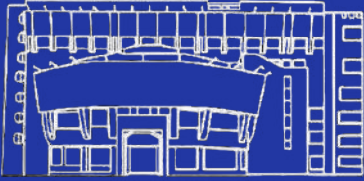


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ГЕОГРАФІЧНИЙ



ФАКУЛЬТЕТ

# МАТЕРІАЛИ

МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ

ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ

РЕЛЬЄФУ, КЛІМАТУ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД:  
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Україна, м. Київ, 2-4 жовтня 2024 р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

# **МАТЕРІАЛИ**

**МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ**

**РЕЛЬЄФУ, КЛІМАТУ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД:  
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

ДО 75-РІЧЧЯ КАФЕДР  
ЗЕМЛЕЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ,  
МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ,  
ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ

**Україна, м. Київ, 2-4 жовтня 2024 р.**

УДК 556.5+551.5:551.58+551.4

Рецензенти:

*С.Ю. Бортник* - доктор географічних наук, професор;  
*В.В. Гребінь* - доктор географічних наук, професор;  
*С.І. Сніжко* - доктор географічних наук, професор;  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

*Рекомендовано до друку Вченою радою географічного факультету  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
(26 вересня 2024 р., протокол № 2)*

**Матеріали міжнародної науково-практичної конференції: Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку (до 75-річчя кафедр КНУТШ: землезнавства та геоморфології; метеорології та кліматології; гідрології та гідроекології). Україна, м. Київ, 2-4 жовтня 2024 р. Київ, 2024. 159 с.**

Наведено тези доповідей, поданих на міжнародну науково-практичну конференцію «Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку», присвяченої 75-річчю кафедри землезнавства та геоморфології, кафедри метеорології та кліматології, кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, які були засновані в 1949 р. Конференція проходила 2-4 жовтня 2024 р. на географічному факультеті університету.

*Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за добір і точність наведених цитат, формул, власних імен та інших відомостей.*

**Materials of the international scientific and practical conference: Natural and geographical studies of relief, climate and surface waters: current state and development prospects (to the 75th anniversary of TSHNUK departments: earth sciences and geomorphology; meteorology and climatology; hydrology and hydroecology). Ukraine, Kyiv, October 2-4, 2024. Kyiv, 2024. 159 p.**

The book contains the abstracts of reports submitted to the international scientific and practical conference "Natural and geographical research of relief, climate and surface waters: current state and development prospects" dedicated to the 75th anniversary of the Department of Earth Science and Geomorphology, Department of Meteorology and Climatology, Department of Hydrology and Hydroecology are given. of the Faculty of Geography of Taras Shevchenko National University of Kyiv, which were founded in 1949. The conference was held on October 2-4, 2024 at the University's Faculty of Geography.

*The authors of the published materials are responsible for the selection and accuracy of the quotations, formulas, proper names and other information.*

## ЗМІСТ

Стор.

### Секція. ГІДРОЛОГІЯ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ – СУЧАСНІ ВИКЛИКИ

<b>Хільчевський В.К., Гребінь В.В.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА: 75-РІЧЧЯ ДІЯЛЬНОСТІ (1949-2024 рр.)	10
<b>Аксюк ОМ., Ланшин В.П., Гончаренко Г.А.</b> <i>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна</i> СУЧАСНИЙ СТАН ВІТЧИЗНЯНОГО ЛАВИНОЗНАВСТВА	13
<b>Багрій І.Д., Мамишев І.Є.</b> <i>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна</i> ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА	14
<b>Гопцій М.В.<sup>1,2</sup>, Бондаренко А.Є.<sup>1</sup></b> <sup>1</sup> <i>Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна</i> <sup>2</sup> <i>Київський національний університет імені Т.Г. Шевченка, м. Київ, Україна</i> ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ТА МІНЛИВОСТІ ВЕСНЯНОГО СТОКУ В БАСЕЙНІ Р. ТЕТЕРІВ	16
<b>Гребінь В.В.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> ВОДОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ (ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ)	18
<b>Даус М.Є.</b> <i>Одеський національний морський університет м. Одеса, Україна</i> ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЇХНІХ ВПЛИВІВ НА СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ХАДЖИДЕР	20
<b>Єрмаков В.В.</b> <i>Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, м. Полтава, Україна</i> ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ РІЧОК ПОЛТАВЩИНИ У ХІХ- НА ПОЧ. ХХ СТ.	22
<b>Забокрицька М.Р.</b> <i>Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна</i> ПРО ТИПІЗАЦІЮ ОЗЕР ШАЦЬКОГО ПООЗЕР'Я, ЗГІДНО ВИМОГ ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	23
<b>Іванова Н.О., Батог С.В., Дубняк С.С.</b> <i>Інститут гідробіології НАН України, м. Київ, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОЇ ТА ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН У Р. ГОРІХУВАТКА В М. КИЄВІ	26
<b>Ігонькін Д.І.</b> <i>Чернівецький Національний Університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна</i> ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИВЧЕНІ РІЧОК НИЖЧИХ ПОРЯДКІВ	28
<b>Косяк Д.С., Самуйлик Л.І.</b> <i>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна</i> ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ БАСЕЙНІВ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПАКЕТІВ ГІС МОДЕЛЮВАННЯ	30
<b>Лета В.В.<sup>1</sup>, Чиняк В.В.<sup>2</sup>, Карабінюк М.М.<sup>2</sup></b> <sup>1</sup> <i>Мукачівський державний університет, м. Мукачеве, Україна</i> <sup>2</sup> <i>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна</i> ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ТУРИЗМУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ЧОРНА ТИСА	32
<b>Лобода Н.С., Розвод М.Р.</b> <i>Одеський Національний Університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна</i>	34

ОСОБЛИВОСТІ КОЛИВАННЯ СТОКУ ТА КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ ЙОГО ФОРМУВАННЯ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ДНІСТЕР НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОРІЧЧЯ	
<b>Лук'янець О.І., Москаленко С.О.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна	36
<b>АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШИХ МАКСИМАЛЬНИХ МОДУЛІВ СТОКУ ВОДИ РІЧОК РІВНИННОЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ</b>	
<b>Лутай Д.В., Кічук Н.С., Кущенко Л.В.</b> Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна	38
<b>ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я В МЕЖАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	
<b>Манукало В.О., Водоласков В.П., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г., Митник Т.Г., Самойленко Н.А.</b> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна	40
<b>СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БАЗИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ПРОГНОЗІВ</b>	
<b>Ободовський О.<sup>1</sup>, Сжаттен Д.<sup>2</sup>, Хабель М.<sup>2</sup>, Бжезінська М.<sup>2</sup>, Лук'янець О.<sup>1</sup></b> <sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка Україна, м. Київ, Україна <sup>2</sup> Університет ім. Казимира Великого в Бидгощі, Польща	42
<b>ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА КОЛИВАНЬ СТОКУ ВОДИ В БАСЕЙНАХ РІЧОК ДНІПРА, ВІСЛИ ТА ОДРИ</b>	
<b>Паланичко О.В.</b> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна	44
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ МАСШТАБІВ ЗАТОПЛЕНЬ ПАВОДКОВИМИ ВОДАМИ В МЕЖАХ ПЕРЕДГІР'Я ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>	
<b>Пасічник М., Бузей О.</b> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна	46
<b>ІННОВАЦІЙНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ У ДОСЛІДЖЕННІ ТА УПРАВЛІННІ МОЛОДИМИ РІЧКОВИМИ ЛАНДШАФТАМИ</b>	
<b>Сарнавський С.П.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна	48
<b>УМОВИ ЖИВЛЕННЯ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА ТА ЇХНІ СУЧАСНІ ЗМІНИ</b>	
<b>Сівасє Д.В., Шакірзанова Ж.Р.</b> Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова, м. Одеса, Україна	50
<b>ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ТЕНДЕНЦІЇ МАКСИМАЛЬНОГО ТАЛО-ДОЩОВОГО СТОКУ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ</b>	
<b>Стельмах В.Ю.</b> Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна	52
<b>АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ УКРАЇНИ</b>	
<b>Yurii Tuchkovenko<sup>1,2</sup>, Dmitro Kushnir<sup>1</sup>, Valeriya Ovcharuk<sup>1</sup></b> <sup>1</sup> Odessa National I.I.Mechnikov University, Odessa, Ukraine <sup>2</sup> Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odessa, Ukraine	54
<b>MODELING THE DISTRIBUTION OF TRANSFORMED WATERS OF THE DNIPRO RIVER IN THE BLACK SEA FOLLOWING THE ARTIFICIAL FLOOD CAUSED BY THE KAKHOVKA DAM DESTRUCTION</b>	
<b>Хільчевський В.К.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна	55
<b>МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ РІЗНИХ ЦІЛЕЙ: ЕВОЛЮЦІЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ В УКРАЇНІ ПРОТЯГОМ 2014-2022 рр.</b>	

<b>Холоденко В.С.</b> Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ УСТЯ	59
<b>Шакірманова Ж.Р., Колеснік А.В.</b> Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова, м. Одеса, Україна ДОСЛІДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ПАВОДКІВ ТЕПЛОГО І ХОЛОДНОГО ПЕРІОДІВ В БАСЕЙНІ Р. ТИСА В МЕЖАХ УКРАЇНИ	61
<b>Шерстюк Н.П.<sup>1</sup>, Хільчевський В.К.<sup>2</sup></b> <sup>1</sup> Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна <sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВНЕСЕННЯ ЗМІН У РЕГЛАМЕНТ СКИДАННЯ ШАХТНИХ ВОД ІЗ СТАВКА БАЛКИ СВИСТУНОВА У РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ	63
<b>Ющенко В.Ю.</b> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗ ДАНИХ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ПРИНЦИПИ І ПРАКТИКА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	65
<b>Ющенко Ю.С.</b> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна РІЧКОВИЙ ГІДРОМОРФОЛОГІЧНИЙ ЛАНДШАФТ	66

**Секція. МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ: ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ**

<b>Сніжко С.І., Шевченко О.Г.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна КАФЕДРИ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА – 75 РОКІВ	68
<b>Балабух В.О., Довгаль Г.П.</b> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ ТА ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ПОГОДИ В УКРАЇНІ У 2023 РОЦІ	75
<b>Балабух В.О., Малицька Л.В., Довгаль Г.П., Ягодинець С.М., Лавриненко О.М.</b> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна ПОВТОРЮВАНІСТЬ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ТА ДИНАМІКА РІЗКИХ ПОХОЛОДАНЬ В УКРАЇНІ	77
<b>Балабух В.О.<sup>1</sup>, Штупун І.М.<sup>2</sup>, Затула В.І.<sup>2</sup></b> <sup>1</sup> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, м. Київ, Україна <sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна ГРОЗОВА ДІЯЛЬНІСТЬ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ, ЯКІ ЇЇ ЗУМОВЛЮЮТЬ	79
<b>Грушевський О.М., Міщенко Н.М., Пишняк Д.В.</b> Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна Національний антарктичний науковий центр, м. Київ, Україна ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ ПОВІТРЯНИХ ЧАСТИНОК НА ФІКСОВАНИХ РІВНЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ СТАТИЧНО УРІВНОВАЖЕНИХ КУЛЬ	81
<b>Dudar T.V., Tymchyshyn M.A.</b> National Aviation University, Kyiv, Ukraine GREENHOUSE GASES CONTENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE	83
<b>Колотухіна А., Сніжко С.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна	85

ЗМІНА ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД		
<b>Корогода Н. П., Купач Т.Г.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i>	АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ ЗОН В ЗАПОБІГАННІ УТВОРЕННЮ ОСТРОВІВ ТЕПЛА В МІСТІ	86
<b>Лев Т.Д.<sup>1</sup>, Яценко Ю.В.<sup>2</sup>, Піскун В.М.<sup>1</sup>, Шедеменко І.П.<sup>1</sup></b> <sup>1</sup> <i>Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Київ, Україна</i> <sup>2</sup> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i>	КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗА ПЕРІОД 2006-2022 РОКІВ	88
<b>Мартазінова В.Ф., Кихтенко Я.В.</b> <i>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна</i>	ОЦІНКА АНОМАЛІЙ МІСЯЧНИХ СУМ ПРЯМОЇ ТА РОЗСІЯНОЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЦИРКУЛЯЦІЇ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ	90
<b>Музика Т.А., Недострелова Л.В.</b> <i>Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна</i>	ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОРІЧНОГО РОЗПОДІЛУ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ТУМАНАМИ НА СТАНЦІЇ ЗВЯГЕЛЬ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПЕРІОД 1993-2022 РР.	91
<b>Олексієнко І.М., Олійник Р.В.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i>	РЕГІОНАЛЬНІ ІНДИКАТОРИ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН	93
<b>Павловська Т. С., Рудик О. В., Нікон О. Є.</b> <i>Волинський національний університет імені Лесі України, м. Луцьк, Україна</i>	ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ТА БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА КІЛЬКОСТІ ДНІВ З НИЗЬКОЮ ВІДНОСНОЮ ВОЛОГІСТЮ ПОВІТРЯ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ ВПРОДОВЖ 2001–2020 РР.	95
<b>Пясецька С.І.<sup>1</sup>, Щеглов О.А.<sup>2</sup></b> <sup>1</sup> <i>Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського, м. Київ, Україна</i> <sup>2</sup> <i>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна</i>	СТАН ПОЛЯ СЕРЕДНЬОЇ КІЛЬКОСТІ ДНІВ ІЗ СНІГОВИМ ПОКРИВОМ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У ЗИМОВІ МІСЯЦЯІ ПРОТЯГОМ ТРИДЦЯТИРІЧЧЯ 1991-2020 рр.	97
<b>Рибченко Л.С., Савчук С.В.</b> <i>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна</i>	СКЛАДОВІ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА 1961-2020 РР.	99
<b>Савенець, М.В., Надточій Л.М.</b> <i>Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна</i>	ЗМІНА ХАРАКТЕРИСТИК АЕРОЗОЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВНАСЛІДОК РАКЕТНИХ УДАРІВ ПО ОБ'ЄКТАМ ПРОМИСЛОВОСТІ	101
<b>S. Snizhko<sup>1</sup>, M. Bertola<sup>2</sup>, E. Porhun<sup>1</sup>, I. Oleksiienko<sup>1</sup>, G. Blöschl<sup>2</sup></b> <sup>1</sup> <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine</i> <sup>2</sup> <i>Vienna University of Technology, Vienna, Austria</i>	DETERMINATION OF THE ROLE OF PRECIPITATION IN THE FORMATION OF THE FLOODS ON THE MOUNTAIN RIVERS OF UKRAINIAN CARPATHIANS IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE (CASE STUDY- RIVER OPIR)	103
<b>Olga Shevchenko<sup>1</sup>, Hanna Lappalainen<sup>2</sup>, Andrii Gozhyk<sup>1</sup>, Sergiy Snizhko<sup>1</sup>, Sergii Zapototskyi<sup>1</sup>, Alexander Mahura<sup>2</sup>, Alexander Baklanov<sup>3</sup>, Laura Riuttanen<sup>2</sup>, Valeriya Ovcharuk<sup>4</sup>, Oleh Shablii<sup>4</sup>, Sergiy Stepanenko<sup>4</sup>, Alexander Markarov<sup>5</sup>, Arsen Aproyan<sup>5</sup>, Yvonne Billimore<sup>6</sup>, and Piritta Puhto<sup>6</sup></b> <sup>1</sup> <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine</i> <sup>2</sup> <i>University of Helsinki, INAR Physics, Helsinki, Finland</i>		105

<sup>3</sup> University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark; <sup>4</sup> Odessa I.I. Mechnikov National University, Odesa, Ukraine <sup>5</sup> Yerevan State University, Yerevan, Armenia <sup>6</sup> Bioart – Bioart Society, Helsinki, Finland CLUVEX PROJECT EXPERIENCE: VIRTUAL EXCHANGES AS A VALUABLE COMPLEMENT TO TRADITIONAL PHYSICAL STUDENTS' MOBILITY IN THE FIELD OF CLIMATE CHANGE RESEARCH	
<b>Шевченко О.Г., Костирко І., Семиліт І.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна ОСОБЛИВОСТІ БІОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ КРИВОГО РОГУ	106
<b>Шпиг В.М., Ціла А.Ю.</b> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ, Україна ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ЗАГАЛЬНОЇ ТА НИЖНЬОЇ ХМАРНОСТІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ВПРОДОВЖ 1981-2020 рр.	108
<b>Яцишен А.О., Мансарлійський В.Ф.</b> Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна МІЖРІВНЕВИЙ ОБМІН У ГРАНИЧНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ ЯК ЧИННИК ЕВОЛЮЦІЇ РАДІАЦІЙНИХ ТУМАНІВ	109
<b>Яцишен А.О., Міщенко Н.М., Грушевський О.М.</b> Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНИХ ПОТОКІВ ТЕПЛА У ГРАНИЧНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ НА ЕВОЛЮЦІЮ РАДІАЦІЙНИХ ТУМАНІВ	110

**Секція. РЕЛЬЄФ ЗЕМЛІ: РІЗНОМАНІТТЯ ФОРМ ТА ІДЕЙ**

<b>Байрак Г.Р.</b> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна ТИПИ СКЕЛЬ БЕСКИДІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	113
<b>Богуцький А.Б.<sup>1</sup>, Томенюк О.М.<sup>1,2</sup></b> <sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна <sup>1,2</sup> Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, м. Львів, Україна УКРАЇНСЬКІ УЧЕНІ – КОРИФЕЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛЕСІВ	115
<b>Бончковський О.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна ГЕОКРІОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПАЛЕОМЕРЗЛОТНИХ СТРУКТУР ВОЛИНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ	118
<b>Бортник С.Ю., Ковтонюк О.В., Погорільчук Н.М.</b> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна РОЗВИТОК ГЕОТУРИСТИЧНОГО НАПРЯМКУ НА ГЕОГРАФІЧНОМУ ФАКУЛЬТЕТІ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА	120
<b>Герасименко Н.П.</b> Національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ДОВКІЛЛЯ У ЛІСОСТЕПУ ТА СТЕПУ УКРАЇНИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА МАТЕРІАЛЬНІ КУЛЬТУРИ ЛЮДИНИ ВІД НЕОЛІТУ ДО СЕРЕДНІХ ВІКІВ	122
<b>Главацький Д.В., Бахмутов В.Г., Шпира В.В., Якухно В.І.</b> Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ, Україна МАГНІТОСТРАТИГРАФІЯ І ПЕТРОМАГНЕТИЗМ ЛЕСОВО-ҐРУНТОВОГО РОЗРІЗУ ДОЛИНСЬКЕ (ПРИЧОРНОМОРСЬКА НИЗОВИНА)	124
<b>Годзінська І.Л., Чев'юк М.Д.</b> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна ВПЛИВ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ТЕРИТОРІЇ НА СУЧАСНІ РИСИ РЕЛЬЄФУ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ (НА ПРИКЛАДІ ПУТИЛЬСЬКОГО НИЗЬКОГІР'Я)	125
<b>Горішний П. М.</b> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна МОРФОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ПОДІЛЬНОСТІ РЕЛЬЄФУ	126



<b>Дубіс Л.Ф., Рибак Н.Б.</b> <i>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна</i> ОСОБЛИВОСТІ МОРФОДИНАМІКИ ВУЗЛІВ ЗЛИТТЯ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІСТРА У МЕЖАХ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИДІВ І ПЕРЕДКАРПАТСЬКОЇ ВИСОЧИНИ	128
<b>Кирилюк С.М.</b> <i>Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна</i> РЕЛЬЄФ РЕГІОНУ PLANUM AUSTRALE, MAPC	130
<b>Iryna Kovalchuk</b> <i>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine</i> ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MILITARY ACTIONS BY THE AGGRESSOR ON THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF UKRAINE	131
<b>Комлєв О.О.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> ГЕОМОРФОГЕНЕЗ І НОВА ПАРАДИГМА ГЕОМОРФОЛОГІЇ	133
<b>Комлєв О.О.<sup>1</sup>, Бортник С. Ю.<sup>1,2</sup>, Коетонюк О.В.<sup>1</sup>, Лаєрук Т.М.<sup>4</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Комлєва М.О.<sup>1</sup></b> <i><sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> <i><sup>2</sup>Jan Kochanowski University of Kielce, Кельце, Польща</i> ОБОРОННА І ВІЙСЬКОВА ТЕМАТИКА КАФЕДРИ ЗЕМЛЕЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ	135
<b>Комлєв О.О.<sup>1</sup>, Бортник С.Ю.<sup>1,2</sup>, Ремезова О.О.<sup>3</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Спиця Р.О.<sup>4</sup>, Жилкін С.В.<sup>4</sup></b> <i><sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> <i><sup>2</sup>Jan Kochanowski University of Kielce, Кельце, Польща</i> <i><sup>3</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна</i> <i><sup>4</sup>Інститут географії НАН України, м. Київ, Україна</i> ПОШУКОВА ГЕОМОРФОЛОГІЯ НА КАФЕДРІ ЗЕМЛЕЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ	137
<b>Комлєв О.О.<sup>1</sup>, Ремезова О.О.<sup>2</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Спиця Р.О.<sup>3</sup>, Філоненко Ю.М.<sup>4</sup>, Жилкін С.В.<sup>3</sup>, Комлєва М.О.<sup>1</sup></b> <i><sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> <i><sup>2</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна</i> <i><sup>3</sup>Інститут географії НАН України, м. Київ, Україна</i> <i><sup>4</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна</i> БУРШТИНОВА ФОРМАЦІЯ УКРАЇНИ (ПРОБЛЕМИ І ЗНАЧЕННЯ БУРШТИНОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ)	139
<b>Комлєв О.О.<sup>1</sup>, Ремезова О.О.<sup>2</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Спиця Р.О.<sup>4</sup>, Філоненко Ю.М.<sup>3</sup>, Жилкін С.В.<sup>4</sup></b> <i><sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> <i><sup>2</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна</i> <i><sup>3</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна</i> <i><sup>4</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна</i> РЕГІОНАЛЬНИЙ МОРФОХРОНОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГЕОМОРФОЛІТОСФЕРИ (ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА)	141
<b>Лаєрук Т.М., Бортник С.Ю.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОРІЗНОМАНІТТЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	142
<b>Матвіїшина Ж.М., Дорошкевич С.П.</b> <i>Інститут географії Національної академії наук України, м. Київ, Україна</i> ВНЕСОК МАКСИМА ФЕДОРОВИЧА ВЕКЛИЧА У РОЗВИТОК ПАЛЕОГЕОГРАФІЇ ТА ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЇ	144
<b>Михайленко О.В.</b> <i>Димерський ліцей №2 Димерської селищної ради, с-ще Димер, Київська обл., Україна</i> ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ЛІТОСФЕРА» В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ГЕОГРАФІЇ 6-ГО КЛАСУ НУШ	146
<b>Підкова О. М.</b> <i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна</i>	148

