південний Буг – смт Олександрівка

Рік	Об'єм підземного стоку, км ³	Об'єм підземного, %	Мінералізація, мг/дм ³
1951	0,70	35,1	452,7
1957	0,79	36,0	545,5
1985	2,35	56,5	699,0
1993	0,62	50,8	620,0
2009	1,05	44,2	750,5
2011	0,88	39,5	641,8

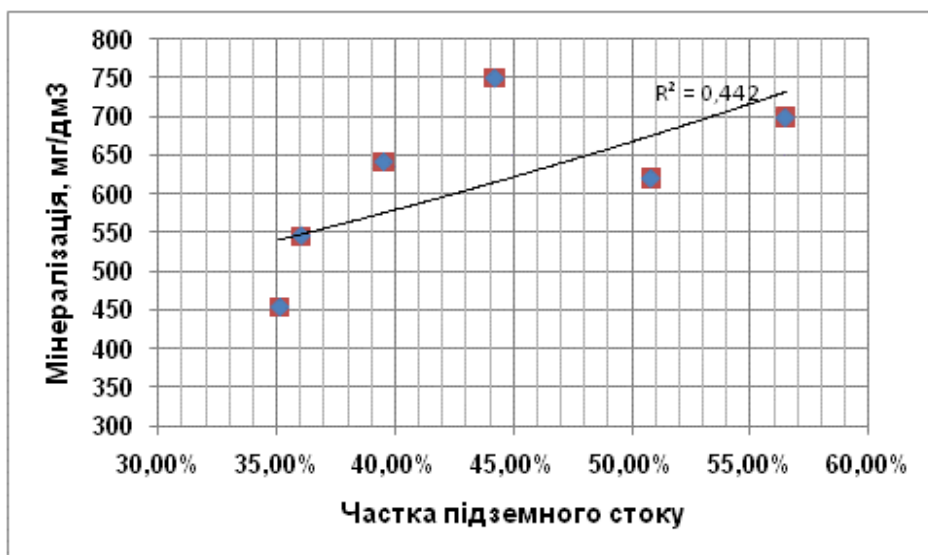


Рис.1. Співвідношення між зміною мінералізації та об'ємом підземного стоку р. Південний Буг – смт Олександрівка.

Як ми можемо бачити на графіку, значення мінералізації має значну залежність від об'єму підземного стоку. При зростанні об'ємів підземного стоку спостерігається і тенденція до збільшення мінералізації. У періоди, де відсоток підземного стоку зменшується – мінералізація також починає зменшуватися. Мінімальним об'ємам мінералізації відповідають і мінімальні об'єми підземного

стоку. Коефіцієнт кореляції r між двома масивами даних становить 0,7, що відповідає значним залежностям.

Подібні результати отримані і для річок Тетерів та Західний Буг (табл. 2, 3, рис.2).

Таблиця 2. Залежність мінералізації від об'єму підземного стоку для р. Тетерів – м. Житомир

Рік	Підземне живлення, %	Середня річна мінералізація, мг/дм ³	Коефіцієнт кореляції «підземний стік-мінералізація»
1967	24,4	380,2	0,8
1973	25,7	434	
1980	33,8	588,9	
1990	26,8	528	
1996	37	676,3	
1997	27,9	556,2	
2002	29	429	
2010	31,1	475,1	

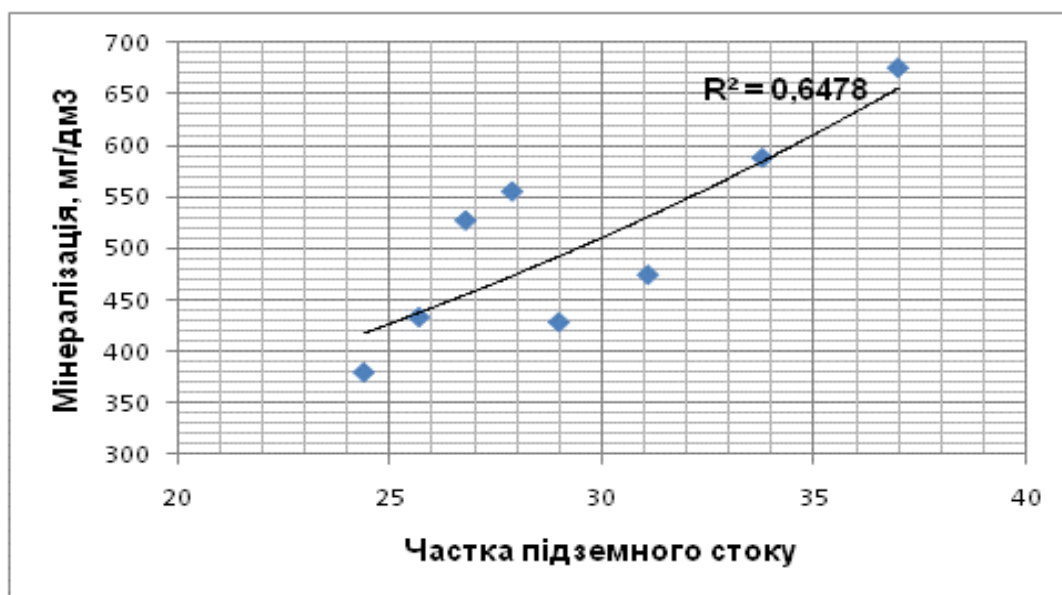


Рис.2. Співвідношення між зміною мінералізації та об'єму підземного стоку р. Тетерів – м. Житомир

Таблиця 3. Зв'язок змін мінералізації води р. Західний Буг – с. Кам'янка-Бузька з деякими чинниками, що впливають на гідрохімічний режим річки

Характеристика	Витрата води	Рівень ґрунтових вод	Пряма атмосферна складова	Водо-відведення	Скид розчинених речовин
Коефіцієнт кореляції з показником мінералізації	-0,05	-0,36	0,4	0,1	0,2

Як видно з наведеної таблиці 3, найбільш тісний зв'язок між показником мінералізації має кількість розчинених мінеральних речовин, що надходить на територію водозбору з атмосферними опадами. Другим за значущістю показником

є рівень ґрунтових вод, але він характеризується оберненою кореляцією. Відсутність зв'язку між мінералізацією та витратами води в річці Західний Буг - Кам'янка Бузька пояснюється тим, що у даних розрахунках використовувалися осереднені за рік показники витрат води та вмісту розчинених речовин, що значно знівелювало генетичні зв'язки і, власне, викликало порушення зв'язку «мінералізація»-«витрата». Слабу міру зв'язку зафіксовано між показником мінералізації та прямим надходженням розчинених речовин із скидними водами, $r = 0.2$ та величиною водовідведення $r = 0.1$. Про невеликий вплив антропогенного фактору на формування режиму головних іонів і мінералізації у воді р. Західний Буг до поста Кам'янка-Бузька свідчить і величина антропогенної частки в іонному стоці річки за 2000-2005 рр. Вона коливалась в межах від 2 до 10 % в залежності від водності року.

Висновки. Аналіз багаторічних змін характеристик гідрохімічного режиму у різні фази водного режиму виявив наступні тенденції. Значне зростання мінералізації води характерне для періоду весняної повені. Для межених періодів коливання вмісту розчинених мінеральних речовин у воді річок не зазнавали великих змін, хоч і спостерігалася стала тенденція до зростання мінералізації.

Аналіз зміни умісту головних іонів у воді річок зафіксував якісні зміни на рівні груп, типів та підтипів, які пов'язані із зростанням вмісту сульфатів, хлоридів та іонів натрію.

Виявлені гідрохімічні зміни можна пояснити зменшенням обсягу поверхневого водного стоку під час весняної повені і зростанням його в меженні періоди, що пов'язано з кліматичними змінами. Відповідно, зростає роль підземного живлення в цей час. При зростанні об'ємів підземного стоку спостерігається і тенденція до збільшення мінералізації. У періоди де відсоток підземного стоку зменшується – мінералізація також починає зменшуватися.

На користь цієї думки свідчить низка отриманих результатів:

- тісний взаємозв'язок між зміною мінералізації та величиною об'єму підземного стоку на досліджених річках; Як відомо, підземні води мають більшу мінералізацію, ніж поверхневі, що й позначається на хімічному складі річкових вод. Зрозуміло, що зростає також і середньорічна мінералізація води та змінюється якісний склад річкових вод.
- значущий взаємозв'язок між рівнем ґрунтових вод на водозборах досліджуваних річок та величиною мінералізації;
- слабкий взаємозв'язок між мінералізацією води та вмістом окремих іонів із показниками, що характеризують ступінь антропогенного навантаження на річки – водовідведенням та надходженням розчинених мінеральних речовин із стічними водами;
- характер зміни гідрохімічних характеристик у внутрішньорічному розрізі: максимальні зміни характерні для періоду весняної повені і менш яскраво виражені у меженні маловодні періоди коли має яскраво проявлятися антропогенний вплив на водні об'єкти.

Перелік посилань

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). / В.В. Гребінь - К.: Ніка-Центр, 2010.- 316 с. 2. Хільчевський В. К. Основи гідрохімії: Підручник. / В. К. Хільчевський, В. І. Осадчий, С. М. Курило - К.: Ніка-центр, 2012. - 312 с. 3. Хільчевський В. К. Аналіз багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді лівобережних приток басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, С.М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. збірник. – 2012. – Т.24. - С. 9-17. 4. Жовнір В.В. Аналіз

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

багаторічних змін мінералізації і вмісту головних іонів у воді річки Південний Буг – смт Олександрівка/ В.В. Жовнір, С.М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. збірник. — 2014. — Т. 1(32). - С. 64-69. 5. Шипілова А.В. Зміни багаторічних значень мінералізації і вмісту головних іонів у воді р. Західний Буг – п. Кам'янка Бузька / А.В. Шипілова, С.М. Курило // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: наук. збірник. – 2013. – Т. 4(31). - С. 17-28.

Основні тенденції багаторічних змін мінералізації води та вмісту головних іонів у річках України

Курило С.М.

Проаналізовано тенденції багаторічних змін характеристик гідрохімічного режиму у різні фази водного режиму для різних річок України. Встановлено основні тенденції трансформації хімічного складу річкових вод, а також їх зв'язок з глобальними кліматичними змінами.

Ключові слова: гідрохімічний режим, мінералізація, поверхневий стік.

Основные тенденции многолетних изменений минерализации воды и содержания главных ионов в реках Украины

Курило С.М.

Проанализированы многолетние изменения гидрохимического режима рек Украины. Установлены основные тенденции трансформации химического состава речных вод, а также их связь с глобальными климатическими изменениями.

Ключевые слова: гидрохимический режим, минерализация, подземный сток, поверхностный сток.

Main trends of the hydrochemical regime of river waters of Ukraine

Kurilo S.

Climatic changes and value of anthropogenous load of watershed of the rivers can be main reasons. The article researched long-term changes in the chemical composition of rivers in Ukraine. Taking it into account for the most relevant tasks which arise for hydrologists and hydrochemists are considered to be determination of modern regularities of streamflow and hydrochemical regime in conditions of warming which happens and assessments of such changes for the perspective. The mineralization of water and concentration of the main ions in river waters change for many reasons. Studying has been executed on the Dnieper River, Desna River, Western Bug River, Southern Bug River and others. The analysis of long-term changes of the hydrochemical regime in different phases of the water found out next tendencies. The trend of increasing salinity of river water is detection. Main changes are taking place in the spring. During a spring overflow for all period of supervisions there was growth of mineralization of water: Sula – from 440 to 832 mg/dm³; Psel – from 370 to 840 mg/dm³; Vorskla – from 300 to 685 mg/dm³. The main factor there is an increased part of groundwater flow. In favor of this conclusion the following results of researches serve. The special executed calculations showed dependence between part of ground flow and chemical composition of water of the rivers. Studying found out direct dependence between these descriptions of the hydrological regime of the rivers. During last two decades decreasing of a part of alimentation by snowmelt is more than 10%. Moreover it is not more the main part of annual runoff. At the same time the part of baseflow increased and it became almost equal to the part of alimentation by snowmelt. There are close dependence between the change of mineralization and value of underground flow on the investigational rivers. As known, ground water has high mineralization, than surface water, that and affects chemical composition of river waters. Clearly, that grows of average mineralization of water and high concentration composition of river waters changes. High dependence is fixed between a ground water level of watershed of the researched rivers and value of mineralization. Low dependence is fixed between value of mineralization and direct receipt of permeates with rainfall waters, $r = 0.2$ and by the size of overflow-pipe of $r = 0.1$.

Keywords: hydrochemical regime, surface flow, base flow.

Надійшла до редколегії 24.04.2016

УДК 556.531.4 (477.87)

Лета В.В.

Ужгородський національний університет, Ужгород

ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ ШОПУРКА РАХІВСЬКОГО РАЙОНУ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ключові слова: *р. Шопурка, гідроекологічний стан, показник, клас якості.*

Вступ. На сучасному етапі розвитку господарства, проблема раціоналізації природокористування стає актуальною, як ніколи. Перш за все, це пов'язано зі зростаючим впливом господарської діяльності на навколишнє природне середовище в цілому та на окремі його елементи. Як відомо, вода є джерелом життя, проте саме вона зазнає найбільшого антропогенного впливу, а відтак і змін якісного стану. Найбільш вразливими в цьому випадку є поверхневі води, а особливо річки, адже вони є ресурсом для різних видів господарства і, водночас, пунктами скидання стічних та промислових відходів. Тому постає проблема збереження та відновлення природного потенціалу річок та їх екологічного стану. В даному контексті малі ріки є ключовими об'єктами моніторингу та регулювання водогосподарської діяльності. Однією з таких є річка Шопурка, яка майже 150 років зазнавала впливу Великобичківського лісо хімкомбінату (далі ЛХК) – одного з найпотужніших підприємств хімічної галузі за часів СРСР.

Аналіз попередніх наукових досліджень. Дослідження руслових процесів та екологічного стану малих річок Закарпатської області та окремо Верхів'я Тиси висвітлені в працях таких вчених як Хільчевський В.К., Гродзинський М.Д., Ободовський О.Г., Ярошевич О.Є, Осадча Н.М., Набиванець Б.И., Яцик А.В. та ін. [1-2]. Малі водотоки західних регіонів країни перебувають під увагою вчених Львівського, Чернівецького та Ужгородського університетів, Департаменту екології та природних ресурсів Закарпатської ОДА, Державної екологічної інспекції та Басейнового управління водних ресурсів р. Тиса, а також міжнародних партнерів по програмах регулювання водогосподарської діяльності та екологічного стану річок у Закарпатській області [7, 11].

Виклад основного матеріалу. Річка Шопурка – права притока р. Тиса, утворена злиттям Малої та Середньої Шопурки. За витік річки прийнятий струмок Куртяський (р. Мала Шопурка). Довжина річки 41,4 км, площа водозбору 286 км², висота витоку 1591 м, а гирла – 297 м над рівнем моря [5, 10]. Основна притока – р. Середня Шопурка (ліва), довжина якої 27,0 км і площа водозбору – 114 км² [5]. Місцевість басейну гірська, так як середня висота водозбору до водпоста Кобилецька Поляна – 1000 м, залісненість території водозбору складає 75% [8].

Річка гірського типу з середньою шириною басейну 8-10 км, крутизною схилів 20-40°, падінням ріки 26 м/км. Швидкість течії у межень 2-3 м/с, а середні витрати 8-9 м³/с., чітко виражений паводковий режим. Долина річки V-подібна, на окремих ділянках завширшки до 300 м, русло слабозвивисте, помірно розгалужене, його ширина до 40 м (у пониззі), поширена бокова та глибинна ерозія [4, 5, 10]. Вздовж русла річки трапляються порожисті ділянки та поодинокі острови, які збільшуються

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

після проходження паводків. На річці розташовані такі населені пункти як смт. Кобилецька Поляна та смт. Великий Бичків.

Моніторинг екологічного стану проводиться на двох контрольних пунктах:

- 1 км вище гирла р. Шопурка;
- автоматична гідрометеостанція на р. Тиса (після впадіння Шопурки);

які вибрані не випадково, адже в межах смт. Великий Бичків виявлені потенційні джерела забруднення, які залишились після занепаду лісохімікомбінату.

Результати аналітичного контролю, що здійснювався протягом 2013 року Держекоінспекцією в Закарпатській області на території колишнього В.Бичківського лісохімічного комбінату (смт. В.Бичків Рахівського району) та прилеглих до нього територій вказують на забруднення як земельних ресурсів так і поверхневих вод та верхнього водоносного горизонту (до 20 м).

Концентрація нафтопродуктів у пробах ґрунтів перевищує фонові показники від 3 до 50 разів (в районі котельні).

Концентрації забруднюючих речовин в поверхневих водах перевищують гранично допустимі концентрації для водойм рибогосподарського водокористування по хімічному споживанню кисню (ХСК) до 3 разів, по вмісту фенолів – 3000 раз (потік перед впадінням в р.Шопурка). У створі нижче території ЛХК, показник ХСК відповідає вимогам діючих нормативів, вміст фенолів перевищує ГДК в 30 раз [7].

Концентрації забруднюючих речовин виявлено і в шахтних колодязях жителів смт. В.Бичків (показник ХСК до 600 мг/дм³ (норма 4,0 мг/дм³), фенолів до 4,0 мг/дм³ (ГДК господарсько-питного водопостачання (централізованого) для фенолів – 0,001 мг/дм³) [7].

Найбільшу потенційну небезпеку становили 17 залізничних цистерн з 1050 тоннами змішаної хімічної деревної маси, смоли та мазуту, до 150 тонн каніфолі, а також два вертикальних контейнери об'ємом 50 м³ з карбамідо-формальдегідними смолами. За висновками експертів, ці елементи належать до першого класу небезпеки [8].