<b>КЛАСИФІКАЦІЯ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ВОСННИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ</b>	
<b>Томенюк О.М.<sup>1,2</sup>, Богущький А.Б.<sup>1</sup></b> <sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна <sup>2</sup> Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, м. Львів, Україна	150
<b>СВІДЧЕННЯ ПАЛЕОКРОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ У ПЕРИГЛЯЦІАЛЬНІЙ ЛЕСОВО-ҐРУНТОВІЙ СЕРІЇ УКРАЇНИ</b>	
<b>Тютюнник Ю.Г.<sup>1</sup>, Ярков С.В.<sup>2</sup>, Пензін О.А.<sup>3</sup></b> <sup>1</sup> Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна <sup>2</sup> Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна <sup>3</sup> пенсіонер, ветеран праці шахти «Об'єднана», м. Кривий Ріг (Терни), Україна	152
<b>РЕЛЬЄФ-СЛІД ІСТОРИЧНОЇ УРАНОВОЇ ШАХТИ «Д»</b>	
<b>Філоненко Ю.М., Лоханько І.С.</b> Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна	154
<b>ВИВЧЕННЯ ФОРМ РЕЛЬЄФУ СТВОРЕНИХ ЛЮДИНОЮ ТА БІОТОЮ У 6 – 11 КЛАСАХ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.</b>	
<b>Холявчук Д.І.<sup>1,2</sup></b> <sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна <sup>2</sup> Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна	156
<b>ПАЛЕОКЛІМАТ КАРПАТ: КОЛИ РЕЛЬЄФ МАЄ ЗНАЧЕННЯ</b>	
<b>Яцишин А.М., Богущький А.Б., Дмитрук Р.Я.</b> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна	158
<b>РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУКЦІЙ ФЛЮВІАЛЬНИХ МОРФОЛІТОГЕНЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИБЕСКИДСЬКОМУ ПЕРЕДКАРПАТТІ</b>	

## **ГІДРОЛОГІЯ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ – СУЧАСНІ ВИКЛИКИ**

УДК 551.510.04

**Хільчевський В.К., Гребінь В.В.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

### **КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА: 75-РІЧЧЯ ДІЯЛЬНОСТІ (1949-2024 рр.)**

**Створення та трансформація гідрологічної кафедри (1949-2024 рр.).** Історія кафедри гідрології та гідроекології розпочалася у 1949 р., коли на географічному факультеті Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка було створено кафедру гідрології суші. Зумовлено це було потребою у фахівцях-гідрологах для дослідницьких цілей, вишуквальних і проектних робіт, оскільки йшла післявоєнна відбудова економіки тодішнього СРСР. Досліджувалися великі річки країни, на яких згодом будувалися ГЕС, через водні артерії прокладалися мости, газопроводи та нафтопроводи, інші інфраструктурні об'єкти, а в Україні споруджувався дніпровський каскад ГЕС.

В цілому, в історії кафедри, яка за час існування підготувала понад 1500 фахівців-гідрологів і займає чільне місце серед профільних кафедр в Україні, можна виділити три періоди, які відображаються в змінах її назв.

*Перший період (1949-1976 рр.)* - кафедра гідрології суші. Розвивалися дослідження, пов'язані з напрямками наукової діяльності завідувачів кафедри: гідрологічні прогнози – В.О. Назаров; переробка берегів водосховищ – Б.А. Пишкін; гідрологічний режим річок – С.П. Пустовойт.

*Другий період (1976-2002 рр.)* – кафедра гідрології та гідрохімії. В 1976 р. кафедру очолив В.І. Пелешенко – засновник наукової гідрохімічної школи Київського університету. За його ініціативи кафедру перейменовано. Досліджувався взаємозв'язок хімічного складу різних типів природних вод (В.І. Пелешенко); гідрохімічний режим та якість води основних річок України, Шацьких озер, вплив зрошувальних меліорацій – Л.М. Горєв (завідувач кафедри у 1993-1999 рр.) та осушувальних меліорацій (Д.В. Закревський) на хімічний склад природних вод; виконувалися агрогідрохімічні дослідження на експериментальних водозборах водно-балансових станцій у різних природних зонах (В.К. Хільчевський); вивчалася якість води водойм-охолоджувачів АЕС (М.І. Ромась). Розпочалися дослідження руслових процесів на річках (О.Г. Ободовський), гідрохімічних систем (С.І. Сніжко). У цей період співробітниками кафедри було захищено 4 докторські дисертації (В.І. Пелешенко, 1981 р.; Л.М. Горєв, 1986 р.; Д.В. Закревський, 1992 р.; В.К. Хільчевський, 1996 р.). У 2000 р. кафедру гідрології та гідрохімії очолив професор В.К. Хільчевський.

*Третій період (від 2002 р.)* – кафедра гідрології та гідроекології. У 2002 р. кафедру гідрології та гідрохімії перейменовано на кафедру гідрології та гідроекології. Це пов'язано з тим, що з 2000-х рр. на кафедрі розширюються дослідження з гідрології та гідрохімії, пов'язані з гідроекологічною проблематикою. Виконуються дослідження з управління водними ресурсами, пов'язані з положеннями Водної рамкової директиви ЄС та інших водоохоронних європейських директив, які згодом (від 2014 р.) імплементуються в Україні. Викладачами кафедри у цей період захищено також 4 докторські дисертації (О.Г. Ободовський, 2002 р.; С.І. Сніжко, 2002 р.; М.І. Ромась, 2004 р.; В.В. Гребінь, 2011 р.). У 2019 р. завідувачем кафедри гідрології та гідроекології став професор В.В. Гребінь.

**Завідувачі кафедри (1949-2024 рр.):** В.О. Назаров (1949-1961 рр.); Б.А. Пишкін (1962-1967 рр.); С.П. Пустовойт (1967-1976 рр.); В.І. Пелешенко (1976-1993 рр.); Л.М. Горєв (1993-1999 рр.); В.К. Хільчевський (2000-2019 рр.); В.В. Гребінь (від 2019 р.).

**Викладацький склад кафедри (2024-2025 н.р.):** В.В. Гребінь – завідувач кафедри, доктор географічних наук, професор; В.К. Хільчевський – доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України; О.Г. Ободовський – доктор географічних наук, професор; М.В. Гопцій – кандидатка географічних наук, доцентка; С.О. Москаленко – кандидат географічних наук, асистент.

Для забезпечення навчального процесу погодинно залучаються науковці Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України: доктор географічних наук, професор Л.О. Горбачова, кандидатка географічних наук О.О. Ухань, доктори філософії з наук про Землю Г.В. Больбот, О.В. Лободзінський та Інституту гідробіології НАН України – кандидат географічних наук С.С. Дубняк.

**Підготовка кафедрою фахівців за освітніми програмами (від 2016 р.).** У зв'язку з прийняттям постанови Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2015 року №266 «Про затвердження переліку галузей знань та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» "Гідрологія" перестала бути спеціальністю. Як освітня програма вона увійшла до спеціальності 103 «Науки про Землю». Перший набір кафедрою студентів на 1 курс на освітню програму (ОП) «Гідрологія» за спеціальністю 103 «Науки про Землю» відбувся у 2016 р. У наступні роки тривала робота над удосконаленням методичного наповнення ОП.

Зараз підготовка фахівців на кафедрі гідрології та гідроекології здійснюється за двома ОП: «Управління та екологія водних ресурсів» (бакалаври); «Гідрологія та інтегроване управління водними ресурсами» (магістри). У 2023 р. відбулася акредитаційна експертиза обох ОП, яку проводили експертні групи Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти (НАЗЯВО). НАЗЯВО ухвалило рішення – акредитувати обидві освітні програми і видало сертифікати зі строком дії до 2028 р.

#### **Наукові дослідження на кафедрі за останнє десятиліття**

У 2013 р. професори В.В. Гребінь та В.К. Хільчевський спільно з вченими Вінницького національного політехнічного університету і фахівцями Держводагентства України розробили «Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу». Було запропоновано схему гідрографічного районування, яка передбачає виділення 9 районів річкових басейнів на території України, як основних гідрографічних одиниць водного менеджменту. Верховна Рада України 4 жовтня 2016 р. на законодавчому рівні затвердила цю схему районування з внесенням новацій до Водного кодексу України.

Завідувач кафедри, проф. В.В. Гребінь є співавтором (разом із фахівцями Держводагентства України) «Порядку розроблення водогосподарських балансів», затвердженого Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 26 січня 2017 р.

Проф. В.В. Гребінь брав участь у виконанні міжнародних проєктів: OSCE Project “Зміна клімату та безпека в басейні річки Дністер”, 2014-2016 рр.; EU project “Підтримка України в наближенні до екологічного надбання ЄС”, 2016-2017 рр.; OSCE Project “Розробити сценарії майбутнього попиту на воду та зміни клімату, змодельовані в басейні річки Дністер”, 2018-2019 рр.; UNECE Project «Розробка методики розрахунку водогосподарського балансу водних об'єктів республіки Таджикистан», 2020-2021 рр.

Протягом 2014-2020 рр. під керівництвом професора О.Г. Ободовського в науково-дослідному секторі гідроекології та гідрохімії розроблялася наукова тематика пов'язана з гідроекологічною оцінкою енергетичного потенціалу річок України. Також в рамках співпраці проф. О.Г. Ободовського з інститутом географії (кафедра ревіталізації водних доріг) університету Казимира Великого (м. Бидгощ, Польща) реалізовано міжнародний проєкт FLUMEN (2014-2018 рр.) «Флювіальні процеси та динаміка відкладів у річкових системах: вплив соціально-економічних та кліматичних змін на характеристики річкових систем».

У 2017 р. В.К. Хільчевський у складі авторського колективу українських вчених став лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки. Було відзначено цикл наукових праць «Оцінка, прогнозування та оптимізація стану водних екосистем України».

Протягом 2018-2022 рр. В.К. Хільчевський брав участь у міжнародному науковому англійськомовному видавничому проєкті ООН зі створення та публікації «Енциклопедії цілей сталого розвитку ООН», який реалізовує видавництво Springer (Швейцарія). Він, як співавтор, працював над розділом «Глобальні водні ресурси: попит і пропозиція» для тому ЦСР-6 «Чиста вода і санітарія». Книжкова версія 6-го тому вийшла в 2022 р.

#### **Виклики, зумовлені російською агресією проти України (від 24 лютого 2022 р.)**

У 2024 р. В.К. Хільчевський брав участь у міжнародному науковому проєкті ERA «New water pipelines» («Нові водоводи») в рамках напрямку «Діяльність із забезпечення економічної стабільності», що фінансується Агентством США з міжнародного розвитку (US AID). Виконавець: DAI Global LLC. Виконувалася науково-технічна оцінка наслідків впливу нового водозабору, що проектувався для спорудження на р. Інгулець на компоненти довкілля, що

пов'язано із забезпеченням водопостачання м. Кривий Ріг у зв'язку з руйнуванням інфраструктури під час російсько-української війни.

Також протягом 2022-2023 рр. В.К. Хільчевський одноосібно та у співавторстві з В.В. Гребенем опублікували низку наукових праць, в яких аналізується вплив російсько-української війни на стан річкових басейнів України.

#### **Ініціативи кафедри**

- У 1993 р. за ініціативою кафедри гідрології та гідрохімії в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка було створено спеціалізовану вчену раду із захисту докторських дисертацій за спеціальностями 11.00.07 – «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» та 11.00.09 – «Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія» (1993-2018 рр.). Голови спецради: 1993-2003 рр. – В.І. Пелешенко; 2003-2018 рр. – В.К. Хільчевський. За період 1993-2018 рр. у спецраді представниками 14 установ України захищено: всього 105 дисертацій (82 дисертації – з гідрології); 18 – докторських (16 – з гідрології); 87 – кандидатських (66 – з гідрології).

- У 2000 р. в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка було засновано фаховий періодичний науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (головний редактор В.К. Хільчевський). Станом на 2024 р. вийшло 72 випуски збірника.

- Від 2001 р. кафедра гідрології та гідроекології започаткувала систематичне проведення Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології». Відбулося сім наукових форумів з цією назвою в різних містах України: I - Київ (2001 р.); II - Київ (2003 р.); III - Київ (2006 р.); IV - Луганськ (2009 р.); V - Чернівці (2011 р.); VI - Дніпро (2014 р.); VII - Київ (2018 р.).

- На кафедрі гідрології та гідроекології започатковано підготовку фахівців за ОП: «Управління та екологія водних ресурсів» (бакалаври) – 2020 р.; «Гідрологія та інтегроване управління водними ресурсами» (магістри) – 2021 р.

- Від 2021 р. у зв'язку із запровадженням нових ОП на кафедрі розпочалася програма з підготовки та видання навчальних посібників, які відповідають вимогам нових освітніх компонентів. Було видано низку навчальних посібників, які є оригінальними на теренах України в цій сфері:

- «Проектування, інженерно-біотехнічне впорядкування та експлуатація водоохоронних зон водних об'єктів» (за ред. О.В. Петрученка, В.В. Гребеня, В.К. Хільчевського, А.І. Томільцевої. 2021); «Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води» (Хільчевський В.К., Гребінь В.В., 2022); «Гідрографія та водні ресурси Європи» (Хільчевський В.К., 2023); «Гідроекологічні аспекти водопостачання та водовідведення» (Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р., Стельмах В.Ю., 2023); «Управління річковими басейнами» (Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р., 2024); «Управління транскордонними водними ресурсами» (Хільчевський В.К., 2024).

- У 2023 р. за ініціативи кафедри землезнавства та геоморфології і кафедри гідрології та гідроекології в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка створено спеціалізовану вчену раду із захисту докторських дисертацій за спеціальностями 11.00.04 «Геоморфологія та палеогеографія» і 11.00.07 – «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія». Затверджено наказом МОН від 27.04.2023 р. №49, термін дії – до 27.04.2026 р. Голова ради – професор С.Ю. Бортник, заступник голови – професор В.В. Гребінь.

#### **Список використаної літератури**

1. Гребінь В.В. Про наукову школу гідрохімії та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. № 3(30). С. 112-116.

2. Хільчевський В.К. Кафедра гідрології і гідрохімії: освіта і наука. К.: Ніка-Центр, 2001. 22 с. 21.

3. Хільчевський В.К. Кафедра гідрології та гідроекології Київського університету імені Тараса Шевченка – 70 років підготовки кадрів та наукових досліджень (1949-2019 рр.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 1(52). С. 6-35.

4. Хільчевський В.К. Національній гідрометеорологічній службі в Україні 100 років: роль випускників-гідрологів Київського університету імені Тараса Шевченка в її діяльності. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 2(60). С. 49-73.

5. Хільчевський В.К., Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Ободовський О.Г., Гребінь В.В., Шакірзанова Ж.Р., Ющенко Ю.С., Шерстюк Н.П., Овчарук В.А. Університетська гідрологічна наука в Україні та перспективи подальшого її розвитку. Гідрометеорологічний журнал. 2017. № 19. С. 90-105.

6. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Кафедра гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка – 70 років діяльності. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 3(54). С. 19-21.

УДК 551.322+681.327.8

Аксюк ОМ., Ланшин В.П., Гончаренко Г.А.

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

## СУЧАСНИЙ СТАН ВІТЧИЗНЯНОГО ЛАВИНОЗНАВСТВА

**Вступ.** Основу лавиноутворення складають три основні стадії: виникнення лавини, її рух та лавинні відкладення. Перша стадія зумовлена складною взаємодією відкладеного на схилі снігу з метеорологічними явищами, формами рельєфу в зоні зародження та фізико-механічними процесами в товщі снігу. Вивченням цих процесів опікується лавинознавство. Лавинознавство є галуззю снігознавства, що вивчає будову, механізми формування і сходження лавин, а також засоби попередження снігових лавин та боротьби з ними, досліджує умови нестабільності (нестійкості) снігового покриву на схилі, фактори лавинної небезпеки та причини її виникнення, вплив снігових лавин на довкілля.

Систематичне вивчення снігових лавин у гірських районах України започатковано з 1965 р. у зв'язку з підготовкою дрібномасштабних карт лавинонебезпечних територій СРСР спочатку шляхом збирання відомостей про лавини, а пізніше і спеціальних обстежень.

Перші дослідження проводилися Київською гідрометеорологічною обсерваторією (під керівництвом М.М. Айзенберга та К.Л. Михайлової), а потім сніголавинним загonom Карпатської (пізніше Української) експедиції по вивченню стихійних гідрометеорологічних явищ УкрНДГМІ за безпосередньої участі та під керівництвом В.Ф. Грищенка.

В Українських Карпатах спостереження за сніговим покривом виконуються на мережі станцій і постів Державної гідрометеослужби та на гірських снігомірних маршрутах, а за сходженням снігових лавин – спеціалізованими сніголавинними станціями Пожежевська і Плай. Окрім цього, такі спостереження впродовж понад 35 років виконувались експедиціями сніголавинного загону Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту та епізодично – Київською гідрографічною партією Центральної геофізичної обсерваторії.

Станом на зараз провідною науковою установою в Україні у сфері гідрометеорологічної діяльності є Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України (УкрГМІ), який виконує дослідження снігових лавин в рамках планових трирічних науково-дослідних робіт. Сучасне лавинознавство поділяється на три основні напрямки – теоретичне, інженерне і географічне. До провідних завдань цих напрямків слід віднести з'ясування закономірностей територіального поширення снігових лавин та їх режиму, пов'язаних із особливостями лавиноутворювальних природних чинників за різних фізико-географічних умов. Територіальне оцінювання пов'язане з визначенням меж поширення снігових лавин та їх параметрів, на основі яких визначається ступінь лавинної небезпеки (щільність мережі лавинних осередків, межі дії лавин, частота їх сходження в одному ЛО, об'єми лавин). Оцінювання сніголавинного режиму гірських територій здійснюється за такими показниками: генетичний тип лавин, повторюваність лавинонебезпечних ситуацій, тривалість лавинонебезпечних періодів, внутрішньорічний розподіл лавин та їх багаторічні зміни.

*Метою цієї доповіді* є представлення напрацювань УкрГМІ (УкрНДГМІ – стара назва) в зазначеній галузі за останні 25 років, а також завдань на період до 2026 року включно.

**Виклад основного матеріалу.** Впродовж останніх 25 років фахівцями відділу гідрологічних досліджень УкрГМІ у тісній співпраці з працівниками УкрГМЦ, ЦГО ім. Бориса Срезневського, Львівського РЦГМ, Закарпатського, Івано-Франківського, Черновицького центрів з гідрометеорології та Карпатської ГМО було розгорнуто напрацювання та введення в дію комплексу спеціалізованих заходів з розроблення, апробації та запровадження до оперативного використання наукових розробок УкрГМІ із застосуванням міжнародних досягнень в галузі лавинознавства. Саме в цей період відбувся плавний перехід до застосування Європейської шкали лавинної небезпеки та Міжнародної класифікації сезонного снігу на ґрунті [7-10]. У цей період через інтенсивне освоєння гірських територій України, особливо у сфері туризму, гірського спорту, лісорозробок, прокладення різного виду продуктопроводів тощо, почала зростати потреба у відомостях про лавини та лавинну безпеку території. Необхідний обсяг інформації, на цей час, не був достатньою мірою забезпечений. Згідно із планами НДР та ДКР Держгідромету України в УкрНДГМІ були виконані роботи по складанню "Каталогу лавинних осередків у горах України" [1].

Дослідження виконувались на основі тривалих рядів спостережень та відомостей про сніг та снігові лавини від організацій державної системи гідрометеорологічних спостережень України, зокрема сніголавинних станцій Пожежевська та Плай; гідрометеорологічних постів

гірських районів, матеріалів зимово-весняних обстежень па місцях сходження лавин. Більшість лавинних осередків обстежена наземними роботами. Широко використаний картографічний аналіз, дані аеровізуальних обстежень та відомості, зібрані у організаціях лісового господарства, рятувальної служби, залізниці та комунікацій. Таким чином, для території Українських Карпат було описано 785 ЛО. Попередні роботи спонукали до необхідності проведення поглиблених додаткових досліджень снігового покриву і лавин. В результаті виконаних робіт були складені: «Довідник зі снігового покриву в горах України (Карпати, Крим)» [2] та «Кадастр лавин України (Карпати, Крим)» [3]. Ці роботи містять оновлений довідковий і картографічний матеріал щодо основних характеристик снігового покриву та лавин. Також в роботах представлені районування режимів снігового покриву і лавиноутворення. В основу районувань покладено басейновий принцип. Два види районування Українських Карпат: за режимом снігового покриву – 10 районів; за режимом лавиноутворення – 21 район. Завершальними напрацюваннями цього етапу досліджень є створення «Інформаційно-аналітичної системи "Стратиграфія та фізико-механічні властивості снігового покриву"»[4]. Ця ІАС відповідає світовим аналогам і призначена для багаторівневого опрацювання, зберігання, візуалізації характеристик снігового покриву та оцінювання стану стабільності товщі снігу на схилах при складанні сніголавинних попереджень. Вперше в Україні складено електронний «Атлас снігових лавин Українських Карпат». Атлас тематичний і призначений для наукових, географічних та рекреаційних досліджень території з огляду на сніго- і лавинознавство. Атлас містить: 17 карт, 22 тексти, 38 фото, 8 таблиць та 6 навчальних відео. На картах нанесено 1616 лавинних осередків [5]. У 2023 році виконано удосконалення методів прогнозування лавин свіжого, хуртовинного та мокрого снігу. Для лавин цих типів снігу скориговано прогностичні графіки і демаркаційні криві. Для підвищення ефективності прогнозування лавин свіжого та хуртовинного снігу введено третю змінну *-градієнт температури на поверхні снігу (5<sup>0</sup>)* [6].