Хоча небезпечною ситуація є на обмеженій території, проте зв'язок поверхневих вод річок Шопурка та Тиса надає проблемі міжнародного значення. У зв'язку з цим, місцева влада та представники Європейського союзу в межах Конвенції про співпрацю в басейні річки Дунай в цілях охорони та сталого використання, Плану управління басейном річки Тиса прийняли рішення про утилізацію небезпечних відходів та очищення ґрунтових вод на забрудненій території колишнього Великобичківського лісохімічного комбінату. Це стало можливим та здійснюється за фінансової підтримки Європейського Союзу в рамках Програми прикордонного співробітництва Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна Європейського інструменту Сусідства і Партнерства 2007-2013 рр. Реалізація зазначеного проекту сприяє вирішенню існуючих екологічних проблем регіону Верхньої Тиси та розвитку транскордонної співпраці країн-членів Карпатського Євро регіону в сфері охорони довкілля та природи.

Якість води річки Шопурка на ділянці спостереження (вище ЛХК) за загально-санітарними і специфічними показниками переважно відповідає нормам СанПіН 4630-88, вміст важких металів не перевищує ГДК, феноли не виявлені. Вміст специфічних показників на першому пункті спостереження не перевищує фонові значення. Якісні показники води в контрольному створі (р.Тиса 927 км від гирла) відповідають вимогам до складу та властивостей води водних об'єктів рибогосподарського водокористування:

- ХСК – 15.0 мг О²/л;

- нафтопродукти – 0.05 мг/дм³;
- азот амонійний – 0.39 мг/дм³;
- азот нітратний – 9.1 мг/дм³;
- азот нітритний – 0.02 мг/дм³;
- вміст завислих речовин – до 15 мг/дм³;
- плаваючі домішки – відсутні [1,5,10].

Біохімічне споживання кисню за 5 діб (далі БСК₅) може становити до 90% від БСК_{повного}, значення якого не повинно перевищувати 3 мг/дм³ для водойм господарсько-питного користування [7]. Показник характеризує стан забруднення водних об'єктів, основними індикаторами якого є вміст органічних речовин та амонійних сполук, від яких у значній мірі залежать умови для збереження необхідного рівня вмісту кисню у річках. В даному випадку можна простежити стабільне перевищення норм рибогосподарського ГДК та поодинокі (2006 р., 2007 р. та 2010 р.) – господарсько-питного ГДК (див. рисунок 1). Коливання показників зумовлене сезонним характером гідрологічного режиму річки та різною кількістю органічної речовини у поверхневих водах під час відбору проб.

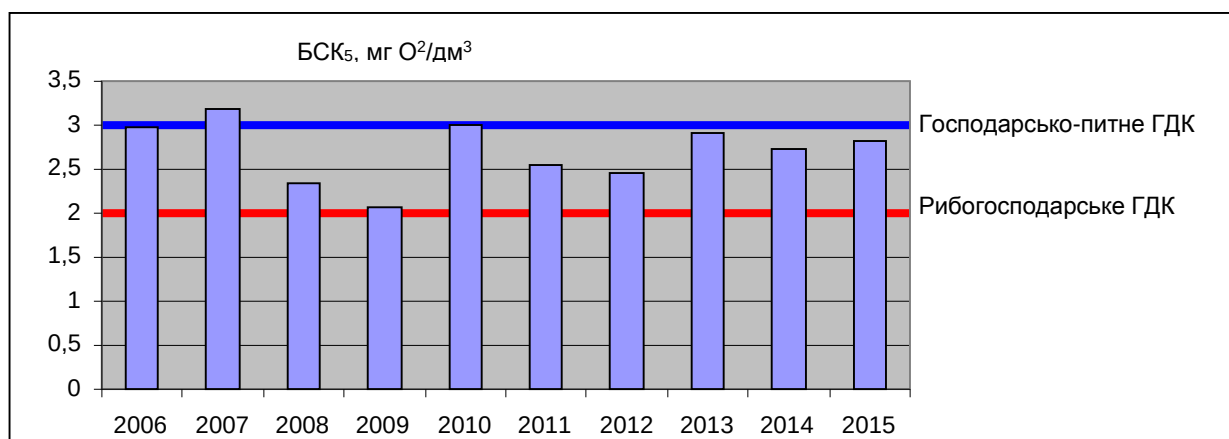


Рис. 1. Середні значення БСК₅ (р. Тиса 927 км від гирла)

Окремі фізико-хімічні показники екологічного стану р. Шопурка відповідають переважно II-ому класу якості вод, що зумовлено господарською діяльністю та залишковим впливом лісохімкомбінату, проте є відносно хорошими для даної ділянки річки з урахуванням сезонних та середньорічних коливань (див табл.1 та табл. 3).

Таблиця 1. Класи якості вод річок Шопурки та Тиси за загальними хімічними й фізичними показниками

Рік	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1 км вище гирла р.Шопурка	II	II	II	I	I	II	II	II	II
р. Тиса 927 км від гирла	III	II	II	II	II	II	II	I	II

Водневий показник (рН) господарсько-питного та культурно-побутового водокористування на обох ділянках спостереження регламентований у межах 6,5-8,5 та відповідає нормам II-го класу якості поверхневих вод (чиста вода) [2, 7].

У поверхневій воді марганець потрапляє в результаті вилугування залізомарганцевих руд та інших мінералів, що містять марганець. Значні кількості марганцю надходять в процесі розкладання водних тваринних і рослинних організмів, особливо синьо-зелених, діатомових водоростей і вищих водних рослин, а також із ґрунтовими водами з території лісохімкомбінату та ВЖКП селища Кобилецька Поляна. Для водойм санітарно-побутового використання встановлена гранично допустима концентрація (ГДК) за іоном марганцю, що дорівнює 0,1 мг/дм³ (до III-го класу якості включно) (див. табл. 2). Вміст марганцю на пунктах спостереження в р. Шопурка та після її впадіння в р. Тиса дещо відрізняється, це можна пояснити наявністю значної кількості приток та інших джерел забруднення.

Таблиця 2. Вміст марганцю та класи якості вод річок Шопурки та Тиси

Пункт спостереження	1 км вище гирла р.Шопурка		р. Тиса 927 км від гирла	
Рік	Клас якості	Середнє значення мг/дм ³	Клас якості	Середнє значення мг/дм ³
2006	II	0.055	III	0.078
2007			II	0.056
2008	II	0.070	III	0.085
2009	I	0.035	III	0.076
2010	II	0.030	II	0.053
2011	II	0.062	II	0.072
2012	II	0.040	II	0.055
2013	II	0.073	II	0.081
2014	II	0.080	III	0.081
2015	III	0.080	III	0.098

Таблиця 3. Оцінка якості поверхневих вод р. Шопурка (відповідно до стандартів Водної Рамкової Директиви ЄС та вимог ICPDR)

Місце спостереження за якістю води	Період спостереження рік	Класифікація якості води (класи якості)			
		Показники окислюваності і кисневого режиму	Показники азоту та фосфору	Показники сольового складу	Показники неорганічних мікрозабруднювачів
р. Шопурка, 1 км, смт. Бичків, гирло	2008	I	I	I	II
	2009	I	I	I	I
	2010	I	II	I	II
	2011	I	II	I	II
	2012	II	II	I	II
	2013	II	II	I	II

Наявність великої кількості органічних речовин може привести до зниження якості річкової води та зменшення біорізноманіття водних видів. Джерелами органічних речовин та азоту амонійного у воді річок є комунальні скиди зворотних вод з очисних споруд та без очистки, промислові стічні води та стоки з сільськогосподарських угідь.

На ці дані варто звернути окрему увагу при формуванні нових програм регулювання екологічного стану та комплексного використання водних ресурсів басейну Верхньої Тиси.

Висновки. Узагальнюючи результати дослідження можна констатувати, що Шопурка – це типова гірська річка з складною гідрологією, нестійким режимом стоку, які разом з активною антропогенною діяльністю (протипаводковий захист, забудова території, промисловість, комунальне та сільське господарство) призводить до руйнування берегової лінії та змін якісного стану поверхневих вод. Більшість гіdroхімічних показників відповідають нормам СанПін 4630-88, проте їх динаміка зумовлена режимом стоку, турбулентним перемішуванням води та наслідками господарського виробництва. Окремі показники, такі як БСК₅, ХСК, феноли та марганець на першому пункті спостереження відповідають встановленим нормам, проте підвищені в десятки або навіть сотні разів нижче за течією (після лісохімкомбінату).

Для оптимізації гідроекологічного стану басейну р. Шопурка необхідно продовжити комплекс заходів щодо захисту території та нормування забруднення не лише в межах регіональних програм, але й за допомогою міжнародного співробітництва в галузі водного господарства.

Список літератури

1. Кукурудза С.І., Перхач О.Р. Використання та охорона водних ресурсів = Use and protection of water resources: навч. посіб.: [для вищ. Навч. закл.] / С.І Кукурудза, О.Р.Перхач. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 304 с.
2. Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гіdroхімічний довідник: Поверхневі води України. Гіdroхімічні розрахунки. Методи аналізу.- К.: Ніка-Центр, 2008.- С. 219-221.
3. Романенко В.Д. Основи гідроекології: Підручник. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.: іл.
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верніченко та ін. – Х.: УкрНДІЕП. – 2012. – 37 с.
5. Робочий проект: «Розчистка русла р. Тиса в районі смт. В.Бичків (ПЗ 302 – 304, ПЗ 304 – 305), Рахівського району, Закарпатської області»
6. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf>
7. Департамент екології та природних ресурсів Закарпатської ОДА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecozakarp.net.ua/>
8. Загальна гідрологія /За ред. В.К. Хільчевського і О.Г. Ободовського: Підручник. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2-ге вид., доповнене. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2008. – 399 с.
9. Закарпатський інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rachiv.info/vazhlive/985-na-rakhivshchyni-richka-shopurka-z-idaie-dorohu-video>.
10. Міжнародна комісія із захисту р. Дунай [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.icpdr.org.
11. Національний план управління басейном р. Тиса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://buvrtya.gov.ua/newsite/?page_id=2270
12. Новини Закарпаття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakarpattya.net.ua/News/28937-Zakarpattia-Kyslotna-bomba-bud-iakoi-myti-mozhe-vybukhnuty-nepodalik-Tysy-na-Rakhivshchyni>.

Гідроекологічний стан річки Шопурка Рахівського району Закарпатської області Лета В.В.

Подано гідрологічну характеристику та оцінку екологічного стану р. Шопурка. Описано основні джерела забруднення поверхневих вод. Проаналізовано дані гіdroхімічного моніторингу поверхневих вод басейну річки та ґрунтових вод на території Великобичківського лісохімкомбінату. Опрацьовано матеріали національних та міжнародних програм регулювання водокористування в межах досліджуваної території.

Ключові слова: р. Шопурка, гідроекологічний стан, показник, клас якості.

Гидроэкологическое состояние речки Шопурка Раховского района Закарпатской области

Лета В.В.

Подано гидрологическую характеристику и оценку экологического состояния р.Шопурка. Описаны основные источники загрязнения поверхностных вод. Проанализированы данные

гидрохимического мониторинга поверхностных вод бассейна реки и грунтовых вод на территории Великобычковского лесохимкомбината. Обработано материалы национальных и международных программ регулирования водопользования в пределах исследуемой территории.

Ключевые слова: р. Шопурка, гидроэкологическое состояние, показатель, класс качества.

**The hydroecological state of the Shopurka river in Rakhiv district Transcarpathian region
Leta V.**

The analysis of knowledge in different academic, governmental institutions and individual scientists from Ukraine and abroad were made. An urgent environmental problems in Rakhiv district, particularly in settlements located in the river basin of the Shopurka are presented here. Also here it is presented the hydrologic characteristic and estimation of an ecological state of the Shopurka river. There are described the main sources of surface water pollution. The basin of Shopurka river and physical parameters of flow, channel are characterized and also there is provided the data on natural conditions and relief area, which together determines the nature and type of the power of the river. There is given list of dangerous objects and enterprises that pose a threat to the aquatic environment within the village of Velykyi Bychkiv and settlements located downstream after the confluence of the Tisza River in the Shopurka. To reflect the dynamics of chemical parameters of river water quality in the article the monitoring data for the last ten years is included. The data of hydrochemical monitoring of river basin surface water and subsoil waters on territory of the wood-chemical plant of Vel.Bychkiv was analysed. This made it possible to substantiate the presence of specific pollutants in surface waters of the river Shopurka and list the sources of their income. It is proved that some of the physical and chemical qualities of natural waters go beyond acceptable norms and have seasonal and the average fluctuations. There are separately allocated organic and inorganic contamination indicators within the classification of water quality by international standards and in compliance with International Commission for the Protection of the Danube River. The data of many years of monitoring which is leaded by public organizations, institutions and foreign partners, including Romania, Hungary, Slovakia within the framework of cross-border cooperation is summarized. There is a proof of their relevance and importance of expanding international cooperation in the field of ecology to improve environmental conditions. The national and international programs of water consumption regulation within the studied territory were worked up, also there is one of the projects considered related to environmental regulation of surface and groundwater in the territory of Rakhiv district. There are given many reasons of necessity to continue the study of the area because it will help to develop cross-border cooperation in the Carpathian Euroregion.

Keywords: Shopurka riv., hydroecological state, index, quality class.

Надійшла до редколегії 10.05.2016

УДК 551.586

Малицька Л. В.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, м.Київ

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА КОМФОРТНОСТІ ПОГОДНИХ УМОВ ТА КЛІМАТУ

Ключові слова: *біокліматичні індекси, кількісна оцінка, комфортність погоди та клімату.*

Вступ. Погода та клімат впливає на здоров'я та працездатність людини. Цей вплив може бути як прямий так і опосередкований. Прямий вплив дуже різноманітний та обумовлений безпосередньою дією кліматичних факторів на організм людини і насамперед на умови його теплообміну з навколишнім природним середовищем. Причому на організм людини, як правило, впливає не один ізольований фактор, а їх сукупність. Ступінь термічного навантаження на організм людини у теплий період посилюється, коли відмічається сукупна дія температури повітря, вологості, хмарності та спостерігається ефект накопичення негативного впливу. У холодний період комфортність погодних умов залежить від поєднання низької температури повітря та великої швидкості вітру, яка посилює негативний вплив термічного фактору на організм людини і свідчить про суворість зими в цілому. Опосередкований вплив погодних умов не менш значимий і здійснюється через елементи навколишнього природного середовища – атмосферне повітря, воду тощо. Окремо або в комбінації вони можуть збільшити плин наявних захворювань, створити певні умови для розмноження збудників інфекційних захворювань. Сумарний ефект як прямого так і опосередкованого впливу на організм людини метеорологічних факторів характеризує комфортність погоди.

Формування мети статті. Метою роботи є огляд біокліматичних індексів, обґрунтування їх використання для практично-орієнтовних досліджень зміни комфортності погоди в Україні.

Виклад основного матеріалу. Перші спроби чисельно виразити вплив декількох метеорологічних показників на тепловідчуття людини були зроблені ще на початку ХХ століття. Американське товариство інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування (ASHRAE) у 1923 році розробили концепцію «ефективної температури» (Effective Temperature - *ET*), емпірично визначеного індексу ступеня тепла, що сприймається при різних комбінаціях температури, вологості та руху повітря. Вхідними даними для його розрахунку є значення сухого та змоченого термометрів і швидкості вітру [1]. Гейдж у 1967 році продовжив запропоновану концепцію, представивши новий варіант розрахунку індексу New Standard Effective Temperature - *SET*. Він визначив *SET*, як температуру повітря, еталонного середовища, при якій людина має такі ж тепловідчуття як в природному навколишньому середовищі.

В 1945 році Сайпл та Пассел на основі результатів 89 експериментів проведених в Антарктиді, запропонували емпіричну формулу розрахунку охолоджуючого ефекту атмосфери:

$$K_o = (\sqrt{v * 100} + 10,45 - v)(33 - T_a), \quad (1)$$

де K_o – вітрово-холодовий індекс; v – швидкість вітру, м/с; T_a – температура повітря, °C

Індекс дозволяє оцінити охолодження організму людини, внаслідок дії вітру і низьких температур у тіні та не зважаючи на випарування, а швидкість охолодження визначається враховуючи середньозважену температуру шкіри людини - 33 °C. Вітровий індекс охолодження Сайпла та Пассела може бути визначений за формулою, по номограмі та за таблицями [2]. Головний недолік цього індексу полягає в тому, що він характеризує охолодження лише під впливом конвекції. За низьких температур конвективний теплообмін, а також теплопровідність різко зменшується внаслідок наявності одягу, що не враховано показником. Подальший розвиток дослідження отримали у роботі [3], в якій Р. Стедман розглядає тепловтрати людини, враховуючи не лише комбінований ефект низьких температур і швидкості вітру, а й фізіологічні особливості людини та термоізоляційні властивості одягу. На основі отриманих результатів був реалізований новий індекс холодового стресу Wind Chill Temperature – WCT , який з 2001 року і дотепер використовують в оперативній практиці Національної служби погоди США (NWS) і метеорологічній службі Канади. WCT створений на основі моделі людського обличчя, що рухається у напрямку до вітру зі швидкістю 3 милі на годину (1,37 м/с). Модель здійснює перерахунок фактично вимірної швидкості вітру (характерна висота анемометру - 33 фути) на висоту росту середньостатистичної дорослої людини (5 футів), припускаючи що людина знаходиться на відкритому полі. Результати цієї моделі можуть бути апроксимовані з точністю до одного градуса за наступною формулою:

$$WCT = 13,13 + 0,62 * T - 13,95 * V^{0,16} + 0,486 * T * V^{0,16}, \quad (2)$$

де WCT – значення індексу холодового стресу, °C; T – значення приземної температури повітря, °C; V – швидкість вітру, м/с.

Однак, WCT , як показник дискомфорності оточуючого середовища має обмеження. Він визначається лише за температури 10 °C і нижче та швидкості вітру вище 3 м/с [4].

Другим напрямком розвитку біокліматичних індексів, які є непрямыми індикаторами стану навколишнього природного середовища, стали дослідження Яглоу та Мінарда. Вони у 1957 році запропонували новий показник Wet Bulb Globe Temperature – $WBGT$, як альтернативний і більш зручний варіант розрахунку Effective Temperature (ASHRAE). Вони модифікували індекс, замінивши радіаційну складову ET на значення температури термометру, що використовується для визначення теплового стресу. Приймальна частина приладу має вигляд порожнистої мідної сфери діаметром 150 мм, що забарвлена матовою чорною фарбою, для поглинання теплового випромінювання від навколишніх предметів. Існує два варіанти розрахунку $WBGT$: для умов навколишнього природного середовища та в умовах приміщення. Початкова версія рівняння для розрахунку $WBGT$ в умовах навколишнього природного середовища (з врахуванням сонячної радіації) має наступний вигляд [5]:

$$WBGT = 0,7 * t_w + 0,3 * (a * 0,95 * (bgt - t_a) + t_a), \quad (3)$$

де a – коефіцієнт поглинання одягу для сумарної сонячної радіації; t_w – значення температури змоченого термометру, °C; t_a – значення температури повітря у тіні,

°C; *bgt* – значення температури термометру, приймальна частина якої має вигляд чорної сфери.

На даний час цей показник застосовують у багатьох країнах світу для визначення теплового стресу в різних сферах людської діяльності, включаючи військову, промислову, комерційну, спортивну, рекреаційну тощо. Також, *WBGT* використовуються в національних (наприклад Великобританії, Китаї, Японії, США, Австралія та ін.), регіональних (Європейський союз) та міжнародних (Heat Stress Standard ISO 7243) стандартах.

У доповнення до добре вивченого комбінованого ефекту низьких температур та вітру, відомого як «охолодження вітром» (Wind Chill), Стедман у 1979 році ввів поняття «приведеної температури» (Apparent Temperature – *AT*), як показника, що описує протилежний за дією ефект задухи, яка виникає при поєднанні високих температур та вологості повітря [6]. Отже, *AT* – це температура, приведена до величини реальної температури повітря, коли значення точки роси становить 14 °C. При вищих значеннях точки роси приведена температура перевищує фактичну, що означає підвищення теплового стресу та дискомфорту, пов'язаних з високою вологістю повітря. При нижчих значеннях навпаки, значення *AT* менше ніж фактична температура, відповідно умови погоди є більш комфортними. Цей індекс не враховує швидкість вітру та сонячну радіацію. Для його розрахунку необхідні лише значення сухого термометру та точки роси. Для зручності використання введеного показника автор наводить дві таблиці для розрахунку приведеної температури: використовуючи значення сухого та змоченого термометрів, та розрахунок за даними сухого термометру і значенням точки роси. В умовах приміщення використання лише цих двох параметрів, як найбільш значимих, для оцінки термічного навантаження є виправданим. Однак, в навколишньому природному середовищі, людина зазнає впливу комплексу метеорологічних параметрів, які можуть суттєво завищити чи понизити значення приведеної температури. Тому Стедман продовжив роботу у цьому напрямку вивчаючи вплив вітру, додаткового випромінювання, барометричного тиску на значення приведеної температури [7]. За результатами дослідження були побудовані карти просторового розподілу середніх значень приведеної температури для полуденних годин в середині літа на території Сполучених Штатів Америки та Канади та зміни значення *AT* залежно від швидкості вітру і від додаткового випромінювання, що стало першою спробою районування території за ознакою термічного комфорту.

1990 році за результатами множинного регресійного аналізу Ланс Розфуз вніс корективи у розрахунок приведеної температури Стедмана. Механізм визначення уточненої формули описаний у технічній документації Національної служби погоди США (SR 90-23) і наразі використовується в оперативній роботі для прогнозу теплового стресу в теплий період року.

Рівняння регресії Розфуза, або Індекс Спеки – Heat Index має вигляд:

$$\begin{aligned} HI = & -42.379 + 2.04901523 * T + 10.14333127 * RH - \\ & 0.22475541 * T * RH - 0.00683783 * T * T - 0.5481717 * RH * RH + \\ & 0.0122874 * T * T * RH + 0.00085282 * T * RH * RH \end{aligned} \quad (4)$$

де: *HI* – значення індексу спеки, °F; *T* – значення приземної температури повітря, °F; *RH* – відносна вологість, %.

Одиницею виміру *HI*, як і найпершого варіанту розрахунку *AT*, є градуси Фаренгейта. Якщо відносна вологість повітря менше 13%, а температура повітря знаходиться в межах 80 – 120 °F, то у розрахунок *HI* вводиться наступна поправка:

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

$$ADJUSTMENT = [(13 - RH)/4] * SQRT\{[17 - ABS(T - 95.)]/17\}, \quad (5)$$

де $SQRT$ – функція корінь квадратний ; ABS – абсолютна величина.

У випадку великих значень відносної вологості (більше 85 %) і діапазоні температур 80 – 87 °F, поправка має вигляд (6):

$$ADJUSTMENT = [(RH - 85)/10] * [(87 - T)/5]. \quad (6)$$

В інших випадках для розрахунку теплового стресу доцільніше використовувати форму розрахунку приведеної температури Стедмана.

В 1960-х роках змінюється підхід до оцінки теплового комфорту і виникає третій напрям визначення комфортності оточуючого середовища. Визнання наукового товариства отримують моделі, основою яких є рівняння енергетичного балансу людини. Однією з перших і досі актуальних моделей є рівняння комфорту мікроклімату приміщень, запропоноване у 1972 році Фангером, відоме як Predicted Mean Vote – PMV [8]. Вхідними даними для його розрахунку є:

- метеорологічні параметри: температура повітря, середня радіаційна температура, швидкість вітру, приведена до середнього росту дорослої людини, та парціальний тиск водяної пари;
- фізіологічні параметри: діяльність людини, теплоізоляція одягу.

В основу PMV покладено рівняння теплового балансу людського тіла, коли внутрішнє виробництво теплової енергії врівноважене її втратами. Референтна група при створенні індексу, налічувала більш ніж 1300 людей різного віку та статі, а вибірка даних містила інформацію про фізіологічні реакції терморегуляційної системи та суб'єктивне сприйняття температури. Отже, використання PMV , як індикатора теплового комфорту, є статистично обґрунтованим.

Розрахунок PMV здійснюється за наступною системою рівнянь (7):

$$\begin{aligned} PMV &= (0.303 e^{-0.036M} + 0.028) \\ &\{ (M - W) - 3.05 * 10^{-3} * [5733 - 6.99(M - W) - p_a] - 0.42 * \\ &[(M - W) - 58.15] - 1.7 * 10^{-5} M(5867 - p_a) - 0.0014M(34 - t_a) - 3.96 * \\ &10^{-8} f_{cl} * [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \}, \\ t_{cl} &= 35.7 - 0.028(M - W) - I_{cl} \{ 3.96 * 10^{-8} f_{cl} * [-f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a)] \} \\ h_c &= \begin{cases} 2.38(t_{cl} - t_a)^{0.25} & \text{для } 2.38(t_{cl} - t_a)^{0.25} > 12.1\sqrt{v_{ar}} \\ 12.1\sqrt{v_{ar}} & \text{для } 2.38(t_{cl} - t_a)^{0.25} < 12.1\sqrt{v_{ar}} \end{cases} \\ f_{cl} &= \begin{cases} 1.00 + 1.290I_{cl}, & I_{cl} \leq 0.078 \text{ m}^2\text{°C/W} \\ 1.05 + 0.645I_{cl}, & I_{cl} > 0.078 \text{ m}^2\text{°C/W} \end{cases} \end{aligned} \quad (7)$$

де: M – швидкість обміну речовин (метаболізм 1 met= 58.2 W/m²) ; W – внутрішня робота (W/m²) ; I_{cl} – теплоізоляція одягу (1 Кло = 0.155 m²°C/W); f_{cl} – співвідношення площі поверхні тіла захищеної одягом до оголеної; t_a – температура повітря, °C; $\bar{t}_r$ – середня радіаційна температура, °C; v_{ar} – швидкість вітру, перерахована по відношенню до росту людини, м/с; p_a – парціальний тиск

водяної пари, Па; h_c – коефіцієнт конвективної передачі тепла, $W/m^2\text{°C}$; t_{cl} – температура поверхні одягу, °C .

Цей індекс широко застосований в інженерних розрахунках для кондиціонування чи опалення приміщень. Використовується для уточнення умов термічного комфорту в міжнародних стандартах (ISO 7730: 2005). Знаючи величину PMV , можна визначити протилежний за своєю суттю індекс – Predicted percentage dissatisfied (PPD), який також був запропонований Фангером. PPD – це індекс, що чисельно встановлює/прогнозує відсоток людей, незадоволених термічним середовищем, які відчувають надмірний холод чи спеку. Оцінюється за семибальною шкалою в умовних одиницях в межах від -3 до +3, що відповідає тепловідчуттям від «холодно» до «спекотно».

PPD визначається за формулою (8):

$$PPD = 100 - 95 * \exp(-0.03353 * PMV^4 - 0.2179 * PMV^2), \quad (8)$$

де PMV – розрахункове значення.

Колектив вчених, на чолі з Жендрицьким у 1981 році модифікували PMV , пристосувавши індекс до умов навколишнього природного середовища. Вони додали до розрахунку блок, що описує вплив сонячної радіації та терморегуляцію організму. Одержаний показник наразі відомий як Модель Кліма-Мішеля (Klima-MichelModel – KMM).

Хоппе в 1999 році запропонував універсальний показник біометеорологічної оцінки теплового середовища – фізіологічну еквівалентну температуру (Physiological Equivalent Temperature – PET). PET – це величина, еквівалентна температурі повітря, що необхідна для відтворення у стандартному закритому приміщенні у середньостатистичної людини таких же значень температури шкіри та внутрішньої температури тіла, що і в умовах, які оцінюються [9]. Для оцінки умов стандартного закритого приміщення були зроблені наступні припущення: середня радіаційна температура рівна температурі повітря ($T_{mrt} = T_a$), швидкість вітру дорівнює 0,1 м/с, і тиск водяної пари – 12 гПа, що приблизно дорівнює відносній вологості повітря 50 % за температури повітря 20 °C .

В основу фізіологічної еквівалентної температури покладено Мюнхенську модель енергетичного балансу людини ($MEMI$), що моделює теплові умови людського тіла в фізіологічно ревалентний спосіб. $MEMI$ ґрунтується на рівнянні теплового балансу:

$$M + W + R + C + E_D + E_{Re} + E_{Sw} + S = 0, \quad (9)$$

де M – швидкість обміну речовин (метаболізм); W – потовиділення при роботі; R – випромінювання тіла; C – конвективний потік тепла; E_D – прихований потік тепла для випарування з поверхні тіла; E_{Re} – сумарний потік тепла для зігріву та зволоження повітря, що вдихає людина, E_{Sw} – потік тепла для випарування поту; S – потік тепла для підтримки температури тіла (нагрівання чи охолодження).

Складові цього рівняння описують як надходження енергії до організму так і її втрату. Одиниця виміру всіх потоків тепла – Ват.

Індивідуальні потоки тепла залежать від метеорологічних параметрів. Так, температура повітря визначає C та E_{Re} , вологість повітря впливає на E_D , E_{Re} , E_{Sw} , швидкість вітру зумовлює значення C , E_{Sw} , а середня радіаційна температура – величину випромінювання тіла. Також при визначенні PET додатково враховують

термо-фізіологічні параметри: тепловий опір одягу (0,9 Кло) і активність людини (додатковий метаболізм при легкій фізичній діяльності – 80 Ват).

Розрахунок *PET* включає наступні кроки:

1) розрахунок, відповідно до моделі MEMI, теплового режиму тіла для даного поєднання метеорологічних параметрів;

2) введення розрахункових значень середньої температури шкіри та внутрішньої температури тіла в модель MEMI та розв'язок рівняння енергетичного балансу людини, залежно від температури повітря. Вхідні параметри рівняння: $v = 0,1$ м/с, $VP = 12$ гПа, $T_{mrt} = T_a$.

Фізіологічно еквівалентну температуру використовують для оцінки теплових навантажень на організм як у теплий, так і холодний періоди року. Від'ємні значення *PET* характеризують ймовірність обмороження, додатні – теплового удару. Діапазон значень *PET* для різних рівнів сприйняття людьми теплового стресу представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Ступінь сприйняття теплового стресу людиною за значеннями *PET*

Значення індексу <i>PET</i>, °C	Сприйняття тепла	Клас теплового стресу
<4	дуже холодно	екстремальний холодний стрес
4-8	холодно	сильний холодний стрес
8-13	прохолодно	помірний холодний стрес
13-18	трохи прохолодно	незначний холодний стрес
18-23	комфортно	не має теплового стресу
23-29	трохи тепло	незначний тепловий стрес
29-35	тепло	помірний тепловий стрес
35-41	спекотно	сильний тепловий стрес
>41	дуже спекотно	екстремальний тепловий стрес

PET, як показник біометеорологічної оцінки середовища, апробований в багатьох дослідженнях і може бути застосований для оцінки теплового комфорту різних кліматичних зон [10, 11, 12]. Це є важливим з точки зору дослідження регіональних особливостей комфортності погоди та клімату. Крім того, вимір *PET* в градусах Цельсія робить цей показник доступним для розуміння населення, який є основним споживачем метеорологічної інформації.

У 2000 році президент Міжнародного товариства з біометеорології (ISB) професор Пітер Хоппе, виніс на порядок денний питання про створення універсального біометеорологічного індексу, який би інтегрував накоплений науковий досвід та знання про погоду і клімат, їх вплив на термічний комфорт людини, емпіричні бази даних, науково-технічний прогрес та досягнення інженерної думки. Для його розробки була створена інтернаціональна комісія вчених (International Society of Biometeorology, Commissions 6), яка розпочала свою діяльність вже того ж року. З 2005 року ініціатива отримала підтримку в рамках проекту «Співпраця в галузі науки і технічного розвитку» (COST Action 730 – Cooperation in Science and Technical Development) за фінансування Європейського Союзу. Метою проекту є забезпечення співпраці європейських вчених з 19 країн, а також експертів з Австралії, Канади, Ізраїлю та Нової Зеландії для досягнення істотного прогресу в роботі з визначення такого показника. Робоча назва індексу – Universal Thermal Climate Index (*UTCI*) [13]. Під терміном «універсальний біометеорологічний індекс» мається на увазі показник, що може бути застосований для оцінки термічного комфорту навколишнього середовища в основних галузях

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

людської діяльності, включаючи службу прогнозу погоди (щоденні прогноз і попередження населення про екстремальні погодні умов) побудова біометеорологічних карт для міського та регіонального планування, екологічні та епідеміологічні дослідження (системи охорони здоров'я та планування безпеки населення), дослідницька діяльність в області змін клімату та їх впливу на здоров'я і життєдіяльність людини тощо. Це охоплює сфери інтересу як державного сектору економіки так і приватний бізнес. В майбутньому *UTCI* має стати міжнародним стандартом. Однак, до нього висунуто ряд вимог. Універсальний індекс повинен:

- бути фізіологічно значущим у всьому діапазоні теплообміну;
- працювати в будь-яких кліматичних умовах незалежно від пори року, масштабу синоптичного процесу чи території;
- бути легко-інтегрованим та корисним додатком (програмою широкого вжитку) в різних напрямках біометеорології. Такими напрямками є оперативне робота Державної служби погоди, попередження про небезпеку екстремальних температур (вітрове охолодження, теплове навантаження) тощо та наукові дослідження: біокліматологічна оцінка, біокліматологічне районування всіх масштабів, міський дизайн і проектування, консультації щодо містобудівництва, кліматотерапія, відпочинок і оздоровлення, епідеміологічні дослідження, дослідження впливу клімату.

UTCI наслідує концепцію ефективної температури: реальні метеорологічні умови порівнюють з еталонним середовищем, коли відносна вологість дорівнює 50 %, штиль (швидкість вітру = 0.1 м/с) і середня радіаційна температура рівна температурі повітря. Розробка індексу передбачає декілька етапів роботи. По-перше це аналіз доступних термофізіологічних моделей енергетичного балансу людини. Ґрунтуючись на проведених дослідженнях Комісією була обрана модель теплообміну Фіала. Наступний крок – вибір оптимальної моделі, що описує теплоізоляцію одягу. Модель має характеризувати поведінку міського населення у виборі одягу залежно від температури повітря, враховувати співвідношення відкритої та захищеної одягом площі тіла і зниження теплоізоляційних властивостей одягу під впливом вітру та рухів людини. Розрахунок, визначеного подібним чином індексу, займає занадто багато часу та вимагає наявності важкодоступної інформації, що знижує його ефективність у оперативній роботі, моделюванні клімату або чисельних прогнозах погоди. Тому, на разі *UTCI* ще перебуває в процесі розробки. Однак, уже запущена офіційна он-лайн платформа проекту, де у вільному доступі розміщені матеріали робочої групи (ISBC6), а також можна за спрощеною моделлю визначити значення *UTCI*. Домінік Фроліч та Анрдеас Матзаракіс провели порівняльний аналіз чутливості *UTCI*, *PET* та *PT* в умовах спеки та сильного вітру [14]. У дослідженні значення універсального індексу визначали за спрощеною моделлю. Вчені прийшли до висновку, що жоден із перевірених індексів, ще не відповідає всім вимогам висунутим до «універсального» індексу, але можуть використовуватись для вирішення різних прикладних задач біометеорології.

На даному етапі розвитку біометеорології найбільш перспективними для оцінки та прогнозу комфортності погодних умов є ті показники, які враховують ефект накопичення негативного впливу комплексу умов. Одним з таких показників є індекс теплового стресу (Heat Stress Index – *HSI*), який був запропонований у 2001 році Ларі Калькстейном [15]. Він визначає теплове навантаження в літній період. *HSI* враховує окрім основних метеорологічних параметрів, що впливають на тепловідчуття людини акумуляцію негативної дії тепла протягом певного періоду, наприклад декількох днів (хвилі спеки).