#### Список використаної літератури

1. Каталог лавинних осередків гірських районів України. Звіт про НДР (1999) // УкрНДГМІ; № ДР 0198U005274 Київ, 1999. 144 с. 2. Грищенко В.Ф Аксюк О.М., Гончаренко Г.А. Довідник зі снігового покриву в горах України (Карпати, Крим) [Електронний ресурс] // Київ, УкрНДГМІ, 2013. 218 с. Режим доступу до довідника: <http://uhmi.org.ua/pub/>. 3. Грищенко В.Ф Аксюк О.М., Гончаренко Г.А. Кадастр лавин України (Карпати, Крим) [Електронний ресурс] // Київ, УкрНДГМІ, 2014. 238 с. Режим доступу до Кадастру: <http://uhmi.org.ua/dep/hydro/>. 4. Oleksandr Aksiuk , Pavlo Poperechnyi, Hanna Goncharenko Development of the Information-analytical system "Stratigraphy and physical-mechanical properties of the snowpack" // XXVII conference of the Danubian countries on hydrological forecasting and hydrological bases of water management: 26-28 September 2017, Golden Sands, Bulgaria. Electronic book with full papers from XXVII Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. 26-28 September 2017, Golden Sands, Bulgaria. P. 223-233. 5. Розроблення Атласу снігових лавин Українських Карпат. Звіт про НДР (2019) // УкрГМІ; № д.р. 0117U004407, Київ, 2019. 42 с. 6. Аксюк О.М., Ланшин В.П., Гончаренко Г.А. Сніголавинне прогнозування в гірських районах України (Карпати). Методичні рекомендації. // Український гідрометеорологічний центр, Київ, 2023. 41 с. 7. Положення про сніголавинне забезпечення в Українських Карпатах // Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2017 13 с. 8. КД 52.5.4.02-07 Настанова гідрологічним станціям і постам. Випуск 14. Сніголавинні спостереження і методи сніголавинного забезпечення. Київ: Держгідромет, 2007, 74 с. 9. The International Classification for Seasonal Snow on the Ground IHP-VII Technical Documents in Hydrology N° 83 | IACS Contribution N° 1, UNESCO Working Series SC-2009/WS/15, UNESCO, Paris, 2009, - 90 p. 10. The European Danger Scale with recommendations [Електронний ресурс] <http://www.avalanches.org>

УДК 628.13-021.58(282.247.32:477.72)]-043.96

Багрій І.Д., Мамишев І.Є.

*Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна*

## ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

В 60-х роках ХХ ст. почався інтенсивний розвиток традиційних галузей економіки південних регіонів України: водопостачання, гірничо-видобувна, металургійна, ядерна, паливна, гідроенергетична сільськогосподарська галузі. Цей найкрупніший енергетично-сировинний центр потребував значних водних ресурсів, тому створена надзвичайно потужна природно-гідрологічна система Дніпровського каскаду в Україні, що за своєю унікальністю та природно-техногенними компонентами практично не має аналогів на теренах Європи.

Інтенсивний розвиток на початковому етапі експлуатаційно – гідротехнічних можливостей спровокував низку процесів зміни гідрологічного, гідрогеологічного режиму: відбулося засолення ґрунтів, підтоплення, зміни морфоструктурних планів та трансформація берегів, умов існування біоти та рослинного покриву.

Багато дискусій відбувалось серед фахівців-екологів та представників інших природних спеціальностей щодо екологічних змін в навколишньому середовищі Каховського водосховища. Але, як довели дослідження, середовище не тільки адаптувалося до гідро-біо-кліматичних умов, а й утворився надзвичайно широкий, потужний, різноманітний спектр кліматичного та біо-різноманіття. За участі гідрологів створена надпотужна система акумуляції природних вод.

Проведені дослідження прогнозних змін довкілля, як довела багаторічна практика експлуатації Дніпровського каскаду, з кожним роком не тільки підтверджували прогнозні розрахунки, а й вносили суттєві корективи у функціонування потужної гідро-еко-геосистеми практично у всіх галузях.

Крім того, потрібно зауважити, що при відновленні (з впровадженням наукового обґрунтування зрошувального виробництва в жорстких кліматичних умовах) південь України став найпотужнішим сільськогосподарським регіоном з виробництва зернових (в тому числі і рису) та овочівництва.

Малодоказовими є міркування, що з'являються останнім часом, щодо неможливості відновлення Каховського водосховища, що ґрунтується на негативних екологічних змінах в процесі відновлення ГЕС.

Висновки фахівців в галузі гідрології, гідротехніки, логістичної інфраструктури наступні: неможливість природного відновлення водно-енергетичних систем може поставити державу на межу екологічного та економічного колапсу в південних районах України.

На користь концепції відновлення водосховища свідчить вся гідросистема каскаду Київського, Канівського, Кременчуцького, Кам'янського та Дніпровського водосховищ, до яких впадають найбільш повноводні притоки (Прип'ять, Десна, лівобережні притоки ДДЗ – Удай, Сула, Ворскла та інші) та майже безпроточність Каховського водосховища, особливо, в маловодні роки (*зона розташування Каховського водосховища рис.*).

Без взаємофункціонування розташованих вище водосховищ Дніпровського каскаду, понизов'я річки Дніпро, за відсутності на сучасному етапі кліматичних змін, система зазнає суттєвої гідроекологічної деградації. Найважливіше, що частина житлових районів Дніпровської, Запорізької та Херсонської області, водозабори яких наповнені за рахунок поверхневих вод, уже зараз відчують нестачу питної води. Важливим аргументом є безпечність функціонування найбільшої в Європі атомної електростанції – Запорізької АЕС (ЗАЕС), що потребує значних обсягів циркуляції для скиду зворотних вод та може залишитися без технічних ставків-охолоджувачів.

Підсумовуючи вище зазначене, зауважимо, що найбільшого негативного впливу в цілому зазнає, питне та промислове водопостачання, логістична інфраструктура та сільське господарство (рисові чеки та овочівництво) півдня України.

В період відновлювання пропонується в комплексі з місцевими органами самоврядування впровадити процес проведення науково-дослідних робіт щодо можливого використання в сільському господарстві значних запасів сапропелевих відкладів – найефективнішого екологічного добрива, що принесе місцевим бюджетам значних коштів для власних потреб.

Насправді, у кожному втручанні людини в природу можна знайти багато загроз і ризиків для умов існування людини та біоти і, приховавши цивілізаційні перспективи та переваги, поставити хрест на корисному проєкті будівництва чи розробці прогресивної технології. Особливо вміло використовують такі підходи

ворогуючі країни для гальмування економічного розвитку та послаблення суперника і що було впроваджено безпрецедентними діями російськими руйнівниками сформованого природного комплексу. Головною кінцевою метою при підриві споруди передбачалось в першу чергу природно-екологічного, енергетично-промислового вузла досягти повної деградації, а враховуючи природні умови сьогодення залишити багатомільйонні селітебні регіони без головного елемента виживання – питної води.

Очевидно, прийняття виважених рішень в таких ситуаціях потребує не емоцій високопрофесійних фахівців, а спеціальної підготовки та знань багатьох природничих наук, в першу чергу гідрології, гідротехніки та інших напрямлених водогосподарських проблем.

У зв'язку із складністю проблеми водних конфліктів та фейків в Україні необхідно залучати фахівців, що добре орієнтуються в питаннях формування водних ресурсів, водопостачання, екології, логістики та енергетики, а також представників місцевих влад, що несуть важкий тягар нагальних екологічних та економічних проблем.



УДК 556.5

Гопцій М.В.<sup>1,2</sup>, Бондаренко А.Є.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Одеський національний університет імені І.І. Мечникова; м. Одеса, Україна

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Т.Г. Шевченка; м. Київ, Україна

## ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ТА МІНЛИВОСТІ ВЕСНЯНОГО СТОКУ В БАСЕЙНІ Р. ТЕТЕРІВ

Досліджуваний водозбір р. Тетерів розташований в географічній зоні мішаних лісів України на Придніпровській височині й Поліссі, площа басейну 15300 км<sup>2</sup>, а довжина 385 км Права притока Дніпра (впадає в Київське водосховище). Ґрунтовий покрив представлений в основному дерновими Ґрунтами на більшості території, лучними вздовж русла річок та чорноземами у верхів'ї Тетерева. В свою чергу рослинний покрив – це хвойні та широколистяні ліси і заплавні луки вздовж русел річок.

Характер водного режиму річок в більшій мірі визначається особливостями весняного водопілля, його тривалістю і відсотковим відношенням у річному стоці, що обумовлюється типом живлення.

Річки досліджуваного басейну мають змішане живлення з переважанням талих вод.

За даними по 1965 року весняний стік у багатоводні роки складав 70-80% річного стоку, у середні по водності роки – 60-70% та у маловодні – 50-60%.

На території басейну р. Тетерів діє 7 гідрологічних постів з площами водозборів 208 км<sup>2</sup> (р. Ірша - смт Володарськ-Волинський) до 12400 км<sup>2</sup> (р. Тетерів - смт Іванків). Середня висота водозборів 200-280м, залісеність 5-20%, а заболоченість до 2%.

Маємо що для найбільших витрат води весняного водопілля значущу до зменшення тенденцію у величинах, окрім р. Тетерів – смт Іванків. Для рядів шарів стоку незначущий тренд мають р. Тетерів-сmt Іванків та р. Ірша-сmt Володарськ-Волинський, на всіх інших відмічається від'ємний тренд для величин шарів стоку.

Використовуючи метод моментів та метод найбільшої правдоподібності визначені статистичні параметри часових рядів спостереження по максимальному стоку, а саме для найбільших витрат води та шарів стоку весняного водопілля для водозборів в басейні р. Тетерів за даними по 2020 р., включно.

Середня максимальна витрата води змінюється від 11,3 м<sup>3</sup>/с (р. Тетерів – с.Троща) до 202 м<sup>3</sup>/с (р. Тетерів - м. Житомир), а у модулях від 0,015 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) р. Тетерів-сmt Іванків до 0,087 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) р. Ірша-сmt Володарськ-Волинський. Коефіцієнт варіації коливаються у межах 0,89-1,37, а середнє співвідношення Cs/Cv =2.0.

Похибка середнього багаторічного складає 12,7 % при діапазоні 9,5-15,8 %, що не перевищує допустиму похибку для максимального стоку до 20%. Похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 8,8%.

Середній шар стоку весняного водопілля коливається від 30 мм (р. Гуйва-с.Городківка) до 48 мм (р. Ірша-сmt Володарськ-Волинський), при коефіцієнтах варіації 0,49-0,80 та співвідношенні Cs/Cv =2.0

Похибка середнього багаторічного складає 8,3 % , а похибка коефіцієнтів варіації в середньому складає 7,3%, що також не перевищують допустимі похибки.

Весняні водопілля на річках України формуються при снігозапасах, близьких або більших за норму, добре зволоженому. Кліматичні зміни, що відбуваються впродовж останніх десятиліть, суттєво вплинули на характеристики весняного водопілля річок України. Передусім, це стосується термінів проходження водопілля та її величин максимальної витрати води та шарів стоку.

Представляє інтерес детально дослідити міжрічну мінливість характеристик максимального стоку весняного водопілля на річках басейну р. Тетерів.

На рис. 1 приведена графік міжрічної мінливості стоку повені (% від стоку за рік) для р. Тетерів – с. Троща за весь період спостережень. Стік за повінь коливалася у великому діапазоні від 8 % до 69%, а 5 років повінь не була виражена. При цьому, середній відсоток весняного стоку - 38% за 68 річний період спостережень. Відмічається від'ємний значущий тренд, тобто у найближчі роки відсоток стоку за повінь може бути ще менший. А це свідчить про те що у зимовий період не буде відбуватися накопичення снігу, який би формував значний відсоток весняного стоку

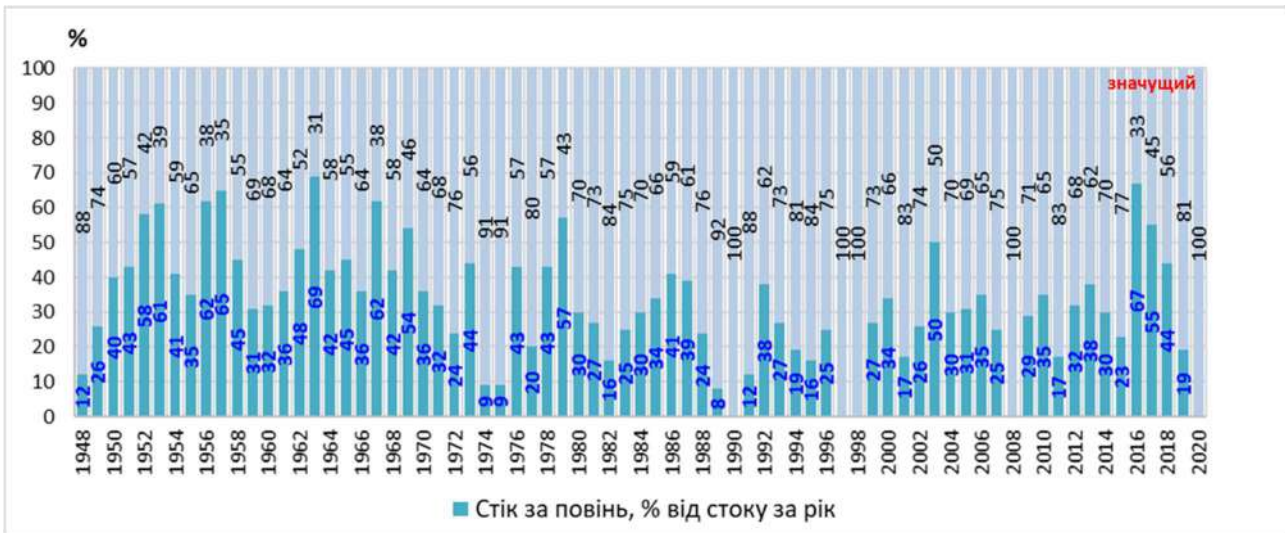


Рис. 1. Міжрічна мінливість стоку повені ( % від стоку за рік) на прикладі р. Тетерів - с. Троща (площа водозбору 227км<sup>2</sup>, період спостережень 1948–2020рр.)

Усі сім розглянутих водозборів, окрім р. Тетерів – смт Іванків, мають значущі тренди до зменшення відсотку повені від величини річного стоку. У смт Іванків є водосховище, що виконує регулюючу функцію, саме тому тренд і не значущий.

На рис. 2 наведено зведений графік мінливості стоку повені у відсотках від річного стоку.

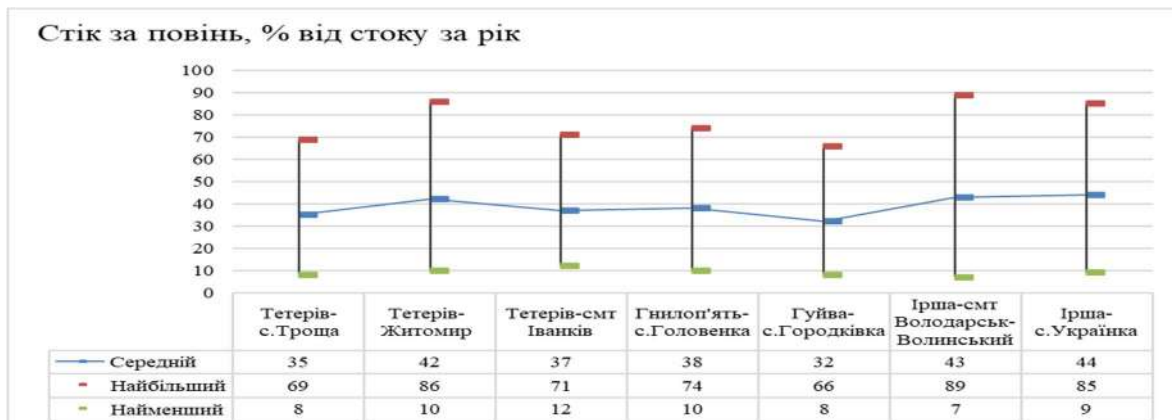


Рис.2. Зведений графік мінливості стоку за повені (% від стоку за рік) на річках басейну р. Тетерів

В середньому за сучасними даними в період весняної повені формується 32-44% на річках басейну р. Тетерів при діапазоні коливання 7-89% та середній тривалості повені 39-60 діб (рис. 3) з діапазоном коливань 12-108 діб.

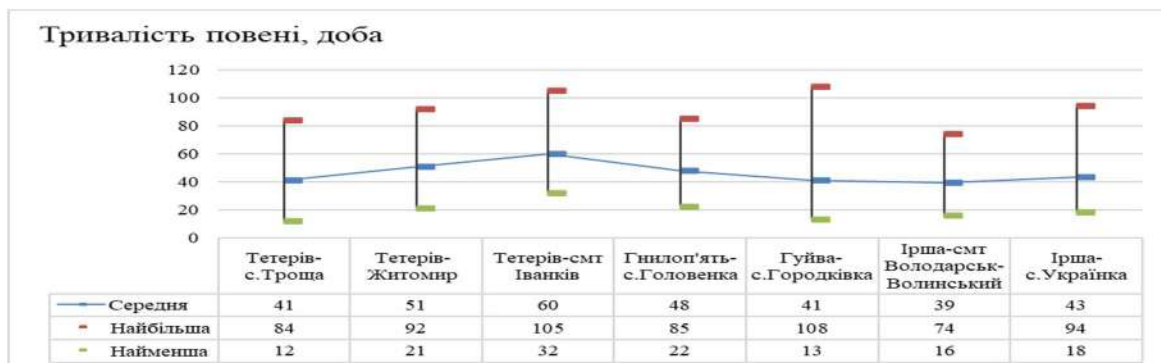


Рис.3. Тривалість повені на річках басейну р. Тетерів, діб

Таким чином, виконано оцінку величини весняного стоку та проведено аналіз його мінливості за сучасних умов формування стоку на водозборах басейну р. Тетерів.

УДК 556.5

Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

## ВОДОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ (ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ)

Війна рф проти України стала загрозою для забезпечення водної безпеки України, створює нові глобальні ризики, порушуючи базові права людини та вражаючи всі сфери життя та діяльності населення країни. Ведення активних бойових дій на значній території України є невідворотнім фактором ураження її водогосподарського комплексу. Одним з проявів впливу зазначеного фактору є зміни обсягів водокористування, що відбулися в Україні впродовж останніх років.

Загалом забір води із природних водних об'єктів в Україні невпинно падав з 1990-х рр. (табл.1). Максимуму було досягнуто в 1990 р., коли із природних водних об'єктів було забрано 35,6 км<sup>3</sup> води. У 2000 р. забір води скоротився у 1,9 рази порівняно з «рекордним» 1990 р. У 2010 р. водозабір скоротився у 2,4 рази, а 2013 р. – у 2,6 рази [1].

Таблиця 1. Забір води із природних водних об'єктів і загальне водовідведення в Україні протягом 1990–2023 рр., км<sup>3</sup> (складено за даними Держводагентства України)

Забір / Водовід- ведення	Рік									
	1990	2000	2010	2013	2014*	2019*	2020*	2021*	2022**	2023**
Забір води з водних об'єктів	35,6	18,3	14,8	13,6	11,5	11,1	9,95	8,9	4,9	5,7
Використано прісної води	26,8	12,2	8,9	9,3	8,1	7,3	7,2	6,2	3,4	3,6
Загальне водовідведення	22,4	11,0	8,1	7,7	6,6	6,1	5,3	4,8	3,1	3,3
Скинуто стічних вод	19,4	9,2	7,0	6,7	6,0	5,3	5,1	4,7	3,0	3,2

Примітка: \* – інформація без включення даних по тимчасово окупованій території АР Крим та частини зони проведення операції Об'єднаних сил; \*\* - інформація без включення даних по тимчасово окупованій території України.

Зменшення обсягів забору води з водних об'єктів впродовж 1990-2013 рр. було обумовлено скороченням обсягів промислового та сільськогосподарського виробництва. Скорочення використання води у промисловості відбулося за рахунок зменшення кількості підприємств і водоємності продукції; у сільському господарстві — внаслідок зниження витрат територіальному та галузевому води на зрошення.

Подальше скорочення обсягів водозабору та використання прісної води в Україні пов'язано з окупацією території АР Крим (припинення подачі води Північно-Кримським каналом) та окремих районів Донецької та Луганської областей в 2014 р. Власний негативний відбиток на динаміку обсягів водокористування в країні мали карантинні заходи, пов'язані з епідемією вірусу COVID-19 (2020-2021 рр.), що чітко прослідковується за даними табл.1.

Але період від початку повномасштабного вторгнення рф на територію України (2022-2023 рр.) характеризується найбільш негативною динамікою обсягів використання водних ресурсів країни. Найбільше падіння обсягів відбулося у 2022 р., що, ймовірно, пов'язано із тимчасовою окупацією окремих регіонів країни (частини Київської, Чернігівської, Сумської, Харківської, Херсонської областей), які було згодом звільнено впродовж 2022 р. Зупинимось детальніше на територіальній та галузевій структурах водокористування в Україні у воєнні 2022-2023 рр. у порівнянні із передвоєним 2021 р.

На офіційному сайті Державного агентства водних ресурсів України [2] наведено дані звітності 2ТП-водгосп за 2021-2023 рр. по восьми районам річкових басейнів (РРБ) України, виділених згідно схеми її гідрографічного районування [3]. Район басейну річок Криму від 2014 р. є тимчасово окупованою територією та не надає звітності по водокористуванню.