Алгоритм розрахунку *HSI* (для пункту спостережень, теплий період року) передбачає чотири кроки.

1. Розрахунок значення приведеної температури *AT* за формулою Стедмана для кожного строку спостережень [6]:

$$AT = 2,719 + 0,994 * t + 0,016 * (t_d)^2, \quad (10)$$

де *AT* – значення приведеної температури, °C; *t* – строкові значення приземної температури повітря, °C; *t_d* – строкові значення температури точки роси, °C.

2. Обчислення параметрів атмосфери, пов'язаних з тепловим стресом:

– щоденні середні, максимальні та мінімальні значення приведеної температури (*AT_{min}*, *AT_{max}*, *AT_{mean}*).

– сумарне теплове навантаження за день (Heating Degree Days–HDD) визначається за умови, якщо строкове значення *AT* >18.3 °C:

$$HDD = \sum(AT - 18,3);$$

– середня за день хмарність, виражена у балах(*CCMEAN*);

– кількість послідовних екстремально- теплих днів за декаду (*CONS*). Екстремально теплим вважається день, якщо *AT_{max}* > δ+ *AT_{mean}*.

3. Визначення для кожної декади значення процентілі параметрів за базовий період. Процентіль - це сота частка обсягу сукупності, виражена у частці від одиниці, якій відповідає певне значення ознаки.

4. Розрахунок теплового навантаження *HSI*, як суми процентілей:

$$HSI = AT_{max} + AT_{min} + HDD + CONS + (1 - CCMEAN). \quad (11)$$

У формулі 11 *CCMEAN* віднімається від одиниці, це пояснює той факт, що саме ясні, а не похмурні погодні умови додають теплове навантаження в денні години.

HSI може приймати значення від 0 до 5. Ступені теплового навантаження, відповідно до значення *HSI*, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2. Ступінь теплового навантаження за значеннями *HSI*

Значення індексу <i>HSI</i>	Ступінь теплового навантаження
4-5	екстремальний
3-4	високий
2-3	середній
1-2	низький
0-1	відсутній

Таким чином індекс теплового стресу *HSI* є відносним показником комфортності погодних умов, що враховує відносний стрес і адаптацію людини до погодних умов залежно від місцезнаходження та пори року. Він дає змогу оцінити щоденні середні значення відносного термічного стресу окремо для кожного пункту. Значення *HSI* визначають ступінь термічного навантаження на організм людини певного дня відносно базового періоду, за який може бути прийнято стандартний кліматичний період (1961–1990 рр.) або період сучасного клімату (1981–2010 рр.) тощо. Тобто індекс теплового стресу може слугувати індикатором зміни ступеня теплового навантаження на організм людини, що відбувається внаслідок змін клімату.

Висновки і перспективи дослідження. Протягом останнього століття науковці різних галузей намагались розробити універсальний індекс чи модель, які б точно описували теплове навантаження на організм людини та визначали зони дискомфорту. Більшість робіт окрім, академічного інтересу, мали і практичне застосування, оскільки встановлювали критерії безпеки для працівників, які страждають від теплового стресу. Сучасні методи оцінки комплексного впливу метеорологічних факторів на стан людини досить різноманітні. Всі розроблені біометеорологічні показники, відповідно до їх обґрунтування, можуть бути об'єднані у три групи: прямі, раціональні та емпіричні індекси. Прямі індекси засновані на прямих вимірюваннях метеорологічних величин, які застосовують для моделювання теплового навантаження. Раціональні індекси створені на основі рівняння теплового балансу організму людини, що враховує такі метеорологічні показники як температуру оточуючого середовища, сонячне випромінювання, вологість повітря, швидкість вітру, а також процеси обміну речовин, теплоізоляцію одягу тощо. В перші дві групи входять складні показники, для розрахунку яких використовуються дані багатьох фізіологічних показників та факторів навколишнього середовища. В той час, емпіричні показники основані на даних стандартних метеорологічних вимірювань. Очевидно, що прямі та раціональні індекси є більш інформативними і комплексними, ніж емпіричні. Однак, їх практичність в повсякденному використанні сумнівна, оскільки вимагає наявності значної кількості важкодоступної вхідної інформації. Крім того збільшення числа змінних призводить до росту невизначеності показника і споживачам (населення, медичні працівники та ін.) їх важко зрозуміти. Таким чином у практично орієнтованих дослідженнях біоклімату України доцільним є використання групи саме емпіричних індексів.

Перспективою подальшого дослідження у цьому напрямку є проведення порівняльного аналізу чутливості біокліматичних показників у кліматичних умовах що змінюються, дослідження зміни комфортності погоди та клімату на середньострокову та довгострокову перспективи, виявлення зон з найбільш комфортними/дискомфортними для людини умовами.

Список літератури

1. *National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Occupational Exposure to Hot Environment.* – 1986. – P. 140. **2.** *Siple P. A. Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures / P. A. Siple, C. F. Passel // Proceedings of the American Philosophical Society.* – April 1945. – V. 89 (1). – P. 177–199 **3.** *Steadman R G. Indices of Windchill of Clothed Persons / R. G. Steadman // Journal of Applied Meteorolgy.* – February 1971. – V. 10. – P. 674–683. **4.** *Williamson S. P. (coord.). Report on wind chill temperature and extreme heat indices: evaluation and improvement projects / S. P. Williamson // Washington: Office of The Federal Coordinator For Meteorological Services And Supporting Research.* 2003. **5.** *Parsons K. Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application / K. Parsons // Industrial Health.* – Vol. 44. – P. 368–379. **6.** *Steadman R G. The Assessment of Sultriness. Part I: A Temperature-Humidity index based on Human physiology and clothing science /R.G.Steadman //Journal of Applied Meteorolgy.* - July 1979. – V. 18. –P. 861–873. **7.** *Steadman R.G. The Assessment of Sultriness. Part II: Effects of Wind, Extra Radiation and Barometric Pressure on Apparent Temperature /R.G.Steadman //Journal of Applied Meteorolgy.* – July 1979. — V. 18. – P. 874–885. **8.** *ISO 7730, 2005, Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.* Geneva: International Standards Organisation. **9.** *Hoppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment / P. Hoppe // International Journal of Biometeorology.* – May 1999. – V. 43. – P. 71–75. **10.** *Matzarakis A. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature / Andreas Matzarakis, Helmut Mayer, Moses G. Iziomon // International Journal of Biometeorology.*

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

– May 1999. V. 43. – P. 76–84. **11.** Matzarakis A., Amelung B. Physiological Equivalent Temperature as Indicator for Impacts of Climate Change on Thermal Comfort of Humans / [M.C. Thomson et al.] // Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health. Springer Science + Business Media B.V., 2008. – Chapter 9. – P. 161–172. **12.** Mohan M. A Modified Approach to Analyze Thermal Comfort Classification/ Manju Mohan, Anuj Gupta, Shweta Bhati // Atmospheric and Climate Sciences. – 2014. – V. 4. – P. 7–19. **13.** Hoppe P. Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort / Peter Hoppe // Energy and Buildings. – 2002. –V. – 34. – P. 661–665. **14.** Jendritzky G. The Universal Thermal Climate Index UTCI Goal and state of COST Action 730 / G. Jendritzky, G. Havenith, P. Weihs, E. Batchvarova, R. DeDear // Geophysical Research Abstracts. – 2007. –ISBN 978-80-228-17-60-8 **15.** Fröhlich D. A quantitative sensitivity analysis on the behaviour of common thermal indices under hot and windy conditions in Doha, Qatar / Dominik Fröhlich, Andreas Matzarakis // Theor Appl Climatol. – February 2015.

Кількісна оцінка комфортності погодних умов та клімату

Малицька Л.В.

У статті розглянуто сучасні методи оцінки комплексного впливу метеорологічних факторів на стан людини. Представлено огляд біокліматичних показників, як непрямих індикаторів стану навколишнього середовища. Надана об'єктивна оцінка можливостей їх використання для вирішення практично-орієнтованих задач біокліматології в кліматичних умовах, що змінюються.

Ключові слова: біокліматичні індекси, кількісна оцінка, комфортність погоди та клімату.

Количественная оценка комфортности погодных условий и климата

Малицкая Л.В.

В статье рассмотрены современные методы оценки комплексного влияния метеорологических факторов на состояние человека. Подано обзор биоклиматических показателей, как непрямых индикаторов состояния окружающей среды. Предоставлена объективная оценка возможностей их использования для решения практически-ориентированных задач биоклиматологии в условиях изменения климата.

Ключевые слова: биоклиматические индексы, количественная оценка, комфортность погоды и климата.

Quantitative assessment of weather and climate comfort

Malyska L.V.

The article deals with modern methods of assessing the combined effect of meteorological factors, such as solar radiation, cloud cover, air temperature, relative humidity, wind velocity and others, plus additional factors like considerable sweating rates or heavy clothes, on the human comfort condition. The assessment of the thermal stress and the translation of the stress in terms of physiological and psychological strain is really difficult procedure, that consisting of many different and connected parts. Quantitative assessment of weather and climate comfort is carried out by bioclimatic indices as indirect environmental indicators. The following review summarizes the current knowledge on bioclimatic indices and their correlates to thermal sensation and comfort of human being. This research focuses on the objective assessment of the possibilities to use them to solve bioclimatology-oriented tasks in climate change conditions. All indices that have been suggested can be categorized into one of three groups: “rational indices”, “direct indices”, or “empirical indices”. The first two groups are sophisticated indices, which integrate environmental and physiological variables; they are difficult to calculate and are not feasible for daily use. The latter group comprises of simple indices, which are based on the measurement of basic environmental variables. It is apparent that the “direct indices” and the “rational indices” are more comprehensive than the “empirical indices”, but their practicality in daily use is questionable. Empirical indices are the most user-friendly.

From 2000's to nowadays attempts have been made to construct a universal thermal climate index, which would integrate the accumulated experience and scientific knowledge about weather and climate, and their impact on human thermal comfort, an empirical database, scientific and technical progress and achievement of engineering. Now this issue is still open and needs to be resolved.

Keywords: bioclimatic indices, quantitative assessment, weather and climate comfort.

Надійшла до редколегії 25.03.2016

Паламарчук Л.В.¹, Шпиг В.М.², Гуда К.В.²

¹ - Київський національний університет імені Тараса Шевченка

² - Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ІНДЕКС ПІВНІЧНО-АТЛАНТИЧНОГО КОЛИВАННЯ ЯК ПРЕДИКТОР ФОРМУВАННЯ СИЛЬНИХ СНІГОПАДІВ НА РІВНИННІЙ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Ключові слова: *сильні опади, холодний період, зональні процеси, меридіональні процеси, типізація регіональних синоптичних процесів, індекс Північно-Атлантичного коливання*

Вступ. Вивчення умов утворення та прогнозування сильних опадів на території України є проблемою відомою і такою, що розглядається у багатьох дослідженнях [2,3,14] із застосуванням різних наукових та методичних підходів. У [6], наводилися результати вивчення вертикальних та горизонтальних профілів основних термодинамічних параметрів атмосфери при утворенні сильних опадів у холодний період року в Україні, що були отримані у моделюванні хмарної атмосфери у моменти утворення та випадання сильних опадів. Важливим видається також вивчення особливостей атмосферної циркуляції яка визначає формування сильних опадів.

Метою представленої дослідження є виявлення впливу макроциркуляційних атмосферних процесів у центральній та північній Атлантиці на формування синоптичних процесів, що супроводжуються сильними снігопадами в Україні. Для встановлення такого взаємозв'язку вибрані типові регіональні синоптичні процеси [1], для яких визначалася величина та знак індексу *Північно-Атлантичного коливання (ПАК)* чи *North Atlantic Oscillation (NAO)*.

Згідно із сучасними уявленнями, динаміка погодних процесів та зміна клімату Європейського регіону, зокрема України, багато в чому визначається впливом циркуляційних процесів у Північній Атлантиці [4,5,7,]. Північно-атлантичне коливання є однією із найважливіших характеристик великомасштабної циркуляції атмосфери у Північній півкулі, вплив якого спостерігається у всі сезони року і проявляється у процесах різних масштабів - від декількох діб до декількох століть. ПАК – один із основних об'єктів дослідження різноманітних міжнародних програм, наприклад CLIVAR (Climatic Variability and Predictability) [13].

Північно-атлантичному коливанню присвячена велика кількість наукових праць. Першими дослідниками, які описали це явище у 1932 році, були Уолкер і Блісс. Явище ПАК було відкрите у 1920 році сером Гілбертом Уокером, а вперше описане Уокером та Бліссом у 1932 році [12].

Північно-Атлантичне коливання та його вплив на регіональні синоптичні процеси. Крупномасштабна атмосферна циркуляція у середніх широтах Північної Атлантики проявляється у переважанні західних потоків, інтенсивність та повторюваність яких, в тому числі залежать і від різниці атмосферного тиску на рівні моря між областю високого тиску над Азорськими островами та областю Ісландського мінімуму. У схемі циркуляції представленої Уокером [7] указується на нерегулярні варіації у інтенсивності і розташуванні названих баричних утворень і, відповідно, західних потоків. Саме цей ефект і відомий як Північно-Атлантичне коливання, що пов'язане з коливанням різниці

атмосферного тиску між північними і південними районами північної частини Атлантичного океану. Числовою оцінкою таких коливань є індекс ПАК. [7,11].

Індекси Північно-Атлантичного коливання мають декілька варіантів визначення і можуть бути представлені: як індекс, який базується на різниці тисків на рівні моря між Лісабоном (Португалія) і Рейк'явік (Ісландія) для зимового періоду (грудень-березень), а також - річні, місячні і сезонні значення величини. Індекси, які базуються на різниці тисків на рівні моря між Понта Дельгада (Азорські острови) і Рейк'явіком (Ісландія). Існує добовий індекс, побудований на добових даних про аномалії положення поверхні 500 гПа для Північної півкулі. Крім того, індекс, який представляє собою першу амплітудну функцію розкладення полів аномалій тиску над рівнем моря у Атлантичному секторі для зимового сезону (грудень-березень, грудень-лютий), весняного сезону (березень-травень), літнього сезону (червень-серпень), осіннього сезону (вересень-листопад) і середнього за рік [10].

Найчастіше інтенсивність такої циркуляційної мінливості вимірюється нормалізовано різницею атмосферного тиску на рівні моря (SLP) між метеорологічними станціями на Азорських островах і в Ісландії:

$$NAO_{ind} = \frac{SLP'_{Az}}{\sigma_{Az}} - \frac{SLP'_{Isl}}{\sigma_{Isl}}, \quad (1)$$

де SLP'_{Az} , SLP'_{Isl} - аномалії SLP на станціях на Азорських островах і в Ісландії; а σ_{Az} , σ_{Isl} – середні квадратичні відхилення цих аномалій.

Через доступність більш довгих часових рядів значення на станції на Азорських островах іноді замінюється значеннями на метеорологічній станції в Португалії.

Коли індекс ПАК значний, західні атмосферні потоки більш інтенсивні, ніж у середньому, тоді як при від'ємному індексі ПАК вони слабкіші, ніж у середньому. Ефект ПАК може спостерігатися в усі сезони, але взимку, коли циркуляція більш інтенсивна, його вплив більш суттєвий. Якщо взимку індекс ПАК додатний, сильні західні вітри переносять тепле і вологе повітря до Європи. Це спричиняє потепління і збільшення опадів у середніх і високих широтах в Європі, а також у значної частини північної Азії, Гренландському і Баренцовому морях.

Навпаки, аномальна циркуляція при великих значеннях індексу ПАК приносить холодне повітря до Лабрадорського моря, що генерує там низький температурний режим (рис.1) і зростання площі морського льоду. Далі на південь більш інтенсивний потік навколо субтропічної області високого тиску призводить до зниження температури над Туреччиною і Північною Африкою і до потепління на сході США.

З додатними значеннями індексу ПАК над Атлантичним океаном пов'язаний т. званим «триполюсний» ефект: позитивна аномалія температури спостерігається навколо 30-40° пн. ш., а на північ і на південь від цього широтного кола – від'ємна аномалія (див. рис.1). Здається, домінуючою причиною цієї картини є ефекти взаємодії між атмосферою і океаном. Дійсно, температура поверхні океану зменшується в областях з великими швидкостями вітру і, це призводить до збільшення швидкостей випаровування і переносу тепла від океану до атмосфери [7]. Але на протилежність до ENSO (EL Nino-Southern Oscillation), який є наслідком взаємодії комплексу змін у океані та атмосфері і має вплив на формування циркуляційних процесів у всій атмосфері, ефект NAO (ПАК) все таки є переважно внутрішньою модою мінливості атмосфери і його вплив поширюється переважно на атмосферу помірних широт Північної півкулі.

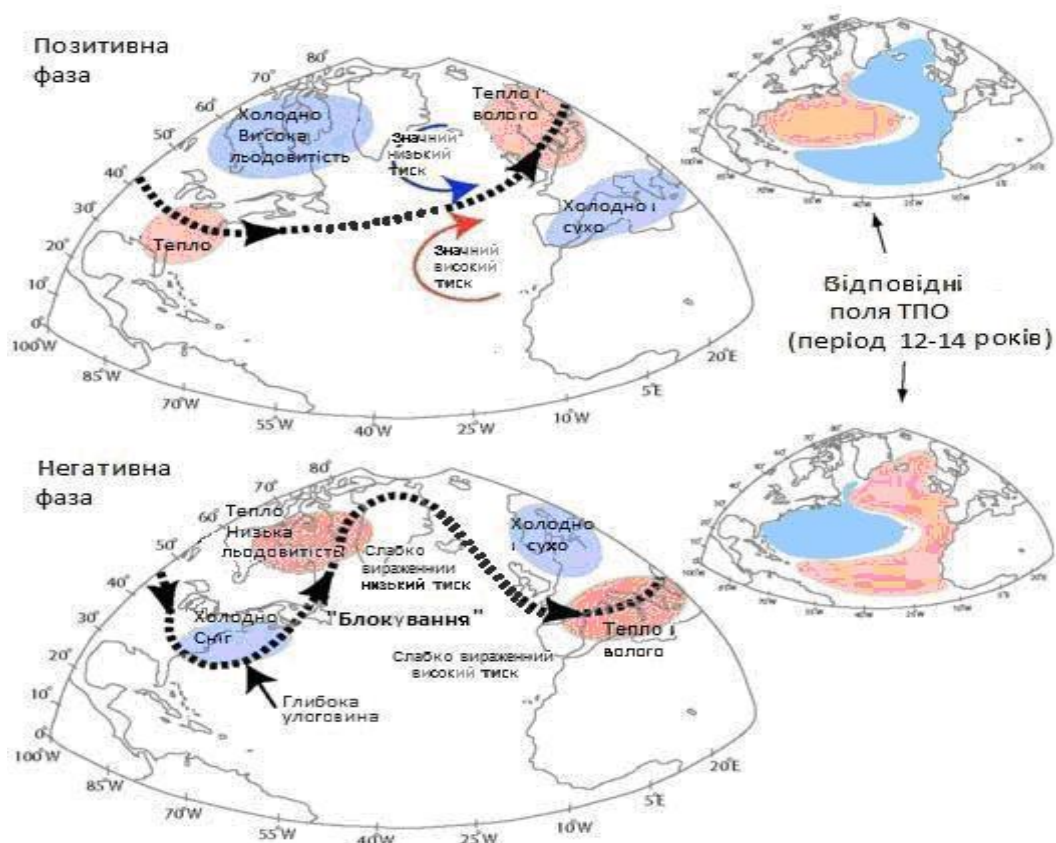


Рис. 1. Особливості розвитку гідрометеорологічних процесів над Північною Атлантикою для позитивної і негативної фази ПАК [7]

Північно-Атлантичне коливання залежить від напрямку поширення домінуючих повітряних мас та положенням струминної течії (рис.1) [7,9]. ПАК, його значення та фази визначаються однією з основних причин нестійкого характеру погодних умов холодного періоду у Північній півкулі, починаючи від Північної Америки до Європи та значної частини Азії.

Позитивні значення індексів Північно-Атлантичного коливання зв'язують із підвищенням температур повітря та збільшенням сум опадів у Європі, особливо на півдні. Негативні ж індекси ПАК супроводжуються тут більш посушливими умовами[11].

На початку 80-х років XX століття було відмічено збільшення значень індексів ПАК (індекс ПАК увійшов у позитивну фазу), що супроводжувалось більш вологими та теплими зимами над Скандинавією та Північною Європою[4,8].

Зв'язок значень *індексів ПАК* та динамікою гідрометеорологічних полів відомий давно, але для території України це питання мало вивчене. Існують окремі публікації, так у [4] представлено результати досліджень, що показують вплив інтенсивності циркуляційних процесів (індекси ПАК) на динаміку поля опадів через коефіцієнти кореляції між величинами індексів та величинами інтенсивності опадів. Таким чином оцінюється відгук погодних умов України на зміни, що відбуваються у глобальних атмосферних процесах. Коефіцієнт кореляції річних значень індексу із річними сумами опадів змінюється від 0,17 (м. Тернопіль) до 0,30 (м. Харків), і із середньомісячними температурами повітря – від 0,09 (м. Луганськ) до 0,39 (м. Житомир та м. Тернопіль). Максимальне значення коефіцієнту кореляції між індексами ПАК та річними сумами опадів після 80-го року минулого сторіччя

змінюється від 0,26 (м. Умань) до 0,75 (м. Тернопіль). Тіснота кореляційних зв'язків між індексами ПАК та середньорічними температурами повітря значно вища. Результати наведені у [5] показують зв'язки між гідрометеорологічними характеристиками та індексами атмосферної циркуляції, що встановлені методом лінійної парної регресії. Вказується, що після 1981 року, часу домінування позитивної фази, вплив ПАК посилюється. Значущий лінійний зв'язок між індексами ПАК та характеристиками опадів спостерігається як у зимовий, так і осінній (вересень-листопад) сезони. Вплив ПАК на формування погодних процесів України зменшується в напрямку від заходу до північного сходу та сходу.

Отже, циркуляційні процеси у Північній Атлантиці, що оцінюються індексом ПАК, значною мірою впливає на формування режиму зволоження на території України, особливо у холодний період року. Видається, що більш тісними та інформативними будуть залежності між значеннями індексу та типом регіонального синоптичного процесу з яким пов'язані опади чи інші атмосферні явища.

Взаємозв'язок значень індексів ПАК з типом процесів, що супроводжуються сильними снігопадами. Авторами проведена типізацію регіональних синоптичних процесів [1] які обумовлюють сильні снігопади на рівнинній частині території України. Для проведення типізації використовувалися щорічні огляди стихійних гідрометеорологічних явищ, що публікуються Українським гідрометеорологічним центром та Центральною геофізичною обсерваторією, приземні синоптичні карти та карти баричної топографії – АТ₅₀₀. Розглядався період спостережень з 1990 до 2013 р. включно. В основу запропонованої типізації синоптичних процесів покладено визначення положення Висотної фронтальної зони (ВФЗ) в середній тропосфері, орієнтацію ВФЗ та її динаміку, а також визначення особливості приземного баричного поля: тип циклону, траєкторію переміщення та інтенсивність, наявність блокуючого антициклону його положення та тривалість існування. На основі запропонованої оцінки, виділено чотири основних типи регіональних синоптичних процесів, що обумовлював сильні опади над Україною у холодний період року: *два зональних і два меридіональних. Зональний процес першого типу* характеризується досить близьким, у межах східної Європи, широтним розташуванням систем арктичних та полярних фронтів (відстань може складати 6-8° по широті) та наявністю потужного гребеня Сибірського антициклону на сході, який блокує процес. У середній та верхній тропосфері (5 км і вище) зональне перенесення впродовж досліджуваного періоду змінюється на меридіональне. *Зональний процес другого типу* теж виникає при близькому широтному розташуванні арктичного та полярного фронтів з активною циклонічною діяльністю на півдні України (над акваторією Чорного моря) та наявності блокуючого антициклону, що може мати різну локалізацію. Найчастіше – на північному заході (Скандинавія), або на південному сході (Північний Кавказ, Каспійське море). У цьому типі регіональних процесів на висотах не спостерігається меридіонально орієнтованої улоговини.

Характерними рисами виділених меридіональних типів процесів є циклонічна діяльність на Полярному фронті з виходом на Україну переважно південно-західних циклонів (з Італії, Адріатичного та Егейського морів, Балкан) та вплив на формування погоди малорухливого антициклону. У випадку *меридіональних процесів першого типу* антициклон знаходиться на півночі, північному-заході Європи (Скандинавія, Прибалтика, Баренцеве море), а для *другого типу* – над Кавказом та півднем Росії. Проведений аналіз синоптичного матеріалу для випадків сильних снігопадів за увесь досліджуваний період показав переважна їх більшість

була пов'язана з зональними процесами другого типу та меридіональними процесами першого типу.

Для виявлення взаємозв'язку між знаком та величиною індексів ПАК та типом синоптичного процесу, який призводить до утворення сильних снігопадів, були побудовані (програма Excel) гістограми щоденних значень індексів ПАК за період близько трьох місяців до виникнення сильних опадів в Україні та трьох місяців після події. Для дослідження використовувалися дані офіційного сайту Центру прогнозування клімату (СРС) [15]. На рис. 2-5 показана динаміка щоденних значень індексів ПАК у період формування типових синоптичних процесів, відповідно до попередньо наведеної класифікації, і таких, що супроводжувались сильними опадами на метеорологічних станціях Запоріжжя, Кам'янець-Подільський, Одеса, Щорс та ін. На графіки нанесені (часова координата – рожева вертикальна лінія), що відповідає моменту формування випадків сильних снігопадів, та вказує максимальні добові суми опадів у цей час.

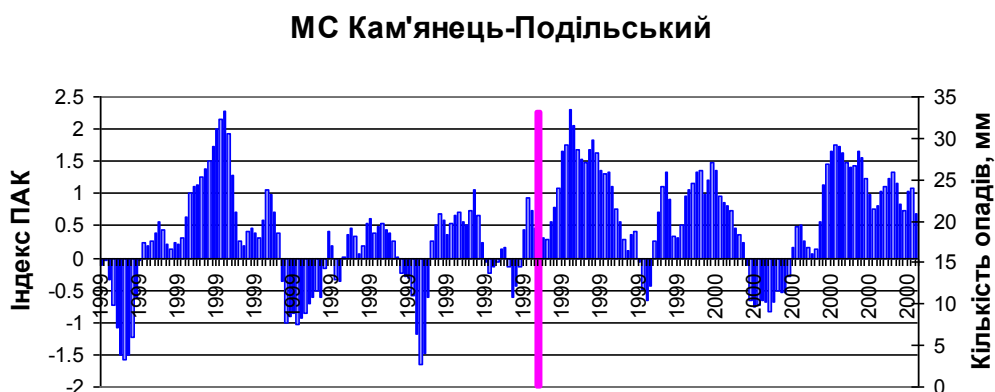


Рис.2. Зв'язок значень індексу ПАК із синоптичним процесом 23.11.1999 р.

Теоретично доведено, що кожен із типів синоптичних процесів зональних чи меридіональних, які обумовлюють сильні снігопади пов'язаний відповідно з позитивною чи негативною фазою і величиною ПАК.

Зональний процес першого типу (див. рис.2) формується на фоні домінування додатної фази індексу, значних за абсолютною величиною (до 2,3) упродовж усього досліджуваного періоду. Безпосередньо перед настанням явища значення індексу залишаються позитивними, але зменшуються до 0,3-0,2 і залишаються такими упродовж синоптичного процесу.

Відомо, що меридіональні процеси частіше пов'язані із негативною фазою ПАК. На рис.3 наведено розподіл величини індексу ПАК, перед і після формування меридіонального процесу першого типу з максимальними значеннями опадів на ст. Щорс. Отриманий розподіл вказує на деяке домінування близьких до нуля у поєднанні з від'ємними значеннями індексу перед формуванням досліджуваного процесу. Безпосередньо під час сильних опадів індекс набуває від'ємних значень (-0,8), з завчасністю у декілька діб.

Зональний синоптичний процес другого типу має дещо інші риси зв'язку з індексами ПАК. Розподіл значень індексу ПАК (рис. 4) показує, цей типу процесів утворюється на фоні переважання додатної фази ПАК за досліджуваний період, але сама подія настає між двома негативними фазами, коли значення індексу позитивної фази є зовсім незначними і наближаються до нуля.

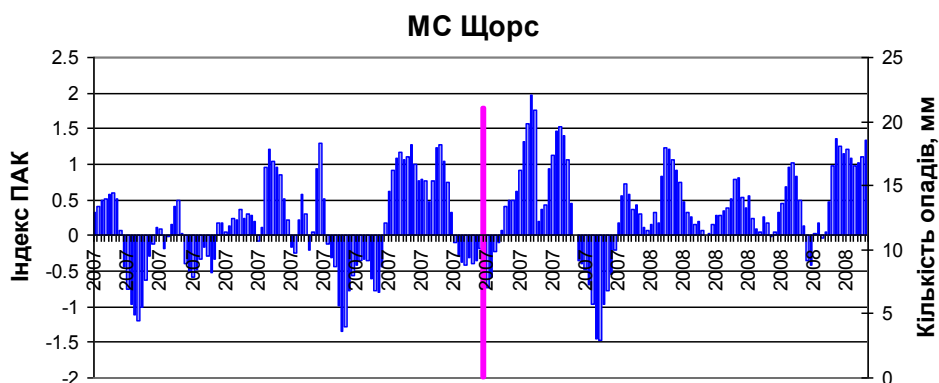


Рис.3. Зв'язок значень індексу ПАК із синоптичним процесом 16.11.2007 р.

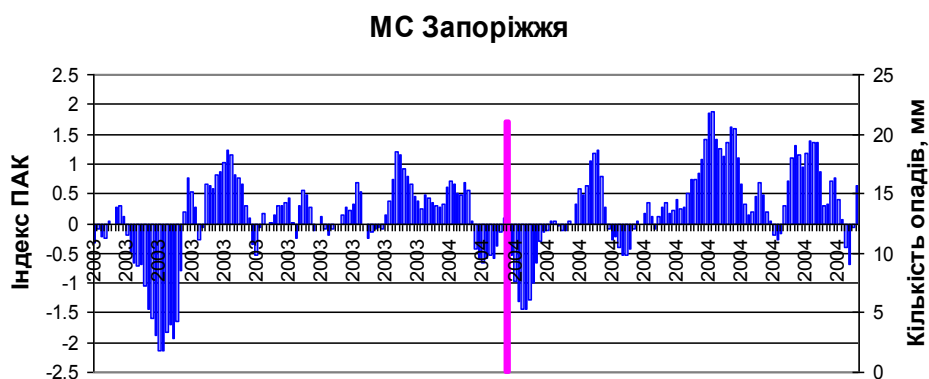


Рис.4. Зв'язок значень індексу ПАК із синоптичним процесом 24.01.2004 р.

Такого типу такий синоптичний процес може відмічатися і при невеликих значеннях індексу у від'ємній фазі, але при умові переважання додатної фази за тривалий період часу.

Меридіональний процес другого типу (рис.5) формується на фоні домінування від'ємної фази індексу впродовж усього періоду спостережень. Зауважимо, що максимальні значення індексу у цьому випадку (-2,3) практично не відрізняються від подібних значень при домінуванні позитивної фази індексів (див. рис. 2).

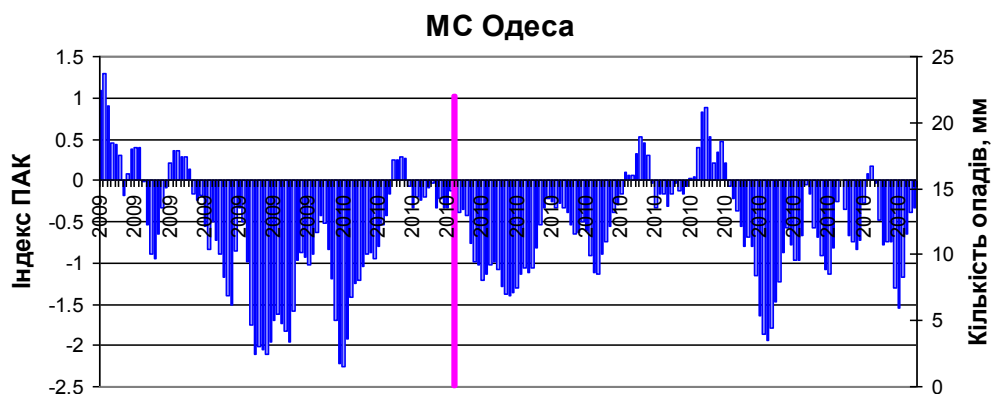


Рис.5. Значення індексу ПАК при формуванні меридіонального процесу

Проведений аналіз значень індексів ПАК показує його зміни у межах від 2,3 (див. рис. 2) до – 2,3 (див. рис. 5). Зауважимо, що максимальні значення індексу спостерігаються у тому випадку, коли впродовж тривалого часу переважає

відповідно зональний (додатні значення), або меридіональний (від'ємні значення) тип циркуляції. Регіональні синоптичні процеси, що супроводжувалися сильними снігопадами, незалежно від їх типу формуються при малих значеннях індексу ПАК: 0,3 (див. рис. 2), -0,4 (див. рис. 3), -0,03 (див. рис. 4), -0,3 (див. рис. 5). Наведені залежності показують, що регіональні синоптичні процеси які формують сильні снігопади спостерігаються найчастіше при переході від позитивної до негативної фази визначеної за щоденними значеннями індексу.

Висновки Проведені дослідження умов формування сильних снігопадів на рівнинній частині території України показують, що в таких випадках у нижній атмосфері утворюється зона значних баричних градієнтів, переважно через існування блокуючого антициклону різної просторової локалізації та циклонічний діяльності на заході та південно-заході Європи.

Регіональні синоптичні процеси, що супроводжуються сильними снігопадами в Україні формуються при малих додатних чи від'ємних значеннях індексу ПАК, або ж у моменти зміни знаку фаз.

Встановлені закономірність взаємозв'язку між величиною індексу та типом регіонального процесу у цілому відповідають існуючим теоретичним уявленням.