Аналіз опублікованих на сайті даних свідчить, що впродовж 2022-2023 рр. відбулося зниження обсягів забору води з водних об'єктів по трьом районам річкових басейнів з восьми (РРБ Дніпра – на 39%; РРБ Дону – на 62%; РРБ річок Приазов'я – перебуває в стані тимчасової

окупації та не надає відомостей щодо обсягів використання води впродовж 2022-2023 рр.). Стабільними протягом 2021-2023 рр. лишилися обсяги водокористування в межах РРБ Дністра, Вісли, Південного Бугу. Позитивна динаміка за вказаний період відзначена для двох РРБ: Дунаю – на 21% та річок Причорномор'я – на 61%.

Обсяги забору води з водних об'єктів скоротилися практично по всіх областях (за винятком Київської), частини яких перебували, або перебувають на сьогодні в зоні тимчасової окупації: Херсонська – зменшення на 98%; Запорізька – на 85%; Донецька – на 77%; Харківська – на 39%; Чернігівська – на 33%; Сумська – на 15%.

Відбулося скорочення обсягів використання свіжої води основними галузями господарського комплексу: У 2023 р. сільськогосподарська галузь скоротила споживання свіжої води (порівняно з 2021 р.) на 80%; промисловість – на 38%; скорочення споживання свіжої води на питні та санітарно-гігієнічні потреби становило за два воєнні роки 25%. До речі, скорочення обсягів оборотного, повторного та послідовного використання води (переважно у промисловості) склало майже 45%. Такі нерівномірні обсяги скорочень для окремих галузей економіки призвели до певної зміни структури водокористування в Україні (рис.1).

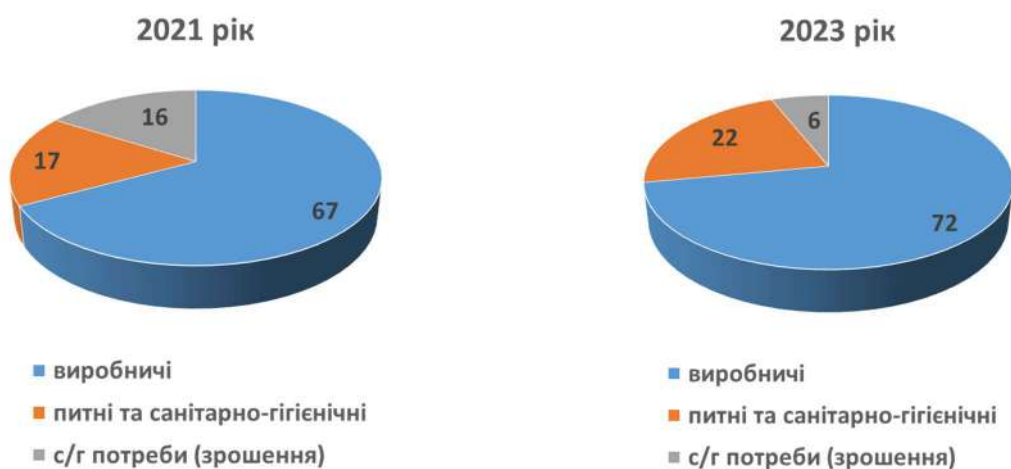


Рис.1. Структура водокористування в Україні (за даними Держводагентства України)

Відповідно до зменшення обсягів використання води галузями господарського комплексу відбулося скорочення обсягів скинутих у поверхневі водні об'єкти зворотних (стічних) вод. За період 2021-2023 рр. скорочення становило 32%. Відбулося зниження обсягів скинутих у поверхневі водні об'єкти зворотних (стічних) вод по шести районам річкових басейнів з восьми (РРБ Дніпра – на 23%; РРБ Дунаю – на 23%; РРБ Південного Бугу – на 17%; РРБ Дону – на 28%; РРБ річок Причорномор'я – на 33%; РРБ річок Приазов'я – перебуває в стані тимчасової окупації та не надає відомостей щодо обсягів використання води впродовж 2022-2023 рр.). Стабільними протягом 2021-2023 рр. лишилися обсяги скинутих стічних вод в межах РРБ Дністра та Вісли.

У поверхневі водні об'єкти скинуто на 31% менше забруднених стічних вод та на 24% менше зворотних (стічних) вод нормативно очищених.

Безповоротне водоспоживання за 2021-2023 рр. зменшилося на 41% - від 4189 млн. м<sup>3</sup> до 2469 млн м<sup>3</sup>.

#### Список використаної літератури

1. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Управління річковими басейнами: навч. посібник. К. ДІА, 2024. 236 с.
2. Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://davr.gov.ua/derzhavnij-oblik-vodokoristuvannya>.
3. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Деякі аспекти щодо стану території районів річкових басейнів та моніторингу вод під час вторгнення Росії в Україну (2022 р.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2022. № 3(65). С. 6-14.

УДК 504:556

Даус М.Є.

Одеський національний морський університет, м. Одеса, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЇХНІХ ВПЛИВІВ НА СТАН ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ ХАДЖИДЕР

В аналітичному звіті про базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України [1] відзначено, що південний регіон, куди відноситься і Одеська область, є найменш забезпеченим ресурсами поверхневих вод в Україні. Отже, кожна річка у цьому регіоні буквально «на вагу золота». Саме тому постійна комісія Одеської обласної ради з питань екології, природокористування, запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації їх наслідків зазначила, що р. Хаджидер знаходиться у занедбаному стані, підтримала звернення депутатів Одеської облради до Міністра захисту довкілля та природних ресурсів щодо вивчення екологічного стану, вирішення проблем та сприяння ревіталізації річки Хаджидер. Річка Хаджидер включена як один із пунктів діагностичного моніторингу по басейну річок Причорномор'я за критеріями транскордонні води та антропогенний вплив (точкові джерела забруднення, зокрема, скиди стічних вод, або дифузні джерела забруднення). Важливо, що пункт спостереження Хаджидер – с. Сергіївка пов'язаний із попередньою програмою моніторингу якості води та необхідний для відстеження багаторічних змін якості води.

Річка Хаджидер належить до басейну Чорного моря. Річка бере початок біля с. Слободзія (Республіка Молдова). Протікає територією Одеської області, впадає в озеро Хаджидер, що є частиною Тузлівських лиманів. Довжина річки 78 км, площа водозбору 894 км<sup>2</sup> (за класифікацією Водного Кодексу України річка відноситься до малих), залісеність 4,4%, заболоченість 15%, розораність 66,8%. Норма річкового стоку складає 8,46 млн.м<sup>3</sup>, стік маловодного року забезпеченістю 75% становить 2,44 млн.м<sup>3</sup>, середньорічна витрата – 0,27 м<sup>3</sup>/с. Річка має одну притоку довжиною 46 км (р. Каплань).

Природний режим цих річок спотворений регулюючою дією гребель і забором води на зрошення, а на пригирловій ділянці – явищами згону-нагону з боку оз. Хаджидер. Споруджені 3 водосховища (Крутоярівське, Хаджидерське, Русько-Іванівське) та 7 ставків (Чистоводненські, Крутоярівські), які відносяться до категорії об'єктів загальнодержавного значення. Призначення об'єктів – рибицтво, зрошення. Деякі водойми перебувають в незадовільному стані. Освоєність басейну річки висока. У його межах розташовано 21 село. На території басейну проживає приблизно 26,83 тис. осіб. Найбільш великими промисловими підприємствами є агропромисловий комбінат «Дністровський». Сільськогосподарська освоєність басейну становить 83,6%. Стан окремих факторів природного середовища та спрямованість процесів, які в ньому проходять, обумовлюють загальну екологічну обстановку в басейні, яка в даний час оцінюється як несприятлива [2]. Великою проблемою з точки зору погіршення якості води у басейні є скидання забруднених стічних вод. За даними регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017-2020 роках (табл. 1) видно, що з річки та її притоків систематично забирається вода для господарсько-побутових потреб, але повертається у меншій кількості та гіршої якості [2].

Таблиця 1. Забір, використання та відведення води в річку Хаджидер

Рік	Забрано води із природних водних об'єктів (всього), млн. м <sup>3</sup>	Використано води, млн. м <sup>3</sup>	Водовідведення в річку Хаджидер	
			Всього, млн. м <sup>3</sup>	З них забруднених зворотних вод, млн. м <sup>3</sup>
2015	0,600	0,600	0,282	-
2016	-	-	0,003	-
2017	0,406	0,406	0,225	-
2018	0,489	0,489	0,009	-
2019	0,449	0,449	0,002	0,002
2020	*	*	0,002	-

Одним із основних забруднювачів є ТОВ «Інфокс», КП «Білгород-Дністровськводоканал». Тільки 60 % підприємств, які здійснюють скидання стічних вод у поверхневі водні об'єкти, мають затверджені проекти норм гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин. У регіональних доповідях [2] відмічається, що багато очисних споруд та каналізаційних мереж були побудовані у 70-80 роках минулого століття, на сьогодні вони морально застарілі і не відповідають сучасним вимогам.

З метою впровадження задач співробітництва ЄС та України в сфері охорони природного навколишнього середовища й у відповідності до пункту 2 частини другої статті 132 Водного кодексу України, пункту 6 постанови Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. № 336 були розроблені «Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод». Критерієм оцінки основних антропогенних навантажень на стан поверхневих вод або масивів поверхневих вод (МПВ) є визначення ризику недосягнення екологічних цілей. В залежності від якісних або кількісних показників антропогенних навантажень виділено 3 категорії наслідків антропогенного впливу: «без ризику»; «можливо під ризиком»; «під ризиком» [3]. Результати оцінки основних антропогенних навантажень та їхніх впливів є основою для розроблення та виконання програми заходів для досягнення екологічних цілей.

Оскільки річка Хаджидер є транзитною річкою (проходить через територію Молдови та України), то визначення основних антропогенних навантажень та їх вплив на екологічний стан річки і можливість одержання доброго екологічного статусу є дуже важливим для складання програми моніторингу. Наявність водосховищ та ставків вказує на можливість існування ризику недосягнення екологічних цілей через порушення неперервності потоку (існування дамб) та зміни гідрологічного режиму (регулювання стоку водосховищами). Тому у створі р.Хаджидер –с. Сергіївка об'єкт відноситься до другої категорії «можливо під ризиком». Для установлення ризику недосягнення екологічних цілей при моніторингу стану МПВ критичні значення хімічних та фізико-хімічних показників для МПВ малих річок [3] порівнювалися із фактичними у створі р. Хаджидер – с. Сергіївка за період спостережень 2003-2018 роки (табл.2). Перевищення граничних значень (для розчиненого кисню – зниження) показників ставить МПВ під ризик недосягнення екологічних цілей.

**Таблиця 2. Оцінка ризику недосягнення екологічних цілей для хімічних та фізико-хімічних показників у створі р. Хаджидер – с. Сергіївка (\* - 10% процентиль, \*\* - 90% процентиль, \*\*\* - середнє значення)**

Вид показника	Оксиген* (% насичення)	БСК <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> **	NH <sub>4</sub> ***	PO <sub>4</sub> ***	pH
Критичні значення	75	5	0,40	0,15	0,20	6,5-8,5
Фактичні значення	40	8,84	0,03	0,59	0,35	7,8
Висновок	є ризик	є ризик	без ризику	є ризик	є ризик	без ризику

За даними спостережень оцінювалась частота появи різних рівнів забруднення [4]: «дуже чисті» - 3,3 %, «чисті» - 13,1% , «помірно забруднені» - 24,6%, «забруднені» - 13,1 %, «брудні» - 45,9 %. Екологічний стан водного об'єкту, оцінений за БСК<sub>5</sub>, коливається від стадії зворотних змін до стадії незворотних змін. Оцінка якості води за показником БСК<sub>5</sub> відображає лише вплив легкорозчинних органічних речовин. Також є «ризик недосягнення екологічних цілей» через недостатнє насичення води киснем та забруднення вод амонієм і фосфатами. Згідно із положеннями Водної рамкової директиви установлений ризик недосягнення екологічних цілей через значне антропогенне навантаження у створі р. Хаджидер – с. Сергіївка.

#### Список використаної літератури

1. Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля» (період: 2018 - січень 2019). Київ, 2019. 117с. [https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research\\_report\\_publishing-dec-2019.pdf](https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf)

2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017-2020 рр. Інтернет ресурс: [www.menr.gov.ua](http://www.menr.gov.ua)

3. Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод / Вихрист С., Мудра К., Осійський Е., та ін. Держводагенство 2018. 21 с.

4. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Методика еколого-водохозяйственной оценки водных объектов. Монография. Москва: ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. 162 с.

УДК Л 911.3. 627: 94 (477.53)

**Єрмаков В.В.**

*Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка,  
м. Полтава, Україна*

## **ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ РІЧОК ПОЛТАВЩИНИ У ХІХ- НА ПОЧ. ХХ СТ.**

Річкова мережа Полтавщини має досить давню історію господарського освоєння та використання, оскільки дана територія активно заселялася і освоювалася у період пізнього середньовіччя та ранньомодерний час. Вивчення цих питань є складовою частиною ретроспективних аспектів економіки природокористування [2].

У процесі заселення та господарського освоєння краю відбувалися зміни у ландшафтній структурі території, поступово скорочувалася частка широколистяно-лісових ділянок. Із межирічних просторів вони залишалися переважно у річкових долинах і заплавах, а в межах останніх подальше зведення деревної рослинності призводило появи рухомих пісків, які засипали не лише селянські поля і городи, але й цілі селища, особливо у заплаві Дніпра.

Відмінності в умовах господарювання поміщицьких та селянських господарств знаходили свій прояв не лише у структурі посівних площ під різними культурами, співвідношенні між ними, але й у характері природокористування, визначаючи загалом нераціональний його тип, пов'язаний із малоземеллям. Це призводило до суцільної трансформації природних комплексів і активним знищенням залишків природних рослинних угруповань у тому числі в межах багатьох ділянок річкових долин, що відбулося і на загальному екологічному стані окремих ландшафтних комплексів.

Матеріали загальнодержавних та місцевих земських статистичних досліджень, які проводилися у другій половині ХІХ ст., дають можливість дослідити особливості господарського використання земельних угідь різного типу та географічного розташування, зокрема визначити і місце річок у загальній системі господарювання.

Починаючи з ХVІІ-ХVІІІ ст. річки Полтавщини, як басейни річок лівобережжя Середнього Дніпра, почали активно використовуватися для будівництва водяних млинів і крупорушок, що належали різним суспільним станам. Вже у ХІХ ст. на значних ділянках течії цих річок були побудовані штучні плотини й загати, які істотним чином почали трансформувати природну течію річок, роблячи їх непридатними для будь-якого судноплавства (при цьому більш давні історичні документи та археологічні знахідки дають підстави вважати наявність човнового судноплавства по Ворсклі, Пслу та Сулі).

Рибальство як промислове заняття відіграло певну роль лише в окремих місцевостях, що були розташовані переважно у прибережній смузі Дніпра та його приток. У решті місцевостей рибальство слугувало для задоволення власних потреб у харчуванні. Негативний вплив на розвиток рибальства мали нераціональні способи вилову риби, а також забруднення річок викидами заводів, забруднення внаслідок практики побутового відбілювання полотна та кустарною вимочкою льону у процесі виготовлення лляних тканин. Це призводило до скорочення рибних ресурсів у внутрішніх водоймах краю. Через суцільну освоєність території Полтавщини у пореформену епоху рибальство, як і мисливство відігравали другорядне, споживче значення.

Однією із провідних галузей промисловості, що отримали розвиток на території Полтавщини у пореформений період, було гуральництво. Останнє виступало як приклад успішного пристосування господарства поміщицьких маєтків до капіталістичних умов. Ще з середини ХІХ ст. за умов вузькості внутрішнього ринку (наявність схожої продукції у сусідніх регіонах), відсутності удосконалених шляхів сполучення та транспортних засобів (розвиток конкуренції експортно орієнтованого зернового господарства Півдня з дешевими морськими комунікаціями) відбувалося нагромадження значних залишків зерна. Тому лише розвиток технічних виробництв у поміщицьких маєтках міг гарантувати компенсацію втрат від зменшення дохідності зернового господарства, що відобразилося у зміні товарної форми зерна у вигляді переробки його на горілку та спирт.

Економічна значущість зазначених питань, що опосередковано вплинула на напрямки використання річкової мережі краю, може бути підтверджена архівними документами, які стосувалися розробки проекту побудови водного каналу для зручності і здешевлення транспортування зерна. Так, на початку ХІХ ст., за дорученням центральних відомств, на території новоствореної Полтавської губернії працював титулярний радник, геодезист А. Горський. Метою його роботи було дослідження умов судноплавства на основних річках Полтавщини та визначення можливих місць з'єднання русел цих річок штучним каналом із басейном Дніпра. Результати його роботи, вміщені у спеціальному звіті, свідчать про вкрай складні умови навігації на згаданих річках на більшості відрізків їхньої течії, в основному, через маловодність та велику кількість загат селянськими та козацькими млинами. Проте дослідником було визначено напрямок майбутньої траси каналу та можливі місця його перетину з лівими притоками Дніпра. З боку Сули цей канал пропонувалося розпочати від району містечка Сенчі, використовуючи річище лівої притоки Сули – Артополота, далі через систему балок до з'єднання з Хоролом. Від нього також системою балок до правої притоки Псла – Груні (впадає у Псел біля Гадяча). Далі по Пслу до с. Баранівки, місця впадіння у Псел лівої притоки - Грунь-Ташані. У її річищі пропонувалося здійснити знімання траси каналу на предмет з'єднання його із Ворсклою на ділянці від Диканьки до Опішні [2]. Проте до реалізації цього проекту справа не дійшла, що було пов'язано як із приватними економічними інтересами, так і складними зовнішньополітичними питаннями через війну 1812 р.

Отже, особливості господарського використання річок Полтавщини у ХІХ-на поч. ХХ ст. відображало загальний рівень розвитку продуктивних сил та відповідало економічній структурі території у даний період.

#### Список використаних джерел:

1. Державний архів Полтавської області. Ф. 83. Оп. 3. Спр. 11. Арк. 48-51.
2. Джаман М. О., Єрмаков В. В. Ретроспективні аспекти економіки природокористування (на прикладі Полтавського регіону). *Раціональне природокористування – важлива умова ноосферного розвитку України. Матеріали V-го Пленуму Спілки економістів України та Всеукраїнської науково-практичної конференції*. За загальною редакцією В. В. Оскольського. Київ, 2011. С. 175-183.

УДК 551.5; 061.1

**Забокрицька М. Р.**

*Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна*

#### **ПРО ТИПІЗАЦІЮ ОЗЕР ШАЦЬКОГО ПООЗЕР'Я, ЗГІДНО ВИМОГ ВОДНОЇ РАМКОВОЇ ДИРЕКТИВИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ**

Шацькі озера, що розташовані в межиріччі Західного Бугу і Прип'яті (у заболочених місцевостях Верхньоприп'ятської низовини), мають карстове походження і є унікальним природним комплексом Волинського Полісся України. Серед корінних порід переважає крейда



й мергель верхньокрейдового віку, що зумовлює інтенсивний розвиток карсту. Цьому сприяють також атмосферні опади і підземні води, які циркулюють по тріщинах і утворюють численні висхідні джерела в озерах.

На території Шацького Поозер'я нараховується 28 озер із загальною площею близько 61,31 км<sup>2</sup>, об'ємом водної маси 312,8 млн. м<sup>3</sup>. В межах території Шацького національного природного парку знаходиться 23 озера. Площа озер коливається від 0,01 км<sup>2</sup> до 26,21 км<sup>2</sup>.

Сучасні морфометричні характеристики Шацьких озер встановлювали через проведення їхньої типізації, яка виконувалася згідно вимог Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС) [5], за адаптованою в Україні методикою визначення масивів поверхневих та підземних вод [3]. Опрацьовувалися наступні параметри озер: площа водного дзеркала; середня глибина; розташування по висоті місцевості; тип геологічних порід, які залягають на даній місцевості.

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

Виконана типізація Шацьких озер за площею водного дзеркала згідно вимог ВРД ЄС показала, що тут немає «дуже великих» озер, а є 2 «великих» озера (Світязь і Пулемецьке), 6 – «середніх», 5 – «малих», 15 – «дуже малих». Тобто «дуже малі» – становлять 53 % (табл. 1).

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

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

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

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

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

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

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

Виконана комплексна типізація Шацьких озер згідно [3] за гідрографічними ознаками (площа водного дзеркала, висота водозбору, середня глибина, поширення геологічних порід) дозволила виділити 5 типів озер: 1) великі озера за площею на низовині середньої глибини в

силікатних породах (всього 2 – Світязь, Пулемецьке); 2) середні озера за площею на низовині середньої глибини в силікатних породах (всього 2 – Люцимер, Пісочне); 3) середні озера за площею на низовині мілкі за глибиною на силікатних породах (всього 4 – Луки, Острів'янське, Перемут, Кримне); 4) малі озера за площею на низовині мілкі за глибиною на силікатних породах (всього 5 – Чорне Велике, Соминець, Чорне Male, Карасинець, Озерце); 5) дуже малі озера за площею на низовині мілкі за глибиною на органічних породах (всього 15 – Велике Піщанське, Мошне, Прибич, Довге, Климівське, Кругле, Линовець, Герасимове, Ритець, Звединка, Навраття, Олешно, Плотиччя, П'явочне, Male Піщанське).

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

Таблиця 3. Морфометричні характеристики великих, середніх і малих озер Шацької поозер'я

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

Такі озера перебувають на стадії зникнення, що потребує використання технічних засобів для відновлення та підтримки їхньої стійкості. Частка таких озер становить 50 % (наприклад, П'явочне, Озерце, Навраття, Кругле, Довге, Герасимове, Климівське, Male Піщанське та ін.). Вони вже втратили природний стан і рекреаційно-туристське значення [1].

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

#### Список використаної літератури

1. Ільїн Л.В. Лімнокомплекси Українського Полісся. Т.2. Регіональні особливості та оптимізація. Луцьк. Вежа. 2008. 400 с.
2. Ільїн Л.В., Пасічник М.П. Озерні родовища сапропелю Шацького адміністративного району Волинської області. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. 2017. 1(14). С. 42-45.
3. Методика визначення масивів поверхневих та підземних вод. Київ. Міністерство екології та природних ресурсів України. 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0287-19>.
4. Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р. Основні аспекти морфометрії та гідрохімії Шацьких озер. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. К. 2020. № 3(58). С. 92-100.
5. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L 327 P. 1-73.