Список літератури

1. Гуда Е.В. Классификация синоптических процессов случаев сильных снегопадов в холодное полугодие на равнинной территории Украины / Е.В. Гуда, Л.В. Паламарчук, В.М. Шпыг // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Сборник научных статей международной научной конференции, Минск, Издательский центр Белорусского государственного университета, 2015.- С.217-218.
2. Заблоцька Т.М. Моніторинг прогнозу стихійних явищ // Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя(1986-2005рр.). / Т.М. Заблоцька - К.:Ніка-Центр,2006.- С.196-207.
3. Заблоцька Т. М. Небезпечно сильні опади в Україні і можливі причини їх творення / Т.М. Заблоцька, В.М. Підгірська, Т.М. Шпиталь // Наук.пр.УкрНДГМІ.-2007.- Вип.255. – С.21- 27.
4. Лобода Н.С. Оцінка впливу мінливості Північно-Атлантичного та Скандинавського коливань на гідрометеорологічні характеристики України / Н.С. Лобода, А.О. Коробчинська // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – №18. – С.91 – 98.
5. Лобода Н.С. Оценка влияния атмосферных процессов Северной Атлантики на формирование полей годового стока рек Украины / Н.С. Лобода, // Український гідрометеорологічний журнал.-2008.-№3.-С.167-177.
6. Паламарчук Л.В. Умови формування сильних опадів холодного періоду року на рівнинній території України / Л.В. Паламарчук, В.М. Шпыг, К.В. Гуда.// Фізична географія та геоморфологія. - 2014. –Вип.2(74).-С.110-120.
7. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату / С.М. Степаненко. – Одеса: Екологія, 2013. – 203 с.
8. Hurrell J.W. Climate variability over the North Atlantic / J.W. Hurrell, R.R. Dickson // Marine Ecosystems and Climate Variation. The North Atlantic: A comparative perspective. – Oxford, 2005. – P. 15 – 31.
9. Hurrell J.W. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation / J. W. Hurrell // Science. – 1995. – Vol. 269. – P. 676 – 679.
10. Hurrell J.W. An overview of the North Atlantic Oscillation: The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact / J. W. Hurrell, Y. Kushnir, G. Ottersen, M. Visbeck // Geophys. Monogr. – 2003. – Vol. 134. – P. 1 – 35.
11. Uvo C.B. Analysis and regionalization of northern European winter precipitation based on its relationship with the North Atlantic oscillation / C.B. Uvo // International journal of climatology. – 2003. – №23. – P. 1185 – 1194.
12. Walker G.T. World weather V / G.T. Walker, E.W. Bliss // Meteorology. Royal Meteorology Society. –1932. – V.4. – №36. – P. 53–84.
13. Climate Explorer: Starting point [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://climexp.knmi.nl/>.
14. Малинин В.Н. Североатлантическое колебание и увлажнение Европейской территории России [Електронний ресурс] / В.Н. Малинин, С.М. Гордеева – Режим доступу до ресурсу: http://www.terrahumana.ru/arhiv/14_02/14_02_35.pdf.
15. Climate Prediction Center [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

Індекс Північно-Атлантичного коливання як пре диктор формування сильних снігопадів на рівнинній території України

Паламарчук Л.В., Шпыг В.М., Гуда К.В.

Представлено дослідження взаємозв'язку визначених типів макроциркуляційних процесів та регіональних синоптичних процесів, що супроводжуються сильними снігопадами на рівнинній частині території України. Період досліджень – 1990-2013рр. Проведено типізацію регіональних синоптичних процесів. Виділено по два основних зональних та меридіональних типи процесів та наведено їх основні ознаки. Встановлено зв'язок кожного із регіональних процесів зі знаком та величиною індексу Північно-Атлантичного коливання.

Ключові слова: сильні опади, холодний період, зональні процеси, меридіональні процеси, типізація синоптичних процесів, індекс Північно-Атлантичного коливання

Індекс Северо-Атлантического колебания как предиктор формирования сильных снегопадов на равнинной территории Украины

Паламарчук Л.В., Шпыг В.М., Гуда Е.В.

Представлено исследование взаимосвязи определенных типов макроциркуляционных процессов и региональных синоптических процессов, которые сопровождаются сильными снегопадами на равнинной части территории Украины. Период исследований – 1990- 2013. Проведена типизация региональных синоптических процессов. Выделены два основных зональных и два меридиональных процесса и указаны их основные особенности. Установлена связь каждого из региональных процессов со знаком и величиной индекса Северо-Атлантического колебания.

Ключевые слова: сильные осадки, холодный период, зональные процессы, меридиональные процессы, типизация синоптических процессов, индекс Северо-Атлантического колебания

North Atlantic oscillation index as predictor of heavy snowfall formation on the plain part of Ukraine

Palamarchuk L.V., Shpyg V.M., Huda K.V.

The study of relationship of defined types of macrocirculation processes and regional synoptic processes accompanied by heavy snowfalls on the plain part of Ukraine is presented here. In article it was considered the period 1990-2013. Typification was carried out for the regional synoptical processes. In result it was selected two main zonal and two main meridional types of processes and described their common features. It was found the relationship for each regional process with the sign and value of the North Atlantic Oscillation Index.

Keywords: heavy precipitation, cold period, zonal processes, meridional processes, typification of synoptical processes, North Atlantic Oscillation Index.

Надійшла до редколегії 29.04.2016

УДК 502/504-047.37

Малярєнко О. С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МОДИФІКОВАНИЙ ПІДХІД ДО ТИПІЗАЦІЇ ОСНОВНИХ ЕКОМЕРЕЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ

Ключові слова: регіональна екомережа, екомережне ядро, екомережний коридор, буферна зона, типологічна класифікація

Стан проблеми. Комплексний підхід до типізації та класифікування основних структурних елементів моделювальних регіональних екомереж, наразі є досить актуальною проблемою, позаяк такі елементи, *по-перше*, є базовою основою процесу моделювання, у т.ч. за допомогою ГІС, *по-друге*, вони доповнюють структуру екомереж національного та міжнародного рангу та правлять за основу для імплементації локальних екомереж, *по-третьє*, є своєрідними виразниками

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

актуального стану навколишнього природного середовища досліджуваного регіону, а тому слугують засобами досягнення консенсусу між потребами людини та збереженням і відновленням біоландшафтного різноманіття.

У монографіях [1, 4-6, 14, 18] було здійснено комплексний аналіз та типізацію основних екомережних елементів, зокрема в праці [14] останні було детально проаналізовано та систематизовано у вигляді класифікацій ядер і коридорів регіональних екомереж, які, а проте, є не завершеними, оскільки, *по-перше*, не достатньо враховують особливості значної фрагментації природного рослинного покриву досліджуваної території та процес контакту екоядер чи/або екокоридорів із навколишнім фоном тощо, *по-друге*, зовсім ігнорують класифікування їхніх буферних зон, а тому потребують подальшого вдосконалення. Звідси, головною метою даної роботи є модифікація та доповнення існуючих підходів до типізації основних екомережних елементів регіонального рівня.

Основні результати. Спираючись на розробки [1, 4-6, 14, 18] і власні дослідження [10, 15] та зважаючи на вищезазначену мету даної роботи нами було узагальнено, уточнено та розвинуто існуючі уявлення про типологію основних структурних елементів регіональних екомереж.

Отже, *по-перше*, нами було запропоновано модифіковану та істотно доповнену (порівняно із [14]) типологічну класифікацію регіональних екомережних ядер (далі – ЕМЯ), яка складається з наступних таксонів: *гіперкласу – гіперпідкласу – класу – підкласу – групи – підгрупи – типу – підтипу – категорії – розряду – підрозряду (перший рівень деталізації) – підрозряду (другий рівень деталізації) – виду – підвиду – варіанту – підваріанту – роду* (див. табл. 1).

Примітка.

Під ЕМЯ розуміється ядро актуальної природно-антропогенної біоландшафтної територіальної структури (БІЛТС_{АП}) та/або (квазі)природної біоландшафтної територіальної структури (БІЛТС_{КП}) чи/або ядро-складник додаткових елементів природоохоронних субструктур (ПОС_{Дод}), обране як модельний елемент регіональної екомережі у вигляді її ядра з огляду на те, що властивості такого ядра за біоекосистемними, геоекосистемними та комплексними ознаками біоландшафтного різноманіття істотно регіонально вирізняються та є значущими й особливо цінними для функціонування оптимально сформованого каркаса біоландшафтного різноманіття регіону.

Таблиця 1. Типологічна класифікація ЕМЯ

Таксон класифікації	Критерії/ознаки вирізнєння таксонів	Типові приклади
1	2	3
Гіперклас	Відповідність типам і підтипам рослинних формацій, що відображають фізико-географічну зональність, інтразональність чи екстразональність	Мішанолісові, широколистянолісові, лісостепові (північно- і південностепові (лучно-степові)), степові (північностепові, середньостепові, південностепові, сухостепові) тощо (за аналогією з типологією геохор за [5] та типологією ландшафтів за [11]); болотні, заплавні, лучні, формації пісків, карбонатних відкладів, кам'янистих ділянок тощо; ділянки мішаних лісів на надзаплавних терасах лісостепової й степової зон, а також їх поєднання
Гіперпідклас	Генезис та ступінь перетвореності	Квазіприродні та природно-антропогенні [2, 15]
Клас	Відповідність класам ідентифікаційних критеріїв можливих елементів регіональних екомереж	Біоекосистемні, геоекосистемні, комплексні (включаючи поєднані, біоекосистемно-геоекосистемні або геоекосистемно-біоекосистемні, та суто комплексні) [10]

1	2	3
Підклас	Відповідність типам (підтипам) ідентифікаційних критеріїв можливих елементів регіональних екомереж	Біопопуляційні, біоценотичні, геотонні/екотонні, ландшафтно-унікальні, ландшафтно-різноманітні, ландшафтно-репрезентативні, історико-культурні, біоландшафтно-натуральні, природоохоронні (созологічні, статусно-типові), гідроінвайронментні (гідроекосистемні, гідрогосистемні) тощо, включаючи певні поєднання [10]
Група	За приналежністю до певного типу біотичних плямистих ЛТС	Популяційна (підвищені на фоні ландшафту показники щільності певної популяції); синекологічна/нейтральна (підвищені показники видової насиченості)
Підгрупа	Залежно від біоекологічного призначення та донорно-акцепторних генетичних взаємодій	Ресурсні (харчові ділянки), етологічні (гніздові території, території шлюбних ігор, кладки яєць, відгодівлі молоді), міграційні (місця перепочинку, переховування від хижаків чи навпаки, як певні перешкоди на шляху міграції) комплексні; ядра-донори, ядра-акцептори (за [4])
Тип	Висотне місцезнаходження стосовно регіонального базису ерозії	Підвищені, середньовисотні, низовинні, низинні тощо (за аналогією з типологією геохор за [18])
Підтип	Характер поєднання форм рельєфу	Слабко, середньо, сильно розчленовані і т. ін. (за аналогією з типологією геохор за [5])
Категорія	Діапазони едафічних умов за ознаками теплозабезпеченості, гідроморфності, галоморфності та трофності	Мезотермні (2000-3000 Мдж/м ² рік), субмезотермні (1600-2000 Мдж/м ² рік), субмікротермні (1200-1600 Мдж/м ² рік), мікротермні (800-1200 Мдж/м ² рік), нанотермні (<800 Мдж/м ² рік) (актуальні для території України). Гігроморфні (водойми), субгідроморфні (прибережно-водні місцеположення, літоралі), гігроморфні (болота), субгігроморфні (болотяно-лісолучні), семігігроморфні (сиролісолучні), семігігроморфні (вологолісолучні), мезоморфні (сухо-лісолучні); мезоксероморфні (лучно-степові), семіксероморфні (степові), субксероморфні (сухостепові), ксероморфні (напівпустельні) і т.ін. (за [5]). Екстрагаломорфні («вицвіти» солей), гіпергаломорфні (солончаки (сильнозасолені солончакові ґрунти)), пергаломорфні (солончакуваті та солончакові ґрунти), еугаломорфні (глибоко солончакуваті та солончакуваті ґрунти), галоморфні (глибокозасолені, глибокосолончакуваті та солончакові ґрунти), субгаломорфні (глибокозасолені та солончакуваті ґрунти), семігаломорфні (глибокосолончакуваті та глибокозасолені ґрунти), незасолені (незасолені ґрунти). Гіпероліготрофні (місця без ґрунтового рослинного покриву), пероліготрофні, оліготрофні, суболіготрофні, мезотрофні, семіевтрофні, субевтрофні, евтрофні (перегній та муміфіковані торф'яні ґрунти) (за [4]). Комплексні (ксеролітотопні, гало-гігротопні і т. ін.) [18]

1	2	3
Розряд	Міра територіальності (площа)	Дуже малі (до 2 км ²), малі (2-10 км ²), середні (10-50 км ²), великі (50-100 км ²), дуже великі (> 100 км ²) (за [18] з нашими доповненнями)
Підрозряд (перший рівень)	Тип форми	Округлі, еліпсоїдні, квадратоподібні, променеві, шестернеподібні, розітнуті тощо (за [18]), а також поліморфні
Підрозряд (другий рівень)	Складність форми (за однойменним індексом як відношенням периметра до площі)	Дуже прості (до 0,3), прості (0,3-0,5), ускладнені (0,5-1,0), складні (1,0-2,0), дуже складні (> 2,0) (за [14])
Вид	За внутрішньою структурою та характером взаємодії з фоном ландшафту	Дискретні однотипні на гомогенному фоні; дискретні різноякісні на гомогенному фоні; дискретні гетерогенні на гомогенному фоні; розмиті на гомогенному фоні; дискретні однотипні на гетерогенному фоні; дискретні гетерогенні на гетерогенному фоні; розмиті на гетерогенному фоні
Підвид	За структурно-функціональною формою меж	Екомережні ядра з квазілінійними (автономними, неавтономними (кордонними буферно-смугових або у їхньому складі тощо)), буферно-смуговими (клінальними, геотонними/мікрогеотонними (континуальними, синергетичними, стрільними)), комбінованими межами [15]
Варіант	Значущість для територіальної структури екомережі	Регіональні «ключові», підсистемні «ключові», суто системні, ізольовані (за рейтингом топологічних індексів доступності), а також види за синтетичним індексом значущості ядер (прицентральні, периферійні, пограничні) ([18])
Підваріант	Міра належності до структури міжрегіональної екомережі чи поєднання з такою структурою або віддаленості від неї	Регіональні у складі міжрегіональної екомережі, безпосередньо поєднані з міжрегіональною екомережею, близького оточення міжрегіональної екомережі, віддалені від зазначеної мережі тощо
Рід	Актуальний рівень стану (у т.ч. за його складниками)	Із вельми сильною, сильною, середньою, послабленою і ін. здатністю до саморегуляції, за мірою параметрично-процесової стійкості (те ж саме), за сучасним станом (критичні, пригнічені чи/або нормальні) ([5])

По-друге, для **типологічної класифікації регіональних екомережних коридорів** (інколи, скорочено, **екокоридор**, **ЕМКР**) нами було запропоновано наступні класифікаційні таксони: *гіперклас – гіперпідклас – клас – підклас – групу – підгрупу – тип – категорію – підкатегорію (перший рівень деталізації) – підкатегорію (другий рівень деталізації) – підкатегорію (третій рівень деталізації) – підкатегорію (четвертий рівень деталізації) – розряд – вид – підвид – варіант* (див. табл. 2).

Примітка.

ЕМКР – це коридор БІЛТС_{АПА} та/або БІЛТС_{КП} (чи коридор-складник ПОС_{дод}), визначений як модельний елемент екомережі у вигляді її коридору, зважаючи на те, що такий коридор є суттєво необхідним для підтримки регіональних просторових зв'язків між ЕМЯ та функціонування оптимально сформованого регіонального каркаса біоландшафтного різноманіття як мережного утворення в цілому, а також виконує певні регіонально значущі функції відтворення та охорони довкілля.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

Таблиця 2. Типологічна класифікація ЕМКР

Таксон класифікації	Критерії/ознаки вирізнення таксонів	Типові приклади
1	2	3
Гіперклас	Відповідність класам рослинних формацій, що відображають фізико-географічну зональність, інтразональність чи екстразональність	Мішано-лісові, широколистяно-лісові, лісостепові, степові тощо (за аналогією з типологією геохор за [23]); болотні, заплавні, лучні, формації пісків, карбонатних відкладів, кам'янистих ділянок тощо; ділянки мішаних лісів на надзаплавних терасах лісостепової й степової зон
Гіперпідклас	Генезис та ступінь перетвореності	Квазіприродні (річкові долини з нерозораними схилами) [7], природно-антропогенні (переважає природна підсистема, яка зазнає певної антропогенно зумовленої трансформації), антропогенно-природні (лісосмуги, придорожні насадження дерев і чагарників, берегозахисні лісові смуги тощо)
Клас	Домінантна група екопозитивних природно-соціально-економічних функцій (ПСЕФ)	Ландшафтно-біоміграційні, ландшафтно-структуротворні, гідро-біоміграційні, гідроструктуротворні, включаючи певні можливі комбінації (за [14])
Підклас	Домінантний вид (підвид чи різновид підвиду) екопозитивних ПСЕФ	Середовищевідтворювальні: загальноекологічно-сприятливі (генофондно-відтворювальні, біоміграційно-сприятливі); ландшафтно-екологічні сприятливі (ландшафтно-відтворювальні, екотопічно-сприятливі, у т.ч. едафічно-сприятливі та едифікаторно-сприятливі); ландшафтно-естетичні; рекреаційні, бальнеологічні тощо. Середовищеохоронні: культурно-заповідні, водоохоронні, санітарно-екологічні, ґрунтозахисні, берегоохоронні, екотонно-позитивні (включаючи бар'єрні, контактні і мембранні) (за [14]) Специфічно-екопозитивні (у т.ч. імпаکتно-позитивні і т.ін.) тощо
Група	Актуальна позиція і тип поверхні	Рівнинні (плакорні), схиліві, терасові, терасово-заплавні, яружно-балкові, руслові, літоральні тощо, включаючи комбінаційні (за [18])
Підгрупа	Тип водно-міграційного режиму	Елювіальні, транселювіальні, елювіально-гідроморфні, транселювіально-гідроморфні, гігроморфні, гігроморфні критичні, трансгідроморфні, амфібіальні, шквальні (за [3, 11, 12], з доповненнями [4])
Тип	Діапазони едафічних умов за ознаками теплозабезпеченості, гідроморфності, галоморфності та трофності	Те ж саме, що і для ЕМЯ
Категорія	Міра територіальності (за умовною шириною як відношенням площі до довжини за віссю)	Квазілінійні (до 1 км), вузькі смугові (1-2 км), широкі смугові (> 2 км) (за аналогією з [18] з уточненням [14])

1	2	3
Підкатегорія (I рівень деталізації)	За структурно-функціональною формою, у т.ч. меж	Те ж саме, що і для <i>ЕМЯ</i>
Підкатегорія (II рівень деталізації)	Залежно від структурно-геометричних особливостей	Суцільні (майже повністю вкриті природною рослинністю) та дифузні [4]
Підкатегорія (III рівень деталізації)	Міра територіальності (площа, довжина за віссю)	Вельми малі (до 1 км ²), малі (1-2 км ²), середні (2-5 км ²), великі (5-10 км ²), вельми великі (> 10 км ²); короткі (до 2 км), протяжні (2-10 км), вельми протяжні (> 10 км)
Підкатегорія (IV рівень деталізації)	За зв'язністю дифузних	Сильнозв'язні (відстань між плямами в екокоридорі до 0,2 км), середньозв'язні (0,2-1 км), слабкозв'язні (1-10 км), умовнозв'язні (10-50 км), незв'язні (> 50 км)
Розряд	Тип форми	Прямі, помірно звивисті, дуже звивисті (за коефіцієнтом звивистості [13] та за аналогією з [18])
Вид	Значущість для територіальної структури екомережі	Регіоносполучні, підсистемосполучні, суто системні, частково сполучні (незавершені), несполучні (за [18]), а також види за синтетичним індексом міграційної значущості екокоридорів (за [18])
Підвид	Міра належності до структури міжрегіональної екомережі чи поєднання з такою структурою або віддаленості від неї	Регіональні у складі міжрегіональної екомережі, поєднувальні з міжрегіональною екомережею, близького оточення міжрегіональної екомережі, віддалені від зазначеної мережі тощо
Варіант	Актуальний рівень стану (у т.ч. за його складниками)	Із вельми сильною, сильною, середньою, послабленою і ін. здатністю до саморегуляції, а також за мірою параметрично-процесової стійкості тощо

Фактично новоствореною є **типологічна класифікація буферних зон** (далі – **БУЗ**) елементів регіональних екомереж таксономічними одиницями якої стали: *гіперклас – клас – підклас – група – підгрупа – підгрупа (перший рівень деталізації) – тип – підтип (перший рівень деталізації) – підтип (другий рівень деталізації) – підтип (третій рівень деталізації) – категорія – підкатегорія (перший рівень деталізації) – розряд – вид* (див. табл. 3).

Примітка.

БУЗ елемента регіональної екомережі (екоядра чи екокоридору, тобто $\{БУЗ\} \in \{БУЗ_{ЕМЯ}, БУЗ_{ЕМКР}\}$) – змодельована навколо такого елемента захисна межева субструктура (див. [16]) у вигляді вимірного (нормативного) буфера (див. [13]) із відповідним спеціальним режимом природокористування для забезпечення виконання основної функції – обмеження та подальшого зниження, аж до повної ліквідації, несприятливого для стану та статусу *ЕМЯ* чи *ЕМКР* зовнішнього впливу прилеглих до них функціонально-природокористувальних субструктур (крім, зрозуміло, природоохоронних).

Підсумовуючи, слід зауважити, що під час моделювання регіональної екомережі щойно означені *ЕМЯ* та *ЕМКР* підлягають певному модельному обираю й аналізу як можливі, а згодом остаточні основні структурні екомережні

елементи з подальшим поділом їх на першочергові й перспективні з відповідними БУЗ, що концептуально відрізняється від розробок [14] тощо, де вирізнялися т. зв. екомережні зони потенційної ренатуралізації як основний, а не другопорядковий за змістом і черговістю вибору, елемент екомережі.

Таблиця 3. Типологічна класифікація БУЗ ЕМЯ та ЕМКР

Таксон класифікації	Критерії/ознаки вирізнєння таксонів	Типові приклади
1	2	3
Гіперклас	Зважаючи на актуальний об'єкт захисту	«Навколоядерні», «навколокоридорні», сформовані навколо додаткових природоохоронних субструктур (територій потенційної ренатуралізації)
Клас	Генезис та ступінь перетвореності	Природно-антропогенні, антропогенно-природні (штучні) [2, 15]
Підклас	Актуальна позиція у розрахунковій системі координат	Суходільні чи/або суходільно-акваторійні
Група	Актуальна структурно-функціональна форма та усереднена ширина	Квазілінійні, буферно-смугові, поліморфні (поздовжньо-поліморфні, поперечно-поліморфні, складних поєднань); квазілінійні, вузькі смугові, широкі смугові [15, 16]
Підгрупа	Деталізація чинних ознак групи	Буферно смугові: клінальні, геотонні (мікрогеотонні): континуальні, синергетичні, стріальні; комбіновані (за підкласом) [4, 9, 15]
Підгрупа (I рівень деталізації)	Актуальна топологія, включаючи переважну орієнтацію	Суцільно-оконтурювальні, фрагментарні (дискретно-оконтурювальні); неперервні, дискретні, перфоровані тощо [15]
Тип	Актуальна функція, що відображає міру взаємодії та зв'язків сусідніх геосистем і визначається через вплив на певні горизонтальні речовинно-енергетичні потоки	Контактні, бар'єрно-переборні (прості, активні, вторинні), бар'єрно-непереборні, мембранні (комплексні) [4, 9, 15]
Підтип (I рівень деталізації)	Деталізація ознак типу за актуальним змістом взаємодії з певними речовинно-енергетичними потоками між сусідніми геосистемами	Квазілінійні та клінальні контактні і бар'єрно-переборні: градієнтно-додатні, градієнтно-від'ємні тощо [1]; квазілінійні бар'єрно-непереборні: дивергентні, конвергентні, відхиляльні, відбивальні, перехоплювальні (затримувальні), стримувальні (утримувальні) тощо; геотонні (мікрогеотонні) контактні: контактено-генераційні, контактено-продукційні тощо; геотонні (мікрогеотонні) бар'єрно-переборні: трансформаційні, трансформаційно-градієнтні тощо; геотонні (мікрогеотонні) бар'єрно-непереборні: бар'єрно-непереборно-накопичувальні, відхиляльні, і відбивальні (обидві останні – проникні або непроникні) тощо [15, 16]

1	2	3
Підтип (II рівень деталізації)	Деталізація ознак підтипу першого рівня за різновидом (змістом) речовинно-енергетичних потоків і/або супутніх/наслідкових до них процесів, враховуючи і процеси у власне межах БУЗ тощо.	Квазілінійні перехоплювальні (затримувальні): наносопотокові, полюціопотокові тощо; контактено-генераційні: термоаероциркуляційно-генераційні, гігроаероциркуляційно-генераційні тощо; трансформаційні: теплообмінні, полюціотрансформаційні тощо; трансформаційно-градієнтні: геохімічно-міграційні тощо; мікрогеотонні бар'єрно-непереборно-накопичувальні: полюціо-накопичувальні, снігозатримувальні, рослинно-спорові, еолово-акумулятивні, наносопотокові тощо; мікрогеотонні відхиляльні: аероциркуляційно-відхиляльні тощо; мікрогеотонні-відбивальні: аероциркуляційно-відбивальні, зоогенно-міграційні тощо [8, 15, 16]
Підтип (III рівень деталізації)	Деталізація ознак типів у залежності від зміни міграційної поведінки біовидів	Нейтральні, дифракційні, відбивальні, ресурсно-етологічні [4]
Категорія	Домінантний вид (підвид) екопозитивних ПСЕФ	Довкілля-ресурсо-відтворювальні (ландшафтно-відтворювальні, полірекреаційні, ландшафтно-естетичні, біопродукційні), довкілля-ресурсо-охоронні (історико-культурно-заповідні, водоохоронні, санітарно-екологічні, ґрунтозахисні, самоочищувальні, архітектурно-екологічні), інші специфічні екопозитивні (специфічно-екомережні, імпаکتно-позитивні, підрядні, що посилюють певні екопозитивні функції, насамперед за змістом підсилення) (за [17])
Підкатегорія (I рівень деталізації)	Домінантний різновид екопозитивних ПСЕФ	Ландшафтно-відтворювальні (геосистемно-структуротвірні, екосистемно-структуротвірні, збереження біоландшафтного різноманіття), полірекреаційні (рекреаційні, оздоровчі), ландшафтно-естетичні (естетично-привабливі, композиційно-впорядковані, багатопланово-унікальні, ієрархічно-гармонійні, пейзажно-видово-гармонійні тощо), біопродукційні (загально-біопродукційні, лісогосподарські, рибогосподарські тощо); історико-культурно-заповідні (збереження історико-культурного середовища, заповідання, екорекреаційні, спеціальної охорони певних територій), водоохоронні (водно-стоково-регулювальні, берегоохоронні, тощо), ґрунтозахисні (ґрунто-структуротвірні, дренажні тощо), самоочищувальні (фільтрації, акумуляції, деградації забрудників тощо), специфічно-екомережні (генофондно-відтворювальні, біоміграційно-сприятливі, екотопічно-сприятливі, екотонно-позитивні (геотонно-позитивні)) (за [16, 17])
Розряд	Актуальна територіально-часова варіабельність місцезнаходження	Періодично відновлювані, періодично підтримувані, ті, що реконструюються (модернізуються), часово-обмежені тощо
Вид	Актуальний рівень стану (у т.ч. за його складниками)	Із вельми сильною, сильною, середньою, послабленою і ін. здатністю до саморегуляції, а також за мірою параметрично-процесової стійкості тощо

Висновки та перспективи досліджень.

1. Обґрунтовано та удосконалено типологічну класифікацію екомережних ядер (ЕМЯ), яка ґрунтується на ланцюгу таксонів «гіперклас – гіперпідклас – клас – підклас – група – підгрупа – тип – підтип – категорія – розряд – підрозряд (перший рівень деталізації) – підрозряд (другий рівень деталізації) – вид – підвид – варіант – підваріант – рід». Наведено критеріальні ознаки виокремлення кожного таксону класифікації з необхідними прикладами.

2. Обґрунтовано, з прикладами, та удосконалено типологічну класифікацію екомережних коридорів (ЕМКР), яка ґрунтується на ланцюжку таксонів «гіперклас – гіперпідклас – клас – підклас – група – підгрупа – тип – категорія – підкатегорія (перший рівень деталізації) – підкатегорія (другий рівень деталізації) – підкатегорія (третій рівень деталізації) – підкатегорія (четвертий рівень деталізації) – розряд – вид – підвид – варіант».

3. Розроблено типологічну класифікацію буферних зон (БУЗ) ЕМЯ та ЕМКР, яка ґрунтується на ланцюжку таксонів «гіперклас – клас – підклас – група – підгрупа – підгрупа (перший рівень деталізації) – тип – підтип (перший рівень деталізації) – підтип (другий рівень деталізації) – підтип (третій рівень деталізації) – категорія – підкатегорія (перший рівень деталізації) – розряд – вид».

4. Перспективними стануть дослідження спрямовані на практичну імплементацію запропонованих класифікацій у процес геоінформаційного моделювання регіональних екомереж.

Список літератури

1. Forman R. T. T. Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions / R. T. T. Forman. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995. – 632 p.
2. Бобра Т. В. Ландшафтныя границы: подходы к анализу и картографированию / Т. В. Бобра. – Симферополь : Таврия-Плюс, 2005. – 165 с.
3. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М. А. Глазовская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 327 с.
4. Гродзинський М. Д. Ландшафтна екологія: підручник / М. Д. Гродзинський. – К. : Знання, 2014. – 550 с.
5. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтно́ї екології: [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / М. Д. Гродзинський. – К. : Либідь, 1993. – 224 с.
6. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: Монографія. У 2-х т. / М. Д. Гродзинський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – Т.2. – 503 с.
7. Дідух Я. П. Роль річкових долин у розселенні рослин // Етюди фіто екології. – К.: Арістей, 2008. – С. 246-250.
8. Елпатьевский П. В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах / П. В. Елпатьевский. – М. : Наука, 1993. – 253 с.
9. Люри Д. И. Экотон между лесом и степью как мембранная система / Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1989 – № 6. – С. 16-28.
10. Маляренко О. С. Критерії ідентифікації можливих елементів регіональних екологічних мереж для структурно-багатоманітних та антропоізованих територій / О. С. Маляренко // Фізична географія та геоморфологія. – 2014. – Вип. 3 (75). – С. 5-22.
11. Маринич О. М. Фізична географія України: Підручник / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2005. – 511 с.
12. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1975. – 342 с.
13. Самойленко В. М. Географічні інформаційні системи та технології: Підручник / В. М.Самойленко. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 448 с.
14. Самойленко В. М. Геоінформаційне моделювання екомережі: Монографія / В. М.Самойленко, Н. П. Корогода. – К. : Ніка-Центр, 2006. – 224 с.
15. Самойленко В. М. Класифікація меж елементів позиційно-динамічної структури ландшафту / В. М. Самойленко, О. С. Маляренко // Фізична географія та геоморфологія. – 2013. – Вип. 3(71). – С. 62-72.
16. Самойленко В. М. Модельна ідентифікація берегових геосистем: Монографія / В. М. Самойленко, І. О. Діброва. – К.: Ніка-Центр, 2012. – 328 с.
17. Самойленко В. М. Моделювання урболандшафтних басейнових

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

геосистем / В. М. Самойленко, К. О. Верес. – К. : Ніка-Центр, 2007. – 296 с. 18. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Концепция, методы и критерии создания экосети Украины / Ю. Р. Шеляг-Сосонко, М. Д. Гродзинский, В. Д. Романенко. – К. : Фитосоциоцентр, 2004. – 144 с.

Модифікований підхід до типізації основних екомережних елементів регіонального рівня

Малярєнко О. С.

Удосконалено і доповнено типологічні класифікації екомережних ядер та коридорів, розроблено типологічну класифікацію буферних зон. Наведено тлумачення кожного таксону класифікації з необхідними прикладами.

Ключові слова: регіональна екомережа, екомережне ядро, екомережний коридор, буферна зона, типологічна класифікація.

Модифицированный подход к типизации основных экосетевых элементов регионального уровня

Малярєнко А. С.

Усовершенствованно и дополнено типологические классификации экосетевых ядер и коридоров, разработана типологическая классификация буферных зон. Приведены толкования каждого таксона классификации с необходимыми примерами.

Ключевые слова: региональная экосеть, экосетевое ядро, экосетевой коридор, буферная зона, типологическая классификация.

Modified approach to typing ecological network's basic elements of regional level

Malyarenko O. S.

The typological classification of ecological network's cores based on taxa «hyper-class (the relevance to some types and subtypes of plant formations that reflect the physical and geographic zoning, intra-zonal or extra-zonal distribution) – hyper-subclass (genesis and transformation degree) – class (conformity to classes of regional ecological networks possible element's identification criteria) – subclass (conformity to types (subtyped) of regional ecological networks possible element's identification criteria) – group (by belonging to a particular type of biotic spotted LTS)– subgroup (depending on the bio-ecological purpose and donor-acceptor genetic interactions) – type (altitudinal location in relation to the regional erosion's base level) – subtype (the character of landforms combinations) – category (the range of edaphic conditions) – grade (the degree of territoriality (area) by the width) – subgrade (first level of detail) (the type of form) – subgrade (second level of detail) (the complexity of the form) – species (depending on the internal structure and nature of interaction with the landscape's background) – subspecies (depending on boundaries' structural and functional form) – variant (significance for eco-network's territorial structure) – sub-variant (belonging to the structure of interregional ecological network or a combination of such structure or remoteness from it) – kind (current state)» was improved and supplemented.

The typological classification of ecological network's corridors based on taxa «hyper-class ((the relevance to some types and subtypes of plant formations that reflect the physical and geographic zoning, intra-zonal or extra-zonal distribution) – hyper-subclass (genesis and transformation degree) – class (the dominant group of eco-positive natural and socio-economic functions) – subclass (the dominant type (subtype) of eco-positive natural functions) – group (current position and type of surface)– subgroup (type of water-migration regime) – type (the range of edaphic conditions) – category (the degree of territoriality (area) by the width) – subcategory (first level of detail) (depending on structural and functional form) – subcategory (second level of detail) (depending on the structural and geometric features) – subcategory (third level of detail) (the degree of territoriality (area) by the length) – subcategory (forth level of detail) (depending on the connectivity of the diffuse eco-corridors) – grade (the type of form)– species (significance for eco-network's territorial structure) – subspecies (belonging to the structure of interregional ecological network or a combination of such structure or remoteness from it) – variant (current state)) was improved and supplemented.

The typological classification of buffer zones based on taxa «hyper-class (given the current protection object) – class (genesis and transformation degree) – subclass (current position at the reference coordinate system) – group (current structural and functional form and the average width) – subgroup (details of existing signs) – subgroup (first level of detail) (current topology, including the preferred orientation) – type

(current feature that reflects the degree of neighboring geo-systems interactions and communications and determined by the impact of certain horizontal, material and energy flows) – subtype (first level of detail) (details of types' features depending on interactions with certain material and energy flows between neighboring geo-systems) – subtype (second level of detail) (details of 1-st subtypes' features depending on a kind (content) of material and energy flows, including the processes in its own structure) – subtype (third level of detail) (detailing types depending on changes in migratory behavior of species) – category (dominant type of eco-positive functions) – subcategory (first level of detail) (dominant variety of eco-positive functions) – grade (current territorial and temporal variability of location) – species (current state)) was developed. Interpretations and necessary examples of each classification taxon were given.

Promising there will be research aimed at the directed practical implementation of the proposed classifications into regional ecological network's geo-informative modeling process.

Keywords: regional ecological network, ecological network's core, ecological network's corridor, buffer zone, typological classification.

Надійшла до редколегії 12.04.2016

УДК 911.9

Кулініч М.Т.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕКРЕАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ АКВАЛЬНО-ТЕРРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ СЕРЕДЬОГО ПОДНІПРОВ'Я

Ключові слова: аквально-терральний комплекс (АТК), оцінка рекреаційної придатності АТК, Приканівський АТК, Приудайський АТК.

Постановка проблеми. Поверхневі водні об'єкти та їх прибережні території в літню пору року є одними з найпривабливіших місць відпочинку на природі. Проте з упевненістю можна сказати, що не кожен такий аквально-терральний комплекс (АТК) може бути придатним для організації рекреації в його межах. Тому попередньо до того як планувати і проектувати будь-які засоби для організації різних видів рекреаційних занять в межах конкретних АТК, потрібно здійснити технологічну оцінку цих АТК щодо їх рекреаційної придатності для конкретних рекреаційних занять.