УДК 504.4.054:556.51+574

Іванова Н.О., Батог С.В., Дубняк С.С.

*Інститут гідробіології НАН України, м. Київ, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОЇ ТА ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН У Р. ГОРІХУВАТКА В М. КИЄВІ**

Урбанізація впливає на водний режим та особливості функціонування екосистем водних об'єктів на території міста. Активна забудова міського простору призвела до того, що більшість малих річок м. Києва є частково каналізованими. Тобто природній стан їх екосистем порушено не тільки змінами на водозборі, а й власне зміною гідроморфологічних умов річки. Навіть у випадку збереження умовно природного стану, прибережна зона та власне водний об'єкт зазнають надмірного рекреаційного навантаження.

Однією з найдовших річок правобережної частини м. Київ є р. Либідь довжиною 16,1 км з площею водозбору 66,2 км<sup>2</sup>, більше 80% якого урбанізовано [2]. Саме ця річка є одним із шляхів надходження забруднювальних речовин до р. Дніпро, так як її стік переважно формується зливовою каналізацією та промислово-побутовими стічними водами, що відрізняються зокрема й високим вмістом завислих речовин [2, 3]. Водночас більшість приток Либеді закуті в колектори, але р. Горіхуватка (Оріховатка), яка є останньою значною правою притокою Либеді, після свого початку в колекторі від вулиці Васильківська, виходить на денну поверхню у Голосіївському парку за Голосіївським проспектом. Тут облаштовано 4 (раніше 5) Горіхуватських ставків, після чого (біля дитячої поліклініки по вул. Голосіївська) річка знов опиняється в колекторі діаметром 1,2 м, по якому власне тече до впадіння в Либідь біля вул. Саперно-Слобідська. Загальна довжина Горіхуватки складає біля 4,6 км, з яких 2,5 км потік знаходиться під землею.

Більш детальну еколого-гідрологічну характеристику ставків на Горіхуватці надано в нашій попередній роботі [1], а в даному випадку хочемо зупинитись на розгляді питання динаміки завислих у воді речовин (ЗР) на різних ділянках річки та впливові природніх й антропогенних умов на їх склад. В даному дослідженні ділянку верхнього в каскаді ставка, який наразі повністю занесений наносами і заріс деревною рослинністю, вважаємо річковою ділянкою № к-1, далі ставок №1(2), ставок № 2(3), річкова ділянка № 2-3, ставок № 3(4), річкова ділянка № 3-4, ставок №4(5). В дужках позначаємо нумерацію ставків, якою керувались в попередній роботі. Дослідження проводились протягом весни-літа 2023-2024 рр. Кількість ЗР визначали методом фільтрації із використанням беззольних фільтрів за різницею між масою порожнього та фільтра із зависсю, просушеного в сушильній шафі. Для визначення співвідношення органічної та мінеральної частин зависі фільтри прожарювали у закритих фарфорових тиглях при температурі 450-550 °С. Рівень освітлення на місці визначали за допомогою люксметра WT81B-EN-00.

За весь період спостережень кількість ЗР змінювалась у межах від 3,53 до 57,4 мг/дм<sup>3</sup>. Цікаво, що обидва граничні значення спостерігались на різних станціях у липні 2023 р. На Горіхуватці вміст завислих речовин у воді змінюється як на різних ділянках, так і в часі. Під час спостережень показник в середньому був більший для ставків, ніж для річкових ділянок. Та якщо навесні (квітень-травень) він переважав у 1,1-1,3 рази, то влітку (червень-липень) – в 2,1-2,5 рази, окрім періоду (менше доби) після зливи наприкінці червня 2024 р (переважання в 1,2 рази). Збільшенню завислих речовин у ставках може сприяти активніший розвиток фітопланктону через уповільнення течії, краще прогрівання та освітлення верхніх шарів води. На річкових ділянках, особливо влітку та навесні, спостерігається значне природне затінення, так як Горіхуватка тече в буково-грабовому лісі та частково по залишках вільхового болота, а ось на берегах нижніх і верхніх ставків переважно створені умови для рекреації, кількість дерев менша, а ширина ставків значно більша (в середньому 40-62 м у порівнянні з руслом на річкових ділянках 0,9-5,9 м).

При одночасних вимірах в травні 2024 р. найбільша різниця в освітленні була зафіксована о 13 годині між відкритою поверхнею над ставком №2 (3) та річковою ділянкою № 2-3 – це 98,9 та 1,8 тис люксів відповідно. Між ділянкою № 3-4 та ставками № 3(4) та № 4(5) також є значна різниця показника. Пролонгований вплив затінення проявляється в зміні температурного та кисневого режимів, структури прибережних угруповань макрофітів, а також може впливати на пригнічення фотосинтетичної активності фітопланктону. Ці чинники в результаті спричиняють зміну співвідношення органічної та мінеральної частин ЗР, що може впливати і на оптичні властивості води [4]. Через сповільнення течії та збільшення глибин варто було очікувати, що кількість завислих речовин у ставках буде меншою, ніж на річкових ділянках, але через описані вище фактори така закономірність часто не спостерігається.

В квітні 2023 р. найвище значення ЗР було зафіксовано в ставку № 1(2) – 19,7 мг/дм<sup>3</sup>, найменше – на річковій ділянці №3-4 до впадіння в ставок №4 (5) – 7,6 мг/дм<sup>3</sup>. Варто зауважити, що в переважній більшості випадків у нижній частині ставка №1(2) нами зафіксовано максимальні значення ЗР, а у верхній частині ставка № 2(3), який розмежований з попереднім тільки дамбою та переливним колодязем, показник зменшується до рівня або нижче кількості завислих речовин з ділянки № к-1.

На початку травня 2024 р. спостерігалась схожа ситуація розподілу ЗР – з максимумом в ставку №1 (2) – 34,6 мг/дм<sup>3</sup>, але мінімумом у нижній частині останнього ставка №4 (5) до впадіння в колектор – 15,9 мг/дм<sup>3</sup>. Цікаво, що зменшення показника в останньому ставку спостерігається при значній хмарності, коли фітопланктон осідає в нижні шари, або після злив при підвищенні рівня води, коли змивається через переливний колодязь у колектор.

В липні 2023 р. мінімальний вміст ЗР зафіксований у верхній течії річкової ділянки № 2-3 – 3,5 мг/дм<sup>3</sup>, а на початку червня 2024 р. – на річковому відрізьку №3-4 – 12,4 мг/дм<sup>3</sup> (затінені ділянки). При цьому в червні більше зависей було на ставку №5 (4) – 37,2 мг/дм<sup>3</sup>, що скоріш за все пов'язано з активним розвитком фітопланктону.

Важливо закцентувати, що через природні особливості складу ґрунтів, рельєф, рекреаційне навантаження в прибережній зоні та антропогенні зміни на водозаборі Горіхуватки, на вміст завислих речовин і їх склад значною мірою впливає надходження матеріалу аллохтонного походження зі зливовими стоками. Цьому сприяє збільшена в останні роки інтенсивність опадів в м. Києві. Водночас переливний характер сполучення ставків на річці призводить до формування залпового скиду і змиву при зливах з них поверхневого шару, що спричиняє підвищення каламутності на ділянках нижче і як наслідок – збільшення надходження ЗР до р. Либідь. Така різка зміна умов є стресовим фактором для водних екосистем і може призводити до порушення їх самоочисної здатності та погіршення умов життєдіяльності гідробіонтів. Наприклад, для деяких видів риб критичним є підвищення вмісту завислих речовин вище 25 мг/дм<sup>3</sup>, або різке перевищення фону на 5 мг/дм<sup>3</sup> [5].

Наприкінці червня 2024 р. нами були відібрані проби на деяких ділянках на Горіхуватці через 14-16 годин після сильної зливи. Найменшою кількістю відзначилась ділянка від колектору № к-1 – 8,82 мг/дм<sup>3</sup>, а найбільше ЗР (29,8 мг/дм<sup>3</sup>) було в верхній частині ставка №2 (3) та поруч на річковій ділянці №2-3. В нижній частині ставка №4 (5) у порівнянні з попередніми вимірами знизилась до 24,5 мг/дм<sup>3</sup>. Тобто вода, що надходить з колектору, стала менш каламутною, а на річкових ділянках – більше.

Щодо складу ЗР, то співвідношення мінеральної та органічної частин залежить від сезону та ділянки дослідження. Але у переважній більшості частка органічної складової підвищується у ставках у порівнянні з річковими ділянками, а також збільшується в середньому на 10% у воді, яка потрапляє в колектор після ставка №4 (5) у порівнянні з ділянкою № к-1 (у квітні 2023 р. – це відповідно 56,2% та 43%, в травні 2024 р. – 75,5 та 61,4 % органічної частки ЗР).

Отже, на вміст у воді завислих речовин впливають як природні, так і антропогенні чинники, а особливо урбанізація водозбору та перетворення прибережної зони. Водночас каналізування річок та порушення їх континуальності через створення ставків впливає на функціонування їх екосистем та здатність до самоочищення.

Роботу проведено в рамках виконання проекту НДР молодих учених НАНУ за договором №82-11/05-2024 та держбюджетної теми №153.

### Список використаної літератури

1. Батог С.В., Іванова Н.О. Еколого-гідрологічна характеристика каскаду ставків на р. Горіхуватка в м. Києві. *VI наук.-практ. конф. молодих вчених «Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем»*: зб. наук. праць (м. Київ, 10–11 жовтня 2023 р.). 2023. С. 18-22.
2. Екологічні проблеми київських водойм і прилеглих територій / О. В. Романенко, О.М. Арсан, Л.С. Кіпніс, Ю.М. Ситник. Київ: Наукова думка, 2015. 300 с.
3. Жежеря В.А., Линник П.М., Жежеря Т.П. Особливості міграції й трансформації біогенних речовин і сполук металів у воді р. Либідь (м. Київ). *Наукові праці Українського наук.-досл. гідромет. інституту*. 2014. Вип. 266. С. 45-57.
4. Іванова Н.О. Прозорість та колір води Сасика як абіотичні компоненти його екосистеми. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 40 (1). С. 90-104.
5. Cavanagh J.-A.E., Hogsden K.L., Harding J.S. Effects of suspended sediment on freshwater fish. *Envirolink Advice Grant: 1445-WCRC129*. 2014. 29 p.

УДК 911.2:556.5+004.94

Ігонькін Д.І.

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
м. Чернівці, Україна**

### **ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИВЧЕНІ РІЧОК НИЖЧИХ ПОРЯДКІВ**

Річкові басейнові системи є складними природними утвореннями, які саморегулюються. Вивчення їх структури має важливе значення як у теоретичному, так і у практичному плані, особливо для поліпшення управління цими системами та річковими ландшафтами. Для цього існують різні моделі класифікації річок або їх відрізків (схеми бонітування). У цьому дослідженні розглядається метод класифікації річкових порядків, запропонований Артуром Штраллером[1].

Метою цієї роботи є застосування комп'ютерного моделювання для ідентифікації і аналізу характеристик річок нижчих порядків (до 4-го). Вивчення таких річок є важливою складовою наукових досліджень у галузі географії, геоекології, гідрології оскільки воно допомагає збагатити наше розуміння як природних, так і антропогенних процесів. Це особливо важливо в контексті сучасних екологічних викликів та потреби в сталому використанні природних ресурсів.

Існує різноманіття методів вивчення та картографування річок, річкової мережі включаючи річки першого порядку. Це, зокрема, важливо для впровадження моделі крона-стовбури[2]. Для створення карт застосовують різні методи та технології, які відображають географічне положення, гідрографічну мережу та інші характеристики річкових систем.

Сучасні наземні методи топографічних зніманих включають горизонтальні та вертикальні знімання (планові, висотні, планово-висотні), тахеометричне знімання, знімання за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС), наземну фотограмметрію та лазерне сканування, а також мобільні картографічні системи та інерціальні навігаційні системи. Використання високоточних електронних та роботизованих приладів дозволяє виконувати вимірювання з високою точністю. ГНСС-системи, такі як GPS, ГЛОНАСС, Compass, Galileo, забезпечують глобальне покриття для визначення географічного положення, напрямку, швидкості руху і місцевого часу з високою точністю, особливо в режимах реального часу RTK та постобробки РРК[6].

Космічне знімання, зондування, інформація, що отримується за допомогою літальних дронів, розширює можливості картографування. Супутникові знімки надають широкий огляд

річкових систем, тоді як літальні дрони дозволяють отримувати високоякісні знімки території вздовж річок для отримання детальної інформації про ландшафт та екосистему.

В даній роботі сконцентруємося на побудові річкової системи за допомогою супутникових знімків. В даний час існує більше сотні місій по спогляданню землі з космосу. Ці місії мають на борту інструменти, які працюють на різних частотних діапазонах[3]. Найвідомішими є: SRTM (ShuttleRadarTopographyMission), місія Національної Аерокосмічної Агенції США яка працювала за допомогою радару з довжинами хвиль 3-6 см, TerraSAR-X та TanDEM-X місія Європейської Космічної Агенції, яка працювала на радарі X діапазону (3 см), ALOS(Advanced Land Observing Satellite) виконана Японською Космічною Агенцією. Де використовувався інструмент PALSAR який працює на довжині хвилі близько 30 см, SENTINEL який має інструменти в видимому та інфрачервоному діапазоні.

Для дослідження малих річок можливо використовувати два підходи, які мають свої недоліки та переваги:

1. Використання топологічної моделі отриманої з супутнику (мапа висот) для побудови річкової системи. Даний підхід дозволяє змодельювати річкову систему на основі моделі рельєфу. При використанні знімків, отриманих з супутників, які працюють на великі довжині хвилі, можна отримати модель рельєфу без рослинності. Перевагою такого підходу є можливість знаходження навіть річок з шириною русла менше роздільної здатності знімку, оскільки алгоритм для побудови моделі річкової системи працює зі схилами, а не з самим руслом[4]. Недоліками підходу є можливість впливу артефактів рельєфу на точність побудованої моделі.
2. Використання знімків у видимому, та інфрачервоному діапазонах для побудови моделей. Даний підхід передбачає використання алгоритмів машинного зору для побудови річища[5]. Перевагою даного підходу є точність побудованої моделі, але недоліком є складність визначення річок нижчих порядків, оскільки вони є прикриті рослинністю.

У нашому дослідженні застосовано обидва підходи при моделюванні річок нижчих порядків на прикладі річки Путила. На цій річці в ході експедиційних досліджень було визначено де саме розташовані річки першого порядку, що дало змогу краще порівняти методи дослідження.

### Список використаної літератури

1. Strahler, A. N. (1957), Quantitative analysis of watershed geomorphology, Transactions of the American Geophysical Union 8 (6): 913-920.
2. Гідроекологічне обґрунтування безпечного та збалансованого розвитку річкових природно-антропогенних систем Передкарпаття : монографія / Ющенко Ю.С., Гончар О.М., Григорійчук В.В. та ін.; за ред. Ю.С. Ющенка. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2017. – 472 с.
3. Kramer, H.. (2002). Observation of the Earth and Its Environment – Survey of Missions and Sensors. 10.1007/978-3-642-97678-0.
4. L. WANG and H. LIU, An efficient method for identifying and filling surface depressions indigital elevation models for hydrologic analysis and modelling, International Journal of Geographical Information Science Vol. 000, No. 000, 0 Month 2005, 1–21
5. Wang, Zifeng & Liu, Junguo & Li, Jinbao & Zhang, David. (2018). Multi-Spectral Water Index (MuWI): A Native 10-m Multi-Spectral Water Index for Accurate Water Mapping on Sentinel-2. Remote Sensing. 10. 1643. 10.3390/rs10101643.
6. Karpinskyi, Yurii & Lazorenko, Nadiia. (2018). МЕТОДИ ЗБИРАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ТОПОГРАФІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ. I. 204-211.

УДК 502.51(477)(063):504.453(477)

Косяк Д. С., Самуїлик Л. І.

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

## **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ БАСЕЙНІВ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПАКЕТІВ ГІС МОДЕЛЮВАННЯ**

Сьогодні в Україні нараховується велика кількість річок – великих, середніх, малих. Кількісні та якісні їх характеристики бажають бути кращими. Найбільшого антропогенного навантаження зазнали басейни малих річок. Причинами таких негативних змін є велика розораність земель, вирубка лісів, неконтрольовані скиди забруднених стічних вод точковими джерелами забруднення, незаконні роботи у заплавах річок та регулювання стоку, а також нераціональне та неконтрольоване внесення мінеральних та органічних добрив, які з ґрунтовими водами потрапляють у вигляді їх залишків у водні потоки річок.

Тому розробка водоохоронних заходів та визначення витрат на їх створення у басейнах річок, особливо у їх прибережних захисних смугах та водоохоронних зонах, відіграють важливу роль у відновленні самоочисної здатності забруднених річок, у покращенні їх водного та гідрологічного режиму, а також ґрунтового покриву та ландшафтної структури басейну річки.

Метою даної роботи є проведення екологічної та економічної оцінки створення лісових насаджень вздовж берегів річок Українського Полісся та проектування захисних та водоохоронних смуг лісів вздовж берегів річок Українського Полісся за допомогою пакетів ГІС - моделювання.

Згідно Стратегій розвитку обласних міст Українського Полісся, а також їх екологічних паспортів одним із основних заходів щодо поліпшення стану водних об'єктів є покращення санітарного та екологічного стану малих річок, струмків, водосховищ. З метою оздоровлення малих річок першочергово необхідно винести в природу водоохоронні зони та прибережні захисні смуги річок з проведенням у них комплексу робіт із залісненням та залуженням, що потребує значних матеріальних витрат, а відсутність цільового фінансування зазначених заходів, не дають змоги їх втілити у реальність. Розміри прибережних захисних смуг регламентуються згідно з ст. 88 Водного кодексу України. Також згідно цих даних йде збільшення забруднення поверхневих вод фосфатами.

Всі ці забруднення спонукали провести детальні наукові дослідження, спрямовані на пошук оптимальних рішень щодо інженерно-біотехнічного упорядкування басейнів річок Українського Полісся.

Залісненість та розораність водозбору формує стік води та регулює надходження хімічних речовин у водотоки Українського Полісся. Із збільшенням внесення концентрацій мінеральних і органічних добрив збільшується їх кількість і у ґрунтових водах. Переважна більшість речовин, що надходять з усіх джерел в басейн річки, акумулюється ґрунтово-рослинним покривом на поверхні басейну та в річковій мережі гідробіонтами та донними відкладами.

Дослідженнями розроблено водоохоронні заходи щодо зменшення можливого біогенного навантаження у басейнах цих річок шляхом розширення площ природних фільтрів (лісів, луків, боліт). Зокрема, це розрахунки по збільшенню захисних та водоохоронних смуг лісових насаджень вздовж берегів річок Українського Полісся.

Водоохоронні лісові насадження захищають береги річок та водоймищ від ерозії та розмивів (абразії), покращують мікроклімат і гідрологічний режим ґрунтів, регулюють рівень води та випаровування з відкритої водної поверхні, сприяють підвищенню запасів підземних вод, впливають на прирусловий стік. Тобто, це комплекс заходів, що спрямовані на охорону, раціональне використання та відтворення водних ресурсів Українського Полісся. А сукупність водо-, поле-, ґрунтозахисних заходів визначають «потужність» цих водоохоронних заходів.

Дослідженнями встановлено, що не дотримання екологічного стану річок, який тісно пов'язаний із їхніми басейнами, призводить до значних порушень у гідрологічному, гідробіологічному та гідрохімічному режимах водотоку, посилюються й набувають катастрофічних розмірів повені, паводки, засухи. Комплекс заходів щодо відновлення ландшафтної структури річкового басейну сприяє відновленню річки і має бути спрямований на досягнення оптимальних співвідношень природних та господарсько-змінених територій.

Згідно методики упорядкування водоохоронних зон річок України комплекс заходів щодо відновлення природної рослинності річкових басейнів передбачає реконструкцію рослинних угруповань, характерних саме для даного типу ландшафту та даної природної зони. Залуження і заліснення водоохоронних територій здійснюється залежно від рельєфу територій як окремими смугами, так і цілими масивами.

Разом з витратами на створення особливо захисних лісових ділянок уздовж берегів річок Українського Полісся досліджувався стан ландшафтних структур долин річок та рівень їх (ландшафтів) антропогенного освоєння на прикладі репрезентативної річки. Показником змін вважався стан рослинного покриву долини (співвідношення видів рослин, бур'янів, видова та фітоценотична різноманітність). Дослідження проводилися за загальноприйнятими флористичними та геоботанічними методиками. За станом природних комплексів та характером господарювання у долині річки розбивалися на типологічні ділянки. Для останніх розроблялися типові схеми реконструкції ландшафтних комплексів та водоохоронні заходи.

Для ефективної розробки водоохоронних заходів річок Українського Полісся визначалася ширина захисних лісових ділянок уздовж берегів річок, де будуть проводитися дані роботи. Загальна ширина таких лісових ділянок уздовж берегів досліджуваних річок Українського Полісся склала 5300 м. Визначена загальна площа цих смуг лісових ділянок уздовж берегів річок коливається у межах від 1,83 км<sup>2</sup> (р. Бегач) до 75,2 км<sup>2</sup> (р. Турія).

В середньому капітальні вкладення на посадку 1 га лісу у 2023 році в басейнах річок Українського Полісся склали 5156,84 грн. Загальні капітальні вкладення на посадку та створення водоохоронних лісів уздовж берегів річок Українського Полісся коливаються у межах від 9,44 тис. грн. (р. Бегач) до 387,79 тис. грн. (р. Турія). Загальна сума витрат на створення особливо захисних лісових ділянок уздовж берегів річок складає 1598,26 тис. грн. Зокрема, у Волинській області ці витрати на посадку лісу становлять 624,28 тис. грн., у Рівненській - 272,90 тис. грн., у Житомирській - 472,93 тис. грн., Київській – 139,87 тис. грн., у Чернігівській – 87,98 тис. грн. Загальна площа водоохоронних смуг лісів уздовж берегів річок в Українському Поліссі коливається у межах від 17,06 км<sup>2</sup> (Чернігівська область) до 121,06 км<sup>2</sup> (Волинська область).

У зв'язку з тим, що крутизна схилів річок, їх довжина, гідрокліматичні, фізико-географічні умови різні, то при насадженні водоохоронних лісів обов'язково одночасно враховують основні правила проектування протиерозійних лісових смуг уздовж водних об'єктів. Лісові насадження в протиерозійному комплексі є довготерміновим меліорантом. На території з вираженим рельєфом водорегулюючі лісові смуги можуть застосовуватися на водозбірних схилах у виді основних додаткових і допоміжних.

Таким чином, екологічне оздоровлення річок, поліпшення їх стану шляхом створення захисних лісових смуг уздовж їх берегів, впровадження заходів щодо збереження водних об'єктів, дає змогу покращити їх водозахисну та водорегулюючу здатності, ренатуралізує, поліпшує охорону природних комплексів у водоохоронних зонах таких водних об'єктів.

Також для ефективного прийняття управлінських рішень щодо водоохоронних заходів у басейнах річок Українського Полісся результати досліджень, зокрема проектування захисних та водоохоронних смуг лісів, їхні капітальні вкладення на ці роботи вздовж берегів річок Українського Полісся було представлено у вигляді картографічного матеріалу за допомогою пакету ГІС – моделювання (рис. 1).



Рис. 1. Карта необхідних площ водоохоронних лісів (км<sup>2</sup>) та їхні капітальні вкладення на ці роботи вздовж берегів річок Українського Полісся



УДК 556(477.87)(282):338.48

Лета В.В.<sup>1</sup>, Чиняк В.В.<sup>2</sup>, Карабінюк М.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Мукачівський державний університет, м. Мукачеве, Україна

<sup>2</sup>ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

## ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ТУРИЗМУ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДНИХ РЕСУРСІВ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ЧОРНА ТИСА

Господарська діяльність людини в межах басейнових систем малих річок є важливим чинником впливу на гідрохімічний режим вод, зокрема на мінералізацію та стік органічних і біогенних речовин. Зростання антропогенного навантаження на масиви поверхневих вод може призвести до змін річкової системи з подальшим її перетворенням з природної на природно-господарську, що загалом негативно відображається на екологічному стані басейнкової геосистеми. Зважаючи на це, виникає потреба у виявленні структурно-функціональних змін, сезонних коливань гідрохімічних показників, визначенні динаміки гідроекологічних станів та їх прогноз з метою напрацювання шляхів оптимізації водогосподарського комплексу та вирішення, за наявності, конкретних проблем якості річкових вод. Один з основних антропогенних чинників впливу на якість поверхневих вод є індустрія гостинності.

В даному контексті Закарпатська область, в межах якої підприємства спеціалізуються на наданні найрізноманітнішого спектру рекреаційних, лікувальних, розважальних послуг стає вельми цікавим об'єктом дослідження. Гірська частина Закарпатської області, зокрема витоки річки Тиса, є територією цікавою для гостей краю, що обумовлено, зокрема зручним географічним положенням, близькістю кордону з Румунією (країна член ЄС), естетичною привабливістю та наявністю інфраструктури, в тому числі й готельних підприємств, окремі аспекти функціонування яких проаналізовані в дослідженні.

Басейн річки Чорна Тиса знаходиться в межах південно-західної частини Українських Карпат. Площа басейну складає 567 км<sup>2</sup>, близько 30 % від площі Рахівського району. Долина річки має V-подібну форму, а ширина її змінюється від 50 до 300 м вниз за течією, заплава вузька, а місьцями взагалі відсутня. При виході в Ясінянську улоговину долина Чорної Тиси стає трапецеподібною та розширюється, похил річки зменшується, а швидкість течії дещо уповільнюється.

У межах басейну Чорної Тиси наявність виходів мінеральних вод («буркут») та туристичної інфраструктури в селах Білин, Кваси та селищі Ясіня зумовлює зменшення частки земель рекреаційного використання вверх за течією в сторону гірського масиву Чорногори. Винятком є басейн Лазецької – лівої притоки Чорної Тиси, у межах якого зростає антропогенне навантаження за рахунок туристичного притулку «Козьмецьик» та наявності тут популярних піших маршрутів на вершини Петросу та Говерли.

Сфера рекреації та туризму в межах басейну річки Чорна Тиса представлена великим різноманіттям природних та історико-архітектурних ресурсів. Серед основних принад виділимо: Чорногірський та Свидовецький масиви Карпатських гір, гірські озера Догяска, Апшинецьке, Ворожеське та інші, водоспад Труфанець (висота 36 м), скельні виступи Жандарми біля гори Близниці, букові праліси, церква Вознесіння Господнього (Струківська церква) в селищі Ясіня та ряд інших об'єктів.

У межах Рахівського району функціонує близько 150 рекреаційно-туристичних об'єктів, до складу яких відносимо готелі, хостели, бази відпочинку, санаторії, садиби та приватні помешкання, з яких майже 130 – у басейні Чорної Тиси. Провідними у цій сфері є Карпатський біосферний заповідник, ТОВ «Драгобрат», санаторій «Гірська Тиса» тощо.

Впродовж докризового та кризового періодів динаміка кількості відвідувачів/туристів має значні відмінності. Початок кризового періоду мав місце з кінця 2019 року, і виник внаслідок поширення хвороби COVID-19 та запровадження ряду заходів для стримання розповсюдження даного вірусного захворювання, яке набуло статусу глобальної пандемії. У 87,5% відсотків підприємств у 2019 році зросла і досягла свого піку кількість відвідувачів, лише 12,5% готелів зазначали про зниження кількості туристів.

Щоб вивчити потенційний вплив об'єктів індустрії гостинності на якість поверхневих вод річки Чорна Тиса ми проаналізували групу хімічних показників, найбільш важливих з екологічного підходу: водневий показник (рН) та вміст розчиненого кисню (O<sub>2</sub>), біохімічне

споживання кисню п'ятидобове (БСК<sub>5</sub>), хімічне споживання кисню (ХСК), а також мінеральні сполуки азоту: амоній (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), нітриту (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), нітрати (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Вміст розчиненого кисню у водах Чорної Тиси має чіткий сезонний характер, а середньорічні значення знаходяться в межах норми. Коливання абсолютних значень вмісту розчиненого кисню впродовж 2020-2022 рр. зафіксовано у межах 8,6-14,4 мг/дм<sup>3</sup> для масиву поверхневих вод річки Чорна Тиса вище села Чорна Тиса та 7,6-15,4 мг/дм<sup>3</sup> – для річки Чорна Тиса в межах села Кваси.

Значення водневого показника (рН) не перевищували норми та знаходились на рівні 6,6-8,5 одиниць рН.

Аналіз значень БСК<sub>5</sub> та ХСК дозволяє виявити потенційні джерела хімічного та органічного забруднення вод, в тому числі за рахунок діяльності об'єктів рекреації та туризму, що розташовані в межах басейну річки Чорна Тиса. Коливання значень БСК<sub>5</sub> в діапазоні 0,5-4 мг/дм<sup>3</sup>, а ХСК 5-28 мг/дм<sup>3</sup> для верхів'я річки Чорна Тиса та 6-60 мг/дм<sup>3</sup> для масиву поверхневих вод від села Кваси до селища Ясіня, що вверх за течією. Різде зростання показників ХСК, зокрема в літньо-осінній період, від села Чорна Тиса до села Кваси дає підстави говорити про органічне забруднення вод річки Чорна Тиса.

Наявність органічних азотовмісних сполук у поверхневих водах пов'язана зі скидом стічних вод комунальними підприємствами, а також приватними домогосподарствами, в тому числі й приватним садибами, готелями, хостелами, зокрема в селищі Ясіня та селі Кваси. Як видно з таблиці 1, за вмістом біогенних речовин у водах річки Чорна Тиса в жодному з проаналізованих пунктів не зафіксовано перевищення ГДК за середньорічними значеннями.

Таблиця 1. Хімічні показники якості вод річки Чорна Тиса (2020-2022), середньорічні, мг/дм<sup>3</sup>

Річка - пункт	Рік	O <sub>2</sub>	рН	БСК <sub>5</sub>	ХСК	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Чорна Тиса - вище с. Чорна Тиса	2020	11,5	7,8	1,31	12,7	0,12	0,29	0,003
	2021	11	8	1,45	10,9	0,08	0,45	0,004
	2022	10,7	8,02	2,05	8,7	0,1	0,39	0,006
Чорна Тиса - Кваси	2020	11,6	7,7	1,26	15,7	0,19	0,33	0,01
	2021	10,9	7,9	1,44	16,9	0,13	0,43	0,007
	2022	10,6	8,4	1,33	12,9	0,15	0,35	0,009

Внутрішньорічні коливання значень мінералізації вод р. Чорна Тиса за період дослідження пов'язані з гідрологічним режимом – мінімальні значення зафіксовано під час весняної повені, максимальні – під час літньо-осінньої та зимової межени. Поряд з цим впродовж 2020-2022 рр. фіксуємо постійне перевищення значень мінералізації вниз за течією річки Чорна Тиса, що може бути пов'язано з впливом стічних вод, зокрема й санаторію «Гірська Тиса», що в селі Кваси.

### Список використаної літератури

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 № 721 "Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text>
2. Слава С. С., Чиняк В. В. (2021). Функціонування готельних підприємств в Закарпатській області в умовах пандемії. *Вісник ОНУ імені І.І. Мечникова*. Т. 26. Вип. 2 (87), 46-53. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.32782/2304-0920/2-87-7>
3. Чиняк В., Салюк М. (2022). Тенденції функціонування туристичного сектору в умовах кризи на прикладі готельних підприємств Закарпатської області, України. *Економіка та освіта*, 7 (4), 20-26. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.30525/2500-946X/2022-4-3>
4. Khilchevskiy, V., Leta, V., Sherstyuk, N., Pylypovych, O., Zabokrytska, M., Pasichnyk, M., & Tsvietaieva, O. (2023). Hydrochemical characteristics of the Upper reaches of the Tisza River. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 32(2), 283-294. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112327>

УДК 556.161

Лобода Н.С., Розвод М.Р.

*Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ КОЛИВАНЬ СТОКУ ТА КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ ЙОГО ФОРМУВАННЯ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ДНІСТЕР НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОРІЧЧЯ**

Актуальність роботи обумовлена необхідністю виявлення основних тенденцій у змінах характеристик стоку та кліматичних чинників його формування, які відбуваються в басейні транскордонної річки Дністер на початку ХХІ сторіччя. Метою роботи було виявлення причин змін характеристик стоку Дністра, які, найімовірніше, обумовлені антропогенним впливом. Головними чинниками антропогенного впливу на коливання стоку в басейні річки Дністер вважаються глобальне потепління та регулюючий вплив Дністровського водосховища, побудованого для забезпечення роботи Дністровської (Верхньодністровської) ГЕС.

Методи досліджень полягали у співставленні хронологічних графіків та різницевих інтегральних кривих коливань гідрометеорологічних характеристик, а також у виявленні тенденцій та статистично значущих трендів на основі регресійного аналізу. Період розглянутих спостережень – 1945-2021 рр.

Для оцінки впливу Дністровського водосховища на характер коливань стоку були розглянуті два часових інтервали: до будівництва (1945-1982 рр.) та після будівництва (1987-2021 рр.) водосховища. Аналіз коливань річного стоку проводився у створах головної річки Дністер, розташованих вище (м. Галич, м. Заліщики) та нижче (м. Бендери) водосховища (рис.1). Також було виконано співставлення внутрішньорічного розподілу стоку за середньо-багаторічний період та роки найменшої і найбільшої водності у межах часових інтервалів 1945-1982 рр. та 1987-2021 рр. Аналіз хронологічних графіків коливань річного стоку показав, що за розглядуваний період (1945-2021 рр.) статистично значущих тенденцій (трендів) не виявлено. Циклічність коливань річного стоку у створах вище та нижче водосховища не порушилась і положення на часовій осі основних характерних точок (дат переходу від однієї фази водності до іншої) різницевих інтегральних кривих (1964, 1981, 1995, 2010 роки) також залишилося майже однаковим. У нижньому створі (Дністер – м. Бендери) зберігаються основні закономірності внутрішньорічного розподілу для створів, розташованих вище водосховища. Наслідки регулювання стоку проявляються у квітні та липні місяцях для маловодних років, а також у березні – квітні для середнього багаторічного періоду. Таким чином, можна зробити висновок, що Дністровське водосховище за розглянутий період спостережень не впливало суттєво на характер коливань стоку річки Дністер.

Для оцінки можливого впливу змін клімату на характеристики стоку Дністра на початку ХХІ сторіччя використані дані гідрологічних спостережень на діючих гідрологічних постах, які розташовані на водозборі р. Дністер у межах України та дані діючих метеорологічних станцій, розташованих у межах водозбору Дністра та на прилеглих територіях. Максимальна тривалість спостережень становить 72 роки (1945-2021 рр.). Використані дані по річному, максимальному середньомісячному стоку весняного водопілля та максимальному середньомісячному стоку дощових паводків за теплий період року.

За видом різницевих інтегральних кривих річного стоку річки Дністер та її приток у межах України виділено 7 груп водозборів із синхронними та синфазними коливаннями річного стоку. Для кожної групи були побудовані осереднені різницеві інтегральні криві, які підлягали порівняльному аналізу (Лобода, Розвод, 2023).

Результати дослідження дозволили виявити, що характер коливань головної річки Дністер визначається, головним чином, коливаннями стоку Карпатських приток, для яких кількість циклів та границі фаз водності співпадають із відповідними показниками головної річки. У верхніх течіях річок Карпат дещо змінений, тому водозбори верхніх течій були виділені у окремий Зовнішньо-Карпатський район.

Кількісна оцінка відповідності фаз водності на різних водозборах була надана за коефіцієнтом кореляції між ординатами різницевих інтегральних кривих. Наприклад, високий коефіцієнт кореляції між ординатами осереднених інтегральних кривих коливань річного стоку і максимального стоку весняного водопілля має ілюструвати значний вплив талого стоку на мінливість річного стоку річок досліджуваної групи. І, навпаки, високий коефіцієнт кореляції між ординатами осереднених кривих річного та максимального дощового стоку має свідчити

про значну роль дощів у формуванні коливань річного стоку. Для приток Карпатської групи було встановлено, що існує тісний кореляційний зв'язок ( $r=0,70$ ) між ординатами кривих коливань річного та дощового стоку. У інших районах, насамперед, Зовнішньо-Карпатському, у формуванні коливань річного стоку значну роль відіграє снігове живлення. У свою чергу вплив весняного водопілля на мінливість річного стоку через потепління може змінюватись і впливати на циклічність коливань, викликаючи зміни границь районів із синхронними коливаннями стоку. Показано, що з кінця 90-х років минулого сторіччя вплив весняного водопілля на мінливість річного стоку зменшується.

Аналіз температурного режиму в басейні річки Дністер дозволив виявити існування двох фаз у коливаннях середніх річних температур повітря 1947-1987рр. (від'ємна фаза) та 1989-2021 рр. – додатна фаза. Точкою перегину є 1988 рік (рис. 2), що відповідає висновкам В.В. Гребіня (2010) відносно початку значущих змін температур повітря на території рівнинної України. Виявлено, що коливання температур повітря відбуваються синхронно по всіх метеостанціях, розташованих на водозборі та прилеглих територіях. Показано існування статистично значущих позитивних трендів у коливаннях середніх річних температур повітря, середніх місячних температур повітря теплого та холодного у період 1989-2021 роки.

Установлено, що характерні точки коливань річного стоку головної річки (1964, 1981, 1995, 2010) обумовлені коливаннями річних опадів верхньої частини Дністра (рис.3). Позитивна фаза коливань річних опадів, яка розпочалася у 1995 році закінчується після 2010 року, що і знайшло своє відображення у коливаннях стоку.

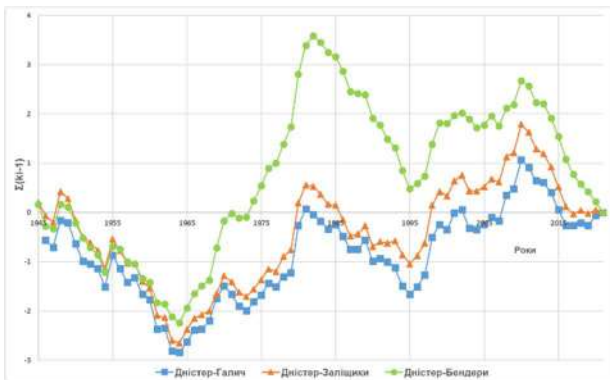


Рис. 1. Різницеві інтегральні криві річних витрат води за період 1945-2021 рр. у створах, розташованих вище (Галич, Заліщики) та нижче (Бендери) Дністровського водосховища

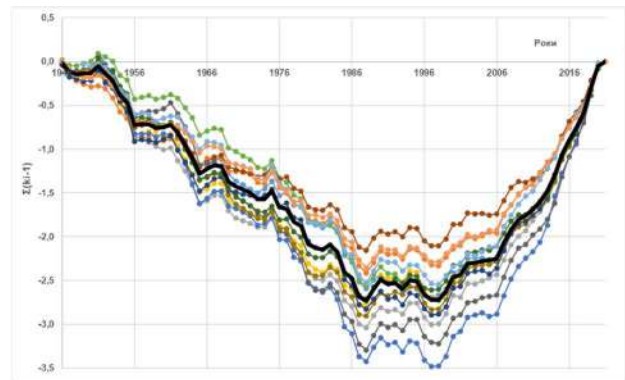


Рис. 2. Різницеві інтегральні криві та осереднена крива (напівжирний шрифт) середніх річних температур повітря по метеорологічним станціям

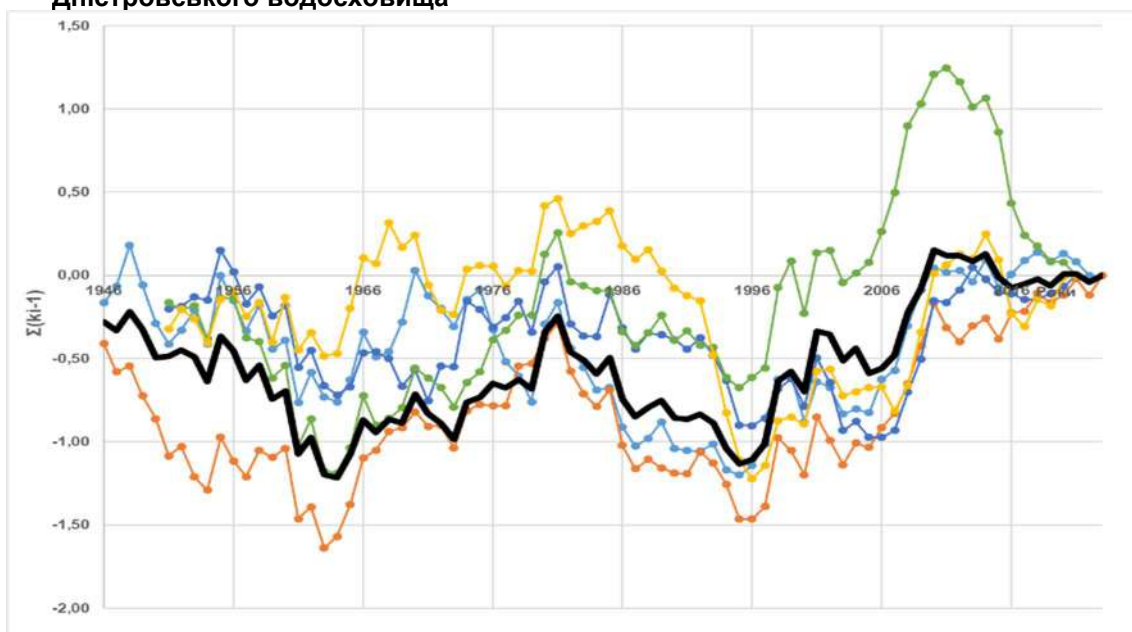


Рис. 3. Різницеві інтегральні криві та осереднена крива (напівжирний шрифт) середніх річних сум опадів по метеорологічним станціям

УДК 556.166

*Лук'янець О.І., Москаленко С.О.*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШИХ МАКСИМАЛЬНИХ МОДУЛІВ СТОКУ ВОДИ РІЧОК РІВНИННОЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Максимальний стік води річок, що сформований в періоди проходження водопіль або паводків, відносяться до екстремальних показників у їх водному режимі. Найбільші величини таких максимумів за період спостережень за водним стоком на тій чи іншій річці в певній мірі відображає максимальний потенціал природи щодо його формування в межах річкового басейну чи певної території і слугує найвищою мірою небезпеки для населення та економіки, яка може обумовити різні прояви катастрофічних ситуацій.

Зазвичай, для певного гідрометричного створу максимальний стік води виражається найбільшою (максимальною) витратою води, яка може бути середньодобовою, строковою (взятою в один зі строків добового спостереження) або миттєвою (абсолютний добовий максимум). Також, максимальний стік води річки може бути представлений об'ємом стоку води або шаром стоку за основну хвилю водопілля або паводку в даному році. Для просторового аналізу змінювання максимального стоку води річок в межах річкового басейну чи певної території використовується модуль стоку води - характеристика стоку, з якої виключається площа водозбору і яка є показником інтенсивності стікання води в межах досліджуваного басейну чи території – скільки стікає літрів чи м<sup>3</sup> води за одиницю часу (секунду) з одиниці площі (км<sup>2</sup>).

Метою даного дослідження – провести аналіз найбільших максимальних модулів стоку води з басейнів річок рівнинної території України за даними спостережень, узагальнити та виявити закономірності їх територіальної мінливості та розрахувати максимальні модулі стоку води приведені до водозбірних площ 50, 100, 200 км<sup>2</sup>.

В основу вивчення просторових закономірностей змінювання найбільших максимальних модулів стоку води з басейнів річок рівнинної території України взята «Схема Гідрографічного районування території України». Тобто, просторова деталізація отриманих результатів проведено для досліджуваної території в межах річкових басейнів та суббасейнів гідрографічного районування України, а саме, річкових басейнів Вісли, Південного Бугу, Дону, Дніпра (суббасейнів Прип'яті, Десни, Середнього та Нижнього Дніпра) і басейну річок Приазов'я.

Для проведення розрахунків створено базу даних за матеріалами Державної гідрометеорологічної служби ДСНС – найбільших спостережених строкових максимальних витрат води з понад 185 гідрометричних постів на річках, що знаходяться в межах басейнів та суббасейнів рівнинної території України. Вибір найбільшого максимуму стоку води в гідрометричних створах на річках досліджуваних басейнів та суббасейнів здійснювався, в основному, з періоду спостережень тривалістю в межах від 50 до 70 років (майже 90% гідрологічних постів тут мають періоди спостережень  $\geq 50$  років).

Аналіз вихідних даних показав, що в межах річкових басейнів та суббасейнів рівнинної частини території України, найбільші максимальні модулі стоку води з басейнів річок фіксується, по-перше, з невеликих за площею водозбору річкових басейнів, по-друге, в переважній більшості у періоди проходження весняного водопілля, яке є характерною особливістю водного режиму річок досліджуваної території. Але можна помітити певну відмінність для річкового басейну Вісли, суббасейну Прип'яті та басейну річок Приазов'я – найбільші максимальні модулі стоку води на цих територіях фіксуються під час дощових паводків. Так, в річковому басейні Вісли в межах України абсолютний модульний максимум стоку води зафіксовано на р. Західний Буг - смт Сасів (площа водозбору 107 км<sup>2</sup>) 4.06.1980 р. – 430.8 л/с·км<sup>2</sup>, в суббасейні Прип'яті такий максимум теж припадає на пік дощового паводку – на р. Тня - с. Броники (982 км<sup>2</sup>) 19.07.1948 р. – 363.5 л/с·км<sup>2</sup>, в басейні річок Приазов'я на р. Міус - с. Стрюкове (142 км<sup>2</sup>) 15.06.1987 р. – 859.2 л/с·км<sup>2</sup>, на р. Вільхова – смт Олекс. Орловка (272 км<sup>2</sup>) 29.05.1954 р. – 610.3 л/с·км<sup>2</sup>.

Для узагальнення та виявлення закономірностей у територіальній мінливості найбільших максимальних модулів стоку води з басейнів річок рівнинної території України для кожного річкового басейну та суббасейну побудовані (за даними спостережень) графіки зв'язку

найбільших строкових максимальних модулів стоку води (л/с·км<sup>2</sup>) в окремих створах річок від відповідних площ їх басейнів (км<sup>2</sup>) (табл.). Отримані зв'язки якісно можна охарактеризувати як помітні та високі. Кількісна міра тісноти отриманих зв'язків через кореляційні відношення, які змінюються в межах 0.63- 0.86 (табл.).

Використовуючи отримані рівняння зв'язку, розраховано максимальні модулі стоку води з невеликих водозбірних площ 50, 100, 200 км<sup>2</sup>, які можливі (ймовірні) в межах певного річкового басейну чи суббасейну (табл.).

**Таблиця Розрахунок максимальних модулів стоку води річок басейнів та суббасейнів рівнинної території України відповідно до гідрографічного районування, приведені до водозбірних площ 50, 100, 200 км<sup>2</sup>**

Залежність найбільших строкових максимальних модулів стоку води (у, л/с·км <sup>2</sup> ) в створах від площі басейнів річок (х, км <sup>2</sup> ) у відповідних створах (за даними спостережень)		Максимальні модулі стоку води (л/с·км <sup>2</sup> ), що проведені до площ водозборів		
Рівняння зв'язку	Коефіцієнт апроксимації / кореляційне відношення зв'язку	50 км <sup>2</sup>	100 км <sup>2</sup>	200 км <sup>2</sup>
<b>Річковий басейн Вісли (Західного Бугу та Сяну)</b>				
$y = 1811.2x^{-0.397}$	0.739 / 0.86	383	291	221
<b>Річковий басейн Дніпра</b>				
<i>суббасейн Прип'яті</i>				
$y = 8094.2x^{-0.587}$	0/476 / 0.69	814	542	360
<i>суббасейн Десни</i>				
$y = 2950.6x^{-0.346}$	0.757 / 0.87	762	600	472
<i>суббасейн Середнього Дніпра</i>				
$y = 1894.8x^{-0.342}$	0.504 / 0.71	497	392	309
<i>суббасейн Нижнього Дніпра</i>				
$y = 1294.7x^{-0.278}$	0.40 / 0.63	436	360	297
<b>Річковий басейн Південного Бугу</b>				
$y = 1502.4x^{-0.272}$	0.656 / 0.81	518	429	355
<b>Річковий басейн Дону</b>				
$y = 1759.5x^{-0.299}$	0.608 / 0.78	546	444	361
<b>Басейн річок Приазов'я</b>				
$y = 5976.7x^{-0.494}$	0.563 / 0.75	865	614	436

**Висновок.** Аналіз розрахованих максимальних модулів стоку води, що були приведені до водозбірних площ 50, 100, 200 км<sup>2</sup>, показав, що в межах рівнинної території України з невеликих водозбірних площ (наприклад, 50 км<sup>2</sup>) можливий досить інтенсивний стік води під час формування максимумів на річках – в межах від 400 до 900 л/с·км<sup>2</sup>. Найбільші максимальні модулі стоку формуються на річках в тих річкових басейнах та суббасейнах, де крім весняного водопілля можуть проходити дощові паводки (басейн Вісли, суббасейн Прип'яті (басейн Дніпра) та басейн річок Приазов'я).

#### Список використаної літератури

1. Лук'янець О.І., Москаленко С.О. Узагальнення та багаторічна мінливість максимального річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 2(53). С. 6-20. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghe\\_2019\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghe_2019_2_3)

2. Дутко В.О., Москаленко С.О. Особливості паводкового режиму річок басейнів Західного Бугу та правобережжя Прип'яті. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2008. Т. 15. С. 63-68.

УДК 556.166

Луцай Д.В., Кічук Н.С., Куценко Л.В.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ТА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я В МЕЖАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Починаючи з середини ХХ століття, малі річки Українського Придунав'я зазнали значних змін їх якісного стану з причини недотримання природоохоронних заходів при здійсненні господарської діяльності в їх басейнах, а саме: розорення прибережних смуг, не визначення природоохоронних зон, застосування хімічних речовин, відсутністю очисних споруд в промислових підприємствах.

Без виконання необхідних досліджень та розробки відповідних рекомендацій з покращення екологічного стану води досліджуваних річок не зможуть повноцінно використовуватися в народному господарстві.

Для наших досліджень були обрані моніторингові середньорічні дані гідрохімічного режиму лабораторії моніторингу вод відокремленого підрозділу Басейнового управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю «Причорноморський центр водних ресурсів та ґрунтів» на річках: Ялпуг, Карасулак, Великий Катлабух, Єніка, Ташбунар, Киргиж-Китай та Аліяга за 2000- 2020 рр.

*Мета дослідження:*

- 1) дослідити та описати умови формування хімічного складу річок в сучасний період в межах Українського Придунав'я;
- 2) виявити пріоритетні чинники формування хімічного складу та забруднення поверхневих вод річок Придунав'я.

Відповідно до сучасного гідрографічного районування території України від 2016 р. за районами річкових басейнів досліджувана територія відноситься до району басейну Дунаю, суббасейну Нижнього Дунаю. А згідно фізико-географічного районування території України досліджувані водні об'єкти розташовані в степовій зоні з відповідними ґрунтовими та кліматичними умовами [1,2].

*Рельєф та географічне положення* вважаються опосередкованим фактором формування складу вод. Він впливає на умови водообміну, від яких залежить мінералізація та хімічний склад природних вод. Ступінь розчленування рельєфу визначає розміри поверхневого стоку дренажування підземних вод [2,3]. До умов формування хімічного складу та якості води досліджуваних річок також можна віднести ще такі фактори: природні, як кліматичні умови, ґрунти, водозабезпеченість, а також необхідно врахувати антропогенне навантаження.

Важливе значення для формування хімічного складу природних вод має *клімат*, від нього залежить зволоженість території та величина водного стоку, а відповідно, розчинення й концентрація природних розчинів і можливість розчинення речовин і випадіння їх в осад. Вплив клімату може бути вирішальним фактором формування хімічного складу природних вод.

Клімат території Українського Придунав'я помірно-континентальний з жарким сухим літом, м'якою малосніжною нестійкою зимою. Абсолютні максимуми температур сягають +45° і більше, мінімуми – до -25°. Серед несприятливих кліматичних явищ для Одещини характерні суховії (гарячі вітри) та пилові бурі, грози, град, посухи [4].

За нашими дослідженнями за період 1990-2020 рр. та відповідно до [1] середньорічна температура повітря на досліджуваній території висока і складає від 11 до 12 °С, на графіках просліджується лінія тренда, що свідчить про подальше підвищення температурних показників.

Середньорічна кількість опадів - від 340 мм до 450 мм, що можна зазначити, як недостатню для даної території [4].

*Річковий стік* є важливою складовою процесу водообміну та інтегральною характеристикою водного балансу даної території. Вивчення коливань річкового стоку показує, що в цілому його зміни та зміни сумарних опадів, які випадають на досліджуваній території, тісно пов'язані з температурою. Річки досліджуваної території за типом водного режиму належать до річок з весняним водопіллям і чітко вираженою меженню. Вона може

порушуватися дощовими паводками, що мають локальне розповсюдження. Але можна зазначити і такі роки, коли водопілля повністю відсутнє, річки маловодні, міліють і пересихають, особливо ті, що дуже зарегульовані [5].

За відсутності гідротехнічних постів на даній території для характеристики водності було розглянуто карту ізоліній характеристики кліматичного стоку, за якою можна зазначити, що водність річок на досліджуваній території дуже низька, а їх водогосподарське використання значне, що призводить до їх обміління та пересихання, яке в свою чергу надає значний вплив на гідрохімічний режим річок, їх хімічний склад та кількість солей.

Зі зменшенням кількості атмосферних опадів та підвищенням температури повітря чорноземи, які мають розповсюдження на водозборах досліджуваних річок, мають у своєму складі великий природний вміст добре розчинних сульфатів і хлоридів, іонів натрію, які накопичуються внаслідок випаровування високо мінералізованих ґрунтових вод за рахунок високих показників вбирної здатності їх ґрунтового комплексу і надають свій вплив на річковий стік досліджуваних річок, підвищуючи їх мінералізацію [2,3,6].

Антропогенний вплив на досліджуваній території дуже значний і стосується він як площі водозбору, так і безпосередньо поверхневих вод річок. Забруднення відбувається органічними, біогенними і навіть небезпечними речовинами. Сюди можна віднести і забруднені стічні води промислових підприємств, сільськогосподарська діяльність на водозборах річок, господарсько-побутова діяльність населення (утворення сміттєзвалищ, скидання неочищених стічних вод), і нарешті транскордонне забруднення з території сусідньої Молдови на р. Ялпуг та Киргиз-Китай [6,7].

#### *Висновки*

1. Хімічний склад та мінералізація досліджуваних річок формується, в першу чергу, під впливом таких природних факторів як географічне положення, кліматичні умови, ґрунтові породи, а також сюди можна віднести і режим живлення річок.

Всі ці фактори сприяють створенню несприятливих умов для формування якості і екологічного стану досліджуваних річок (недостатня кількість опадів, високі літні температури, що надають значне випаровування, і засолені материнські породи та ґрунти).

2. Значний вплив на якість поверхневих вод надають також і антропогенні фактори: забрудненість водозбірної площі досліджуваних річок, значне їх сільськогосподарське використання, скидання стічних вод, транскордонне забруднення.

3. Екологічний стан досліджуваної території можна оцінити як кризовий. Надміру інтенсивне використання в народному господарстві як самих малих річок, так і їх водозборів порушує їх природний гідрохімічний та гідробіологічний режим, зменшує водність і глибину, річки замулюються і заростають, збільшується їх евтрофікація за рахунок накопичення біогенних речовин, збільшується кількість забруднюючих речовин, порушуючи при цьому природний стан поверхневих вод та спричиняючи зміни як у складі, так і у властивостях води.

#### **Список використаної літератури**

1. Геопортал «Водні ресурси України». Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://www.davr.gov.ua/news/geoport-al-vodni-resursi-ukraini>
2. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України: підручник. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2019. 343 с.
3. Шакірзанова Ж.Р., Кічук Н.С. Гідрохімія річок і водойм України: навч. посіб. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 124 с.
4. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 234 с.
5. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.
6. Осадчий В.І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін Вісник НАН України, 2017, № 8 С. 29-45.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2018 році. Одеська обласна державна адміністрація. департамент екології та природних ресурсів. Одеса, 2018. 270 с.



УДК 551.5; 556

**Манукало В.О., Водоласков В.П., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г., Митник Т.Г.,  
Самойленко Н.А.**

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

## **СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БАЗИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ І ПРОГНОЗІВ**

**Вступ.** Метеорологія і гідрологія, як сфера наукової та практичної діяльності людини, завжди знаходились «в авангарді» розвитку національної та міжнародної стандартизації, так як існувала нагальна потреба в уніфікованих нормативних документах (НД), які врегульовують організаційні та методичні питання проведення гідрометеорологічних спостережень, інструментальних вимірювань та прогнозування. Значення розроблювання стандартів та інших нормативних документів посилюється у зв'язку з впровадженням нових методів і технологій спостережень та прогнозування, що відображено у рішеннях останнього 19-го Всесвітнього метеорологічного конгресу (2023р.).

В Україні головним розроблювачем НД у сфері гідрометеорологічної діяльності є Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України (УкрГМІ), який виконує цю роботу в рамках планових трьохрічних науково-дослідних досліджень. Результати цієї роботи інституту за період із середини 1990-х років до 2016 року включно розглянуто у публікаціях [1,2].

*Метою цієї доповіді* є представлення напрацювань УкрГМІ за період з 2018 року до 2023 рік включно, а також завдань на період до 2026 року включно.

**Виклад основного матеріалу.** Протягом 2018 – 2020 років було розроблено такі НД.

Нова редакція національного стандарту *ДСТУ Метеорологія. Терміни та визначення основних понять*, якому надано чинності в 2021 році наказом національного органу стандартизації - Український науково-дослідний і навчальний центр стандартизації, сертифікації та якості (УкрНДНЦ ССЯ). У розробленні ДСТУ приймали участь, крім науковців УкрГМІ, викладачі кафедри метеорології та кліматології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (КНУ), Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ), а також фахівці Управління гідрометеорології ДСНС України (УГ), Українського гідрометеорологічного центру (УкрГМЦ) та Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО).

Цей національний стандарт є переробленим і доповненим виданням ДСТУ 3513-97. Внесено більш ніж 60 доповнень та уточнень до термінів та їх визначень, які враховують сучасні здобутки метеорологічної науки та міжнародну практику в галузі метеорології. Стандарт доповнено іншомовними термінами-відповідниками.

*Інспектування пунктів актинометричних спостережень. Методичні рекомендації.* НД містить вимоги щодо: підготовки до інспектування; порядку ведення та оформлення документації за результатами інспектування; перелік інспекторського обладнання та вказівки щодо його використання.

*Просторово-часовий контроль даних метеорологічних спостережень станцій. Методичні рекомендації.* НД вміщує рекомендації щодо методики здійснення просторово-часового контролю метеорологічних величин, які вимірюють на станціях з метою виявлення помилкових та сумнівних даних.

*Класифікація хмар. Методичні рекомендації.* Було проаналізовано і систематизовано зміни, внесені Всесвітньою метеорологічною організацією до нової редакції Міжнародного атласу хмар, та проведено порівняння нової класифікації хмар ВМО з класифікацією, яку нині використовують в гідрометеорологічній службі України. Вирішено залишити діючу класифікацію хмар, доповнивши її деякими новими видами (різновидами) із класифікації ВМО.

*Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Аерологічні спостереження на станціях. Температурно-вітрове радіозондування атмосфери системою «Радіотеодоліт - УЛ-ПАЗА-12М».* У НД викладено вимоги до організації та функціонування аерологічних

станцій і методики проведення спостережень за допомогою сучасних технічних засобів українського виробництва.

*Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні спостереження на постах.* НД призначений для спостерігачів гідрологічних постів і встановлює: вимоги до розміщення та обладнання постів; порядку, методики збору та оброблювання даних гідрологічних спостережень.

У період з 2021 по 2023 роки розроблено наступні НД.

Нова редакція національного стандарту України: *ДСТУ Гідрологія суходолу. Терміни та визначення основних понять* (наказом УкрНДНЦ ССЯ стандарту надано чинності з 01.09.24р.), яка є глибоким переглядом ДСТУ 3517 – 97. До нової редакції ДСТУ додано 33 терміни та запропоновано визначення до них; вилучено 8 термінів, які втратили актуальність; внесено зміни у визначення 139 термінів; встановлено англійські відповідники для термінів. Всього до проекту ДСТУ увійшло 290 термінів

*Уточнення критеріїв достовірності при здійсненні автоматизованого просторово - часового контролю даних метеорологічних спостережень. Методичні рекомендації, який є доповненням до НД «Просторово-часовий контроль даних метеорологічних спостережень станцій» і призначений для підвищення якості просторового контролю даних метеорологічних спостережень.* НД включає комп'ютерну програму обчислень критеріїв достовірності.

*Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні річкові спостереження і роботи на станціях і постах. Організація гідрологічних спостережень і робіт на річках.* НД визначає порядок і методики проведення гідрологічних спостережень і робіт, які здійснюються в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України. Настанова також може бути використана співробітниками науково – дослідних установ, викладачами та студентами профільних навчальних закладів.

Всі настанови та методичні рекомендації, розроблені протягом 2018-2023 років в установленому порядку впроваджені в практичну діяльність гідрометеорологічних організацій ДСНС України. Напрацювання, отримані під час розроблення *ДСТУ Гідрологія суходолу. Терміни та визначення основних понять*, а також настанов з гідрологічного напрямку діяльності використано при підготовці першого в Україні фахового *«Гідрологічного словника»* [3].

В 2023 році ДСНС України затвердило Перспективний план перероблення стандартів і прирівняних до них інших нормативних документів, які використовуються гідрометеорологічними організаціями, підприємствами та установами ДСНС України на період 2021 - 2023 роки. З метою виконання завдань плану протягом 2024-2026 років передбачено розробити такі нормативні документи:

- нову редакцію *ДСТУ Синоптична метеорологія. Терміни та визначення основних понять* (на заміну ДСТУ 3912 – 1999);
- *Настанову гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні спостереження на станціях і постах. Визначення гідрографічних характеристик;*
- *Настанову гідрометеорологічним станціям і постам. Організація та проведення спостережень за випаровуванням з водної поверхні.*

В доповіді розглянуто питання організації розроблювання нормативних документів, їх структуру та основні положення.

### Список використаної літератури

1. Манукало В.О., Митник Т.Г., Ковальська Л.Г., Гальперіна Т.О. Розроблення українських нормативних документів у сфері гідрометеорологічної діяльності// Стандартизація, сертифікація, якість. 2020. №5(123). С. 12-20.
2. Манукало В.О., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г., Митник Т.Г., Пархісенко Л.Г. Розроблення національної бази нормативних документів у сфері гідрометеорологічної діяльності: поточні напрацювання та найближчі завдання//Тези доповіді II Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду. Одеса. 2021. С. 233-235.
3. Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Манукало В.О. Гідрологічний словник. К: ДІА. 2021. 236 с.

УДК 556.047+556.06

Ободовський О.<sup>1</sup>, Сжатен Д.<sup>2</sup>, Хабель М.<sup>2</sup>, Бжезіньська М.<sup>2</sup>, Лук'янець О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна,

<sup>2</sup>Університет ім. Казимира Великого в Бидгощі, Польща

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА КОЛИВАНЬ СТОКУ ВОДИ В БАСЕЙНАХ РІЧОК ДНІПРА, ВІСЛИ ТА ОДРИ

Знання закономірностей багаторічної мінливості водності, яка проявляється у коливаннях річкового стоку води, має важливе практичне значення у раціональному використанні водних ресурсів і плануванні водогосподарських заходів.

Для попередньої оцінки спостережених багаторічних коливань характеристик річкового стоку води в дослідженні використано саме цей допоміжний підхід представлення матеріалів, тобто аналіз різницевих інтегральних кривих, для виявлення циклічного тренду у часових рядах середнього річного стоку води для річкових басейнів Дніпра, Вісли та Одри.

Для басейну Дніпра (згідно з сучасним гідрографічним районуванням) виділено 2 групи річок. Встановлено, що середній річний стік води на суббасейну Прип'яті (1 група) має спостережені періоди циклів водності в межах 28-34 років. А для річок суббасейнів Десни, Середнього та Нижнього Дніпра (2 група), відокремлюються дещо менші періодичності тривалістю 18-24 роки. Але є відмінності в строках переходу від багатоводної фази в маловодну. Так, на річках суббасейну Прип'яті це - 2010-11 рр., а на річках суббасейнів Десни, Середнього та Нижнього Дніпра перехідним роком став 2006 р.

Середній річний стік води на річках 1 групи, має більш тривалі спостережені цикли водності ( $29 \pm 2$  роки) у порівнянні з 2 групою, в яких відокремлюються періодичності меншої тривалості ( $23 \pm 2$  роки). Щодо фаз водності, то для 1 групи сукупність маловодних років складає  $10 \pm 2$  роки, а для 2 групи –  $8 \pm 2$  роки. Відповідно, багатоводні фази в межах річкових басейнів 1 групи тривають  $17 \pm 2$  роки та 2 групи –  $13 \pm 2$  роки. Для 1 групи річкових басейнів (суббасейн Прип'яті) чітко прослідковується 29-річний цикл. Для 2 групи річкових басейнів (річкові суббасейнів Десни, Середнього та Нижнього Дніпра) має вагу 21–25 - річний цикл.

Використовуючи встановлені межі багатоводних та маловодних фаз для двох груп річкових басейнів та суббасейнів, визначено для річок кожного з них середні витрати води у фази водності та отримано залежності між середнім річним стоком води за багаторічний період та середнім річним стоком води у багатоводну та маловодну фази водності. Для усіх річок в межах районів річкових басейнів та суббасейнів чітко виділяється циклічна мінливість, про що свідчить доволі високі показники тісноти зв'язку отриманих залежностей (коефіцієнти апроксимації  $R^2=0,99$ ) (рис.1).

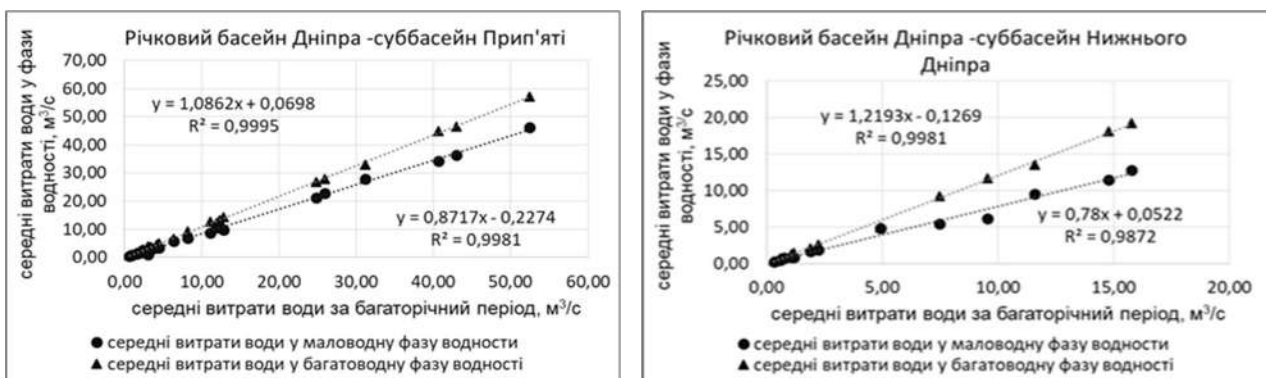


Рис. 1. Приклади залежності між середнім річним стоком води та середнім річним стоком води у багатоводну та маловодну фази водності в межах річкового басейну Дніпра згідно схеми гідрографічного районування території України

Середнє співвідношення між середнім річним стоком води річок у багатоводну та маловодну фази водності для річок басейну Дніпра змінюється в межах від 1,26 до 1,46.

Для річок басейну Вісли, оцінюючи циклічність їх стоку, можна помітити, що починаючи з другого повного циклу (з кінця 1950 років) їх тривалість зменшується з 20 до 14 років з переважанням маловодної фази. При цьому тривалість багатоводного (з 19 до 6 років) і маловодного періодів (з 14 до 7 років) скорочується як для середньої, так і для нижньої Вісли. А для Нарева та Західного Бугу ці показники становлять 4-9 років та 6-15 років відповідно. У той же час, починаючи з 1981-1982 рр., спостерігається досить тривала (18 років) маловодна фаза, яка не завершилася до 2020 р.

Певна подібність у циклічності стоку характерна для середньої та нижньої Вісли. Натомість циклічні коливання стоку річок Нарев і Західний Буг мають певні відмінності у своїй формі. Крім того, подовжуються маловодні фази, що може призвести до загального зниження річкового стоку.

Стосовно оцінки коливань стоку Одри, то вони засвідчили певні відмінності в порівнянні з річками басейну Вісли. Це стосується, перш за все, кількості повних циклів: їх на Одрі вже чотири (1951-1988рр., 1989-2003рр., 2004-2013рр. 2014-...) (перші та останні цикли незавершені), а на Віслі їх - три. Це може бути обумовлено як різними умовами формування стоку цих річок, так і впливом кліматичних змін на їхню водність. Натомість на Варті прослідковується доволі виражена схожість часових коливань її водності з Віслою. Тут також виділяються три цикли водності (1951-1988рр., 1989-2011рр., 2012 -...). Це засвідчує схожість умов формування їх стоку.

Цікаво також відмітити тенденцію, яка притаманна для всіх розглянутих річок – це скорочення протяжності фаз і циклів в часовому розрізі. Особливо це є характерним для басейну Одри, де початкові цикли становили 37 років, а кінцеві - всього 9 років. Подібна, але менш виражена тенденція характерна і для Варти. Це можна пояснити суттєвими кліматичними змінами, які спостерігаються з кінця 90-х років минулого століття.

З огляду на оцінку коливань водності всіх досліджуваних річок Південної Балтики, можна зазначити одну тенденцію, яка є характерною для всіх різницевоїх інтегральних кривих – це наявність маловодної фази починаючи з 2012-2015рр. до 2020р. включно. Продовження цієї фази ще не має завершення. Але враховуючи, що з 2023-2024рр. в українській частині басейну Вісли як за прогнозними оцінками так і фактично розпочалася багатоводна фаза, то можливість її настання на досліджуваних річках і, перш за все на Віслі є доволі реальною.

Аналіз результатів, свідчить про досить тісний зв'язок (рис.2) між зазначеними річними витратами та середніми витратами води в окремих водних фазах. Співвідношення між середнім річним стоком води річок у багатоводну та маловодну фази водності для річок басейнів Вісли та Одри змінюється в межах 1,33 - 1,36 (тобто, зміни можуть досягати 33-36%) від маловодної до багатоводної фази. Цей процес слід враховувати з практичних міркувань при оцінці та прогнозуванні стоку цих річок.

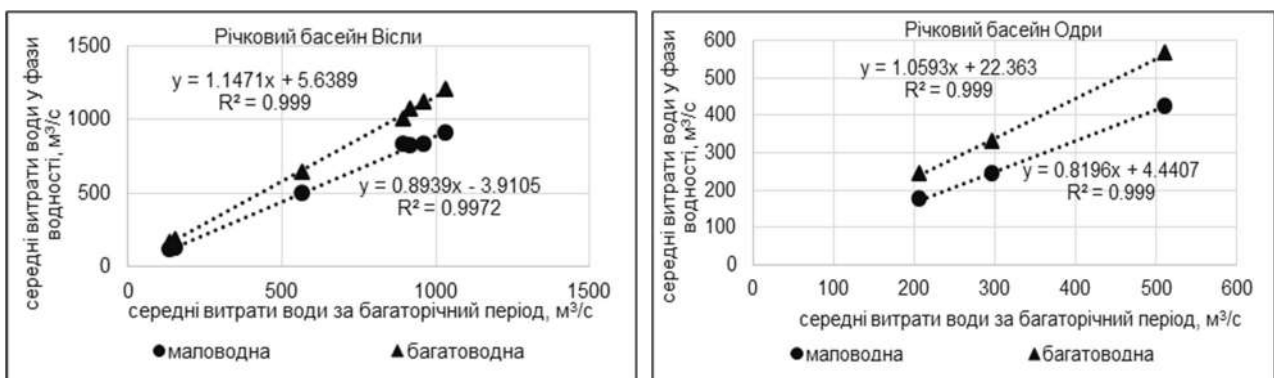


Рис. 2. Залежності між середнім річним стоком води та середнім річним стоком води у багатоводну та маловодну фази водності в басейнах річок Вісли та Одри

**Висновки.** Порівняльна оцінка коливань середнього річного стоку води річок у басейнах Дніпра, Вісли та Одри показала, що є певна синхронізація у формуванні багатоводних та маловодних фаз водності. Середні співвідношення між водністю фаз для річок басейну Дніпра знаходиться в межах від 1,2 до 1,5, для річок басейнів Вісли та Одри змінюється – від 1,3 до 1,4.

УДК 551.4

Паланичко О.В.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МАСШТАБІВ ЗАТОПЛЕНЬ ПАВОДКОВИМИ ВОДАМИ В МЕЖАХ ПЕРЕДГІР'Я ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Карпатський регіон є одним з найбільш вразливих регіонів до негативних впливів природних катаклізмів, зокрема гідрологічних небезпек. Важливо, що протягом останнього десятиріччя тут збільшилася кількість повеней та паводків. Основні причини цих стихійних лих – це значна кількість опадів, гірський рельєф та незадовільний стан водотоків, їх басейнів. Досить актуальними є дослідження умов формування, масштабів затоплень та наслідків повеней і паводків особливо для території передгір'я, де значно вища густина населення та активно ведеться господарська діяльність. Отримані знання сприятимуть розумінню і кращому управлінню ризиками цих стихійних лих, допоможуть розробляти та вдосконалювати існуючі ефективні заходи з пристосування до змін клімату та збереження екологічного стану регіону.

Для дослідження впливу гідрологічних небезпек, масштабів їх та завданих збитків необхідно залучати велику кількість різноманітних даних з різних джерел. Правильна та оперативна обробка такої інформації, аналіз та представлення результатів сприяє прийняттю правильних управлінських рішень.

Водний режим річок Передкарпаття характеризується переважанням величини та частоти формування паводків теплої пори року (дощових). Відповідно, вони суттєво впливають на процеси руслоформування. Під час проходження повені чи паводку зростають швидкості течії, рівні води, змінюється характер турбулентності, динамічна структура потоку та інше. Також змінюються витрати та характер руху наносів. Основним є вплив збільшення швидкостей течії та змін у внутрішній структурі потоку, тобто у його гідравліці, гідравлічних характеристиках. Саме їх вивчення важливе для пізнання процесів функціонування системи потік русло. Вони різні на різних ділянках течії, хоча водний режим при цьому може залишатися одним і тим самим. Тому важливо підкреслювати, що чинником є водно-гідравлічний режим на ділянці, який залежить як від водного режиму загалом, так і від місцевих умов.

Спостереження за характеристиками потоку проводяться під час вимірювання витрат води. Ділянки річок Передкарпаття з рухомими, часто розгалуженими руслами дуже слабо охоплені ними. Тому додатково використовуються дані експедиційних досліджень. А саме – нівелювання поперечних профілів з фіксацією рівнів високих вод.

В наш час традиційні методи збору даних дещо не відповідають сучасним вимогам, а також не можуть забезпечити дієвий контроль і управління ситуаціями, що виникають під час паводків. Для візуалізації різноманітних процесів важливе значення мають геоінформаційні системи. Варто зазначити, що використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) покращують якість інформаційного забезпечення, а сучасні технології дозволяють швидко та більш точно аналізувати дані.

Важливим є те, що використання методів ДЗЗ надає можливість систематично відстежувати стан відповідної території, забезпечує широку оглядовість, повторюваність, високу оперативність отримання необхідної інформації. Використання програмно-математичного інструментарію ГІС допомагає нам здійснювати збір, інтеграцію та автоматизовану обробку просторових даних (гідрологічних, аерокосмічних та ін.), аналізувати та моделювати географічні об'єкти, отримувати результати з їхньою візуалізацією. Також є можливість контролювати масштаби гідрологічних небезпек, отримувати оперативне прогнозування зон затоплення і планувати розміщення захисних споруд використовуючи ДЗЗ та ГІС-технології.

Для комплексного дослідження паводкової ситуації в межах передгір'я нами було застосовано супутникові дані різного просторового розрізнення та відповідні картографічні матеріали. Важливо зазначити, що оптичні зображення, через їхню високу роздільну здатність, мають широке використання. Проте є і недоліки, такі як обмеженість використання вночі та під час несприятливих погодних умов. Адже випадання опадів, що призводить до формування паводків супроводжується високою хмарністю. Це створювало певні труднощі дешифрування знімків та аналізу необхідної нам інформації. Проте, радарні знімки в даному дослідженні є кращими, бо можна отримувати дані і в нічний час доби чи під час високої хмарності.

Порівнявши радарні та оптичні супутникові зображення за період паводку 2020 року, по території Передкарпаття, ми в цьому переконалися. Звісно переваги є в радарних даних, що не залежать від хмарності і тому є найбільш ефективними для моніторингу паводкової ситуації в період зatoryжних дощів, коли небо повністю вкрите хмарами (рис.1).

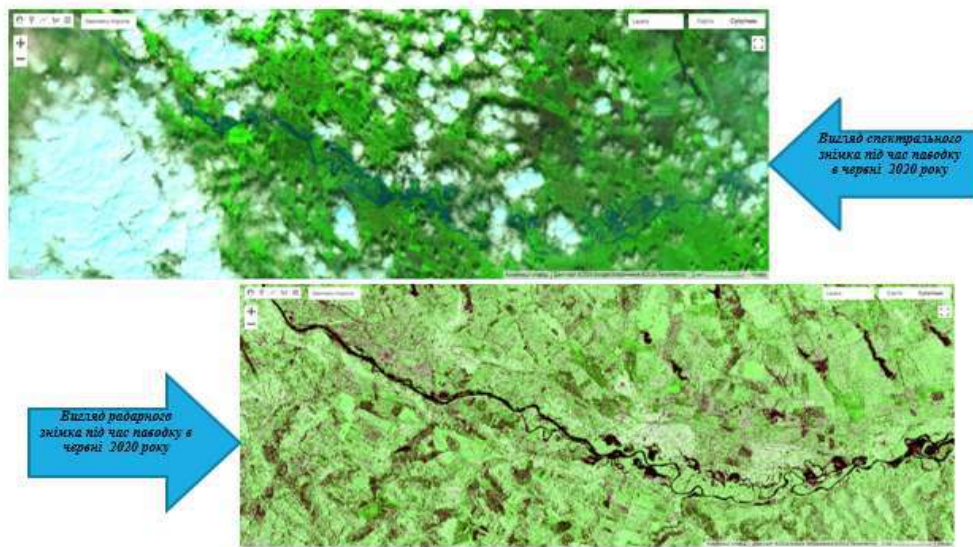


Рис. 1. Порівняння спектрального та радарного знімків 25 червня 2020 року

Для даного дослідження ми використовували відповідне програмне забезпечення при роботі із супутниковими знімками (QGIS) (рис.2.). Також для візуального порівняння радарних і спектральних супутникових зображень і створення водної маски ми застосували досить таки потужний на сьогодні хмарний сервіс обробки даних дистанційного зондування Землі - Google Earth Engine. Звісно, що для отримання якісних результатів робота з радарними даними потребує певних дій щодо обробки та покращення знімків. Відповідна програма SNAP, що містить інструмент Graph Builder (Конструктор графіків), суттєво скорочує кількість кроків обробки даних. Тобто, це дозволяє за допомогою схеми відобразити всі необхідні дії послідовно та запустити їх автоматично у певній послідовності. Таку схему можна застосовувати до інших необхідних для дослідження ділянок, що є досить важливо.

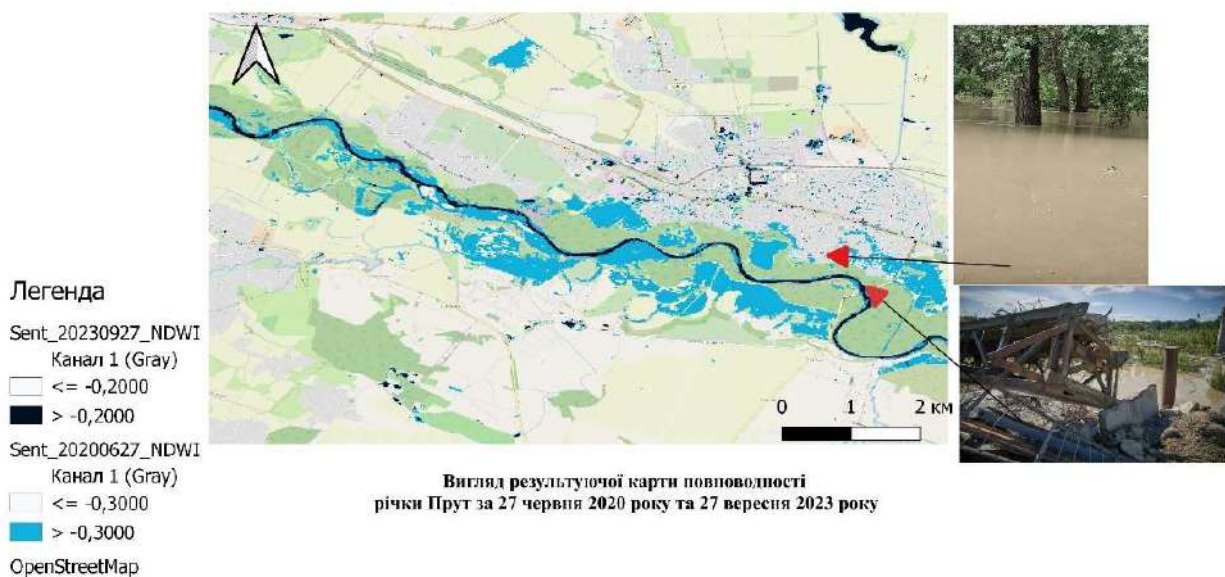


Рис. 2. Вигляд результуючої карти повноводності річки Прут 27 червня 2020 року

Отже, як бачимо застосування сучасних технологій аналізу даних ДЗЗ для дослідження масштабів затоплень паводковими водами має важливе значення, допомагає краще та якісніше вивчати та отримувати необхідні дані, доповнювати інформативно.

УДК 556.5+551.4+711.1+911.3+911.2:556

Пасічник М.Д., Бузей О.В.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна*

## **ІННОВАЦІЙНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ У ДОСЛІДЖЕННІ ТА УПРАВЛІННІ МОЛОДИМИ РІЧКОВИМИ ЛАНДШАФТАМИ**

В інтегрованому управлінні водними ресурсами важливо враховувати природно-антропогенні системи або ноосистеми, що формуються при взаємодії суспільства та природи. Земноводні ландшафти вздовж річок виконують важливі екологічні функції, такі як підтримка біорізноманіття, регулювання гідрологічних процесів та очищення води. Дослідження таких ландшафтів є ключовими для розуміння їх стану та динаміки, що дозволяє розробляти ефективні стратегії управління та збереження.

Використання сучасних методів дослідження, дозволяє отримувати детальні дані про структуру та функції ландшафтів вздовж річок. Важливість інтегрованого управління водними та земельними ресурсами підкреслюють міжнародні нормативні акти, такі як Водна Рамкова Директива ЄС, що передбачає створення планів управління річковими басейнами, Карпатська, Гельсінська та Рамсарська конвенції дія яких спрямована на інтегроване управління водними ресурсами, й включають охорону як поверхневих, так і підземних вод, що забезпечує стаке використання та збереження екосистем водно-болотних угідь.

Основні завдання публікації включають огляд наукових статей щодо використання ГІС-технологій у дослідженнях річкових ландшафтів та висвітлення методів збору, обробки і аналізу геопросторових даних за допомогою супутникових знімків.

Молоді річкові ландшафти є динамічними і чутливими до змін середовищами, що формуються під впливом гідрологічних та гідроморфологічних процесів. Дослідження таких ландшафтів дозволяє розуміти процеси, що визначають їх розвиток, та розробляти заходи для їх збереження і стійкого використання. Використання ГІС-технологій та даних дистанційного зондування, дозволяє отримувати точні дані про стан річкових систем і їх динаміку.

Дослідження молодих річкових ландшафтів на території України здійснюються вже кілька десятиліть, зокрема, в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича під керівництвом професора Ющенка Ю.С. Також, варто виділити праці професора І. Ковальчука з Львівського національного університету імені Івана Франка, який досліджує річково-басейнові системи Західної України, та його учнів – професорки Л. Дубіс, доцентів Б. Хомина, А. Михновича та інших. Професор Іван Ковальчук є одним з провідних фахівців у галузі річкових басейнових систем та їх управління. Його праці охоплюють питання атласного картографування та екологічного аналізу річкових систем. Професор Григорій Рудько з спеціалізується на стратегічній екологічній оцінці та прогнозуванні стану доквілля в річкових басейнах Західної України. Його дослідження спрямовані на інтеграцію екологічних і соціальних аспектів у планування водних ресурсів. В Київському національному університеті імені Тараса Шевченка дослідженням прируслових територій займався та займається велика кількість науковців. Серед них варто згадати: професора Василя Вишневецького, який проводив дослідження багаторічних змін водного режиму річок України. Його роботи є важливими для розуміння довгострокових процесів у річкових системах; професора Олександра Ободовського, який працює над гідроекологічною оцінкою руслових процесів. Його дослідження включають аналіз антропогенного впливу на річкові системи та розробку стратегій їх відновлення; професора Василя Гребеня, який проводить детальні дослідження гідрологічних процесів у прируслових територіях, зокрема, аналізує процеси затоплення, ерозії та відкладення наносів, використовує сучасні методи моделювання для прогнозування змін у гідрологічних умовах прируслових територій.

Серед закордонних науковців, хотіли б відзначити праці Maurizio Lazzari з університету Базиліката в Італії, який своїми працями зробив значний внесок у дослідження річкових ландшафтів. Його роботи зосереджені на використанні ГІС для аналізу флювіальної геоморфології та оцінки впливу антропогенних факторів на річкові системи.

Нашу увагу привернула також публікація вчених з Нідерландів та Австрії під керівництвом професора Amandine Pastor, яка присвячена аналізу методів оцінки екологічного потоку (eflow) для підтримки здоров'я річкових екосистем. Автори підкреслюють важливість

інтеграції екологічних вимог до глобальних оцінок водних ресурсів, використовуючи сучасні ГІС-технології для моделювання та моніторингу екологічного потоку.

Використання даних дистанційного зондування для моделювання гідрологічних процесів являється досить важливим в наш час, тому публікації вчених Simon Stisen, Karsten H. Jensen та інших з Данії привернули нашу увагу. Автори апробовують свою методику на прикладі басейну річки Сенегал, та демонструють можливість її інтегрування в гідрологічні моделі для покращення управління водними ресурсами.

У публікації Tharme R.E. з Інституту досліджень прісної води Кейптаунського університету значну увагу приділяється управлінню річковими територіями. Основний акцент робиться на оцінці екологічних потоків, які враховують потреби екосистем, включаючи прируслові території та зони біля річок. Методології екологічного потоку (eflow) допомагають визначати необхідні кількість та якість води для підтримки здоров'я річкових екосистем, що безпосередньо впливає на управління цими територіями.

Згідно опрацьованих публікацій, для оцінки стану річкових систем, авторами використовуються супутникові знімки високої роздільної здатності з супутників Sentinel