Метою роботи є здійснення оцінки рекреаційної придатності аквально-терральних комплексів Середнього Подніпров'я на прикладі Приканівського АТК.

Виклад основного матеріалу. Методику оцінки рекреаційної придатності АТК представлено в роботі «Методика оценки пригодности аквально-терральных комплексов для их использования в целях организации рекреации» [3], а уже безпосередньо в даній статті здійснено апробацію вище зазначеної методики на прикладі Приканівського АТК та Приудайського АТК. Перший є представником аквально-терральних комплексів регіону Середнього Подніпров'я, що знаходяться при водосховищах, а другий - представником аквально-терральних комплексів лівих приток р. Дніпро, з їх широкими і заболоченими долинами.

Приканівський АТК розкинувся на ділянці р. Дніпро від оглядового майданчика поряд з кафе «Мандарин» (вул. Героїв Дніпра, 8) до Тарасової Гори. Довжина досліджуваної ділянки понад 3км. Ширина понад 800м.

В таблиці 1 представлено технологічну оцінку придатності Приканівського АТК для організації в його межах купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку.

Таблиця 1. Оцінка придатності Приканівського АТК для організації в його межах купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку

№ п/п	Критерій	Показник критерія	Ступінь сприятливості	Бал
Блок 1. Рельєф				
1	Характер рельєфу	Сильно горбиста місцевість	Сприятливий	2
2	Різниця відносних висот (правий і лівий берег річки)	100-300	Відносно-сприятливий	1
3	Крутизна схилів, ... ⁰	Більше 10 ⁰	Несприятливий	0
Інтегральний бал по блоку «Рельєф»				1
Блок 2. Водні об'єкти				
1	Берег	Сухий, з крутими схилами, часто обривисті, для освоєння потребує нескладних споруджень для спуску до води	Відносно-сприятливий	1
2	Підходи до води	Відкриті	Сприятливий	2
3	Пляж	Пісок	Сприятливий	2
4	Протяжність мілководь (глибина до 1,2м), м	10-50	Сприятливий	2
5	Дно	Піщане	Сприятливий	2
6	Число днів із середньодобовою температурою води 19-24 ⁰ С у % від 90 днів літа	Більше 70 [2; 4]	Сприятливий	2
7	Швидкість течії, м/с	0,3-1	Відносно-сприятливий	1
8	Максимальна глибина, м	Більше 1,8	Сприятливий	2
9	Ступінь заростання, %	Менше 5	Сприятливий	2
10	Мутність води	Слабомутна	Відносно-сприятливий	1
Інтегральний бал по блоку «Водні об'єкти»				1,7
Блок 3. Рослинний покрив				
1	Тип простору (залісненість)	Напіввідкритий (20-60%)	Сприятливий	2
2	Луки, %	Менше 10	Несприятливий	0
3	Заболоченість, %	Менше 3	Сприятливий	2
4	Розораність, %	Менше 10	Сприятливий	2
Інтегральний бал по блоку «Рослинний покрив»				1,5

№ п/п	Критерій	Показник критерія	Ступінь сприятливості	Бал
Блок 4. Естетичний потенціал				
1	Естетична цінність рельєфу (виходи кристалічних порід, печери, тощо)	Компоненти рельєфу, подібні переліченим в дужках, відсутні	Несприятливий	0
2	Панорамність	Наявність фокусних пунктів, з яких відкриваються широкі і далекі види	Сприятливий	2
3	Унікальність	Зустрічається дуже рідко	Відносно-сприятливий	1
4	Контрастність меж води і суші в АТК	«вода – ліс»	Сприятливий	2
Інтегральний бал по блоку «Естетичний потенціал»				1,25
Блок 5. Техногенні показники [2]			Відносно-сприятливий	1
Інтегральний бал по блоку «Техногенні показники»				1
Інтегральна оцінка придатності АТК для організації в його межах купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку				1,3

Інтегральний бал 1,3 означає, що Приканівський АТК потребує нескладних робіт по його поліпшенню для використання в цілях організації купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку. Особливістю Приканівського АТК є високий показник крутизни схилів в районі підходів до прибережних територій. Це з одного боку є сприятливим фактором розвитку рекреації – естетично збагачує пейзажне різноманіття АТК, а з іншого – несприятливим фактором, адже ускладнює підходи до пляжних ділянок узбережжя. Таким чином, біля пляжів необхідно провести ландшафтну реконструкцію крутосхилих берегів з метою їх вирівнювання на ділянках підходів до пляжів.

В таблиці 2 представлено оцінку придатності Приканівського АТК для організації в його межах рекреаційних занять з використанням технічних плавальних засобів.

Приудайський АТК знаходиться на ділянці р. Удай від с. Велика Круча і до с. Дейманівка, протяжність понад 9 км. Річка Удай - права притока Сули – багата пейзажним різноманіттям берегів, плавнями (водні ділянки протяжністю по 20 і більше км заростей сухого очерету з численними протоками, утворюють справжній лабіринт) і різноманітним рослинним і тваринним світом. Від с. Велика Круча р. Удай широким руслом тече на південний схід до с. Повстин, де повертає на північ і розбивається на протоки. Ширина русла в основному 30 м. Через кожні 20 м поперек русла лежать завалені бобрами дерева.

Таблиця 2 Оцінка придатності Приканівського АТК для організації в його межах рекреаційних занять з використанням технічних плавальних засобів

Вид рекреаційного заняття	Критерій	Показник критерія	Оціночний бал	Придатність водного об'єкту до організації конкретного виду рекреаційного заняття
Гребля на байдарках та веслових човнах	Площа, га	Більше 10	3	Високий рівень придатності
	Довжина, м	Більше 2200	3	
	Ширина, м	Більше 90	3	
	Глибина, м	Більше 3	3	
Інтегральна оцінка			3	
Прогулянки на моторних човнах	Площа, га	Більше 50	3	Високий рівень придатності
	Довжина, м	2000-15000	2	
	Ширина, м	Більше 200	3	
	Глибина, м	Більше 3	3	
Інтегральна оцінка			2,75	
Прогулянковий парусний відпочинок	Площа, га	Більше 100	3	Високий рівень придатності
	Довжина, м	Більше 2500	3	
	Ширина, м	500-2000	2	
	Глибина, м	Більше 2	3	
Інтегральна оцінка			2,75	

В таблиці 3 оцінено придатність Приудайського АТК для організації в його межах купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку.

Таблиця 3. Оцінка придатності Приудайського АТК для організації в його межах купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку

№ п/п	Критерій	Показник критерія	Ступінь сприятливості	Бал
Блок 1. Рельєф				
1	Характер рельєфу	Вирівняна місцевість	Несприятливий	0
2	Різниця відносних висот (правий і лівий берег річки)	Менше 100	Несприятливий	0
3	Крутизна схилів, ... ⁰	0 ⁰ - 5 ⁰	Сприятливий	2
Інтегральний бал по блоку «Рельєф»				0,67
Блок 2. Водні об'єкти				
1	Берег	Сухий, без крутих спусків, придатний для освоєння в природному стані	Сприятливий	2
2	Підходи до води	Закриті зарослями очерету	Несприятливий	0
3	Пляж	Трава	Відносно-сприятливий	1

№ п/п	Критерій	Показник критерія	Ступінь сприятливості	Бал
4	Протяжність мілководь (глибина до 1,2м), м	5-10	Відносно-сприятливий	1
5	Дно	Частіше мулисте, зрідка піщане	Відносно-сприятливий	1
6	Число днів із середньо-добовою температурою води 19-24°C у % від 90 днів літа	40 [1; 4]	Несприятливий	0
7	Швидкість течії, м/с	Менше 0,3	Сприятливий	2
8	Максимальна глибина, м	Більше 1,8	Сприятливий	2
9	Ступінь заростання, %	Більше 10	Несприятливий	0
10	Мутність води	Прозора	Сприятливий	2
Інтегральний бал по блоку «Водні об'єкти»				1,1
Блок 3. Рослинний покрив				
1	Тип простору (залісненість)	Напіввідкритий (20-60%)	Сприятливий	2
2	Луки, %	Більше 20	Сприятливий	2
3	Заболоченість, %	3-5	Відносно-сприятливий	1
4	Розораність, %	10-30	Відносно-сприятливий	1
Інтегральний бал по блоку «Рослинний покрив»				1,5
Блок 4. Естетичний потенціал				
1	Естетична цінність рельєфу (виходи кристалічних порід, печери, тощо)	Компоненти рельєфу, подібні переліченим в дужках, відсутні	Несприятливий	0
2	Панорамність	Відсутність фокусних пунктів	Несприятливий	0
3	Унікальність	Звичайний	Несприятливий	0
4	Контрастність меж води і суші в АТК	Місцями «вода – ліс», місцями «вода – луки»	Відносно-сприятливий	1,5
Інтегральний бал по блоку «Естетичний потенціал»				0,38
Блок 5. Техногенні показники [1]			Відносно-сприятливий	1
Інтегральний бал по блоку «Техногенні показники»				1
Інтегральна оцінка придатності АТК для організації в його межах купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короткочасного відпочинку				0,93

Інтегральний бал 0,93 означає, що Приудайський АТК потребує нескладних робіт по його поліпшенню для використання в цілях організації купально-пляжного відпочинку і загального емоційно-оздоровчого короточасного відпочинку. Оцінюваний АТК характеризується високим рівнем заростання, тому потрібно його прибережні ділянки очистити від очерету. Це зробить відкритими підходи до води і спонукає розвиток купально-пляжного відпочинку в тих місцевостях.

В таблиці 4 представлено оцінку придатності Приудайського АТК для організації в його межах рекреаційних занять з використанням технічних плавальних засобів.

Таблиця 4. Оцінка придатності Приудайського АТК для організації в його межах рекреаційних занять з використанням технічних плавальних засобів

Вид рекреаційного заняття	Критерій	Показник критерія	Оціночний бал	Придатність водного об'єкту до організації конкретного виду рекреаційного заняття
Гребля на байдарках та веслових човнах	Площа, га	Більше 10	3	Середній рівень придатності
	Довжина, м	Більше 2200	3	
	Ширина, м	20-30	1	
	Глибина, м	0,75-3	1,5	
Інтегральна оцінка			2,13	

Зазначимо, що Приудайський АТК не є придатним для організації в його межах прогулянок на моторних човнах (ширина р. Удай на досліджуваній ділянці становить 30м., а мінімальна ширина річки для організації такого виду рекреації повинна становити 50м.), а також не придатний для організації прогулянкового парусного відпочинку (ширина р. Удай на досліджуваній ділянці становить 30м., а мінімальна ширина річки для організації такого виду рекреації повинна становити 200м.).

Висновки. У підсумку можна стверджувати, що обидва оцінювані АТК регіону Середнього Подніпров'я є рекреаційно придатними і можуть називатися аквально-терральними рекреаційними комплексами (АТРК). Разом з тим, вищу рекреаційну цінність серед двох оцінюваних АТРК має Приканівський АТРК. Це пояснюється широким спектром рекреаційних занять, які можна організувати в його межах. Такий же рівень рекреаційної придатності матимуть і всі інші АТРК Середнього Подніпров'я, що знаходяться в межах впливу каскаду Дніпровських водосховищ.

Список літератури

1. Екологічний паспорт Полтавської області (2014р). – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/poltavska/>. 2. Екологічний паспорт Черкаської області (2014р.). – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/cherkaska>. 3. Кулинич М.Т. Методика оценки пригодности аквально-терральных комплексов для их использования в целях организации рекреации» / М.Т. Кулинич, А.Ю. Дмитрук // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы, 2016. - №1. – С. 84-90. 4. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2005. – 511с.

Технологічна оцінка рекреаційної придатності аквально-терральних комплексів Середнього Подніпров'я.

Кулініч М.Т.

В статті представлено технологічну оцінку рекреаційної придатності Приканівського та Приудайського аквально-терральних комплексів (АТК). Технологічна оцінка рекреаційної придатності АТК об'єднала в собі дві шкали – оцінка придатності АТК для купально-пляжного і загального психо-емоційного відпочинку та оцінка придатності АТК для організації в його межах

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)

рекреаційних занять з використанням технічних плавальних засобів, - за критеріями і параметрами яких було оцінено Приканівський та Приудайський АТК. Кожен з двох оцінюваних АТК є репрезентативним представником окремої унікальної групи аквально-терральних комплексів Середнього Подніпров'я.

Ключові слова: аквально-терральний комплекс (АТК), оцінка рекреаційної придатності АТК, Приканівський АТК, Приудайський АТК.

Технологическая оценка рекреационной пригодности аквально-терральных комплексов Среднего Поднепровья.

Кулинич М.Т.

В статье представлено технологическую оценку рекреационной пригодности Приканевського и Приудайського аквально-терральных комплексов (АТК). Технологическая оценка рекреационной пригодности АТК объединила в себе две шкалы - оценка пригодности АТК для купально-пляжного и общего психо-эмоционального отдыха и оценка пригодности АТК для организации в его пределах рекреационных занятий с использованием технических плавательных средств - по критериям и параметрам которых были оценены Приканевський и Приудайський АТК. Каждый из двух оцениваемых АТК является репрезентативным представителем отдельной уникальной группы аквально-терральных комплексов Среднего Поднепровья.

Ключевые слова: аквально-терральний комплекс (АТК), оцінка рекреаційної придатності АТК, Приканевський АТК, Приудайський АТК.

Technological assessment of recreational suitability of aquatic-terrain complexes of the Middle Dnieper region

Kulinich M.

The article is devoted to holding the technological assessment of the recreational suitability of Prykanivskyi and Pryudayskyi aquatic-terrain complexes. Methodic of assessing the recreational suitability of aquatic-terrain complexes includes the collection and inventory of statistical and field data, the allocation of object and subject of valuation, the formation of evaluation criteria and their indicators, justification forms of evaluation representation. Technological assessment of recreational suitability of aquatic-terrain complexes combines two scales - assessment of suitability the aquatic-terrain complexes for bathing-beach holiday and general psycho-emotional rest and also for assessment of suitability aquatic-terrain complex for organizations within it recreational exercises with using technical swimming means, - according to the criteria and parameters whom in the article have been evaluated Prykanivskyi and Pryudayskyi aquatic-terrain complexes. Evaluation criteria of suitability the aquatic-terrain complexes for organizations within them bathing-beach holiday and general psycho-emotional short holiday were grouped into several blocks such as relief, water bodies, vegetation, aesthetic potential, technogenic indicators. To the criteria of assessing the suitability directly the surface water bodies for the organization in their area the recreational exercises with using technical means (boats, kayaks etc.) were included area, length, width and depth of the estimated surface water body. In forming the rating scales were used three-points evaluation system. The integrated score on each block was counted according to a method of average arithmetical. Each of the two evaluated aquatic-terrain complexes is representative of a separate group of unique aquatic-terrain complexes of the Middle Dnieper region.

Keywords: aquatic-terrain complex, evaluating of recreation suitability of aquatic-terrain complexes, Prykanivskyi aquatic-terrain complex, Pryudaiskyi aquatic-terrain complex.

Надійшла до редколегії 15.04.2016

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

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

Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” запланований до чотирьох випусків на рік. Він є міжвідомчим, готується до видання на базі кафедри гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також Комісії з гідрології та гідроекології Українського географічного товариства. Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. він включений до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями “Географічні науки”.

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

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

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

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

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

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

Вступ (*постановка проблеми у загальному вигляді та її зв’язок із важливими науковими чи практичними завданнями*);
Вихідні передумови (*аналіз останніх досліджень і публікацій*);
Формулювання цілей статті, постановка завдання;
Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому науковому напрямі;
Список літератури (7-10 джерел, в т.ч. інтернет-джерел, оформлених згідно з ДСТУ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації...»). Посилання на джерела у тексті подаються у квадратних дужках із зазначенням порядкового номера і використаних сторінок.

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

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

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

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

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

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

До тексту статті додаються **3 анотації** – українською, російською і англійською мовами за схемою: 1) назва статті, прізвище та ініціали автора; 2) короткий текст анотації українською, російською та розширений – англійською (2000 знаків без пробілів); 3) ключові слова (до 5 слів, розділених крапкою з комою).

Крім того, до статті додаються відомості про авторів згідно зразка:

Прізвище, ім'я, по батькові;

Науковий ступінь та вчене звання;

Місце роботи;

Посада;

Службова адреса;

Контактний телефон, E-mail.

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

УДК 551.49

(кегель 12)

Петренко М.І.

(кегель 12, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

(кегель 11, нахилений)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА (кегель 12, напівжирний)

Через інтервал – **Ключові слова:** не більше 5 слів (кегель 11, нахилений)

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

Після тексту через інтервал підзаголовок **"Список літератури"** (кегель 11, напівжирний), а потім власне список за його наявності (також кегль 11). Список літератури має бути оформлений згідно вимог ДСТУ ГОСТ 7.1-2006 та вимог ВАК України («Бюлетень ВАК України», № 3 від 2008).

Після "Списку літератури" через інтервал – анотації українською, російською і англійською мовами: назва статті, прізвище та ініціали автора, короткий текст анотації, ключові слова (усі – кегль 10).

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2016 рік

Том 2 (41)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка –Москаленко С.О.

Підписано до друку 27.05.2016
Формат 60х90/8. Папір офсетний.
Гарнітура Arial. Друк різнограф.
Ум. др. арк. 8,0. Обл.-вид. арк. 8,2.
Наклад 300 прим. Зам. № 52-014.



Видавництво географічної літератури “Обрії”

Свідоцтво Держкомінформ України

ДК № 23 від 30.03.2000 р.

Київ, вул. Старокиївська, 10

Тел.: (096) 882-30-30

e-mail: vgl_obrii@ukr.net

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.2(41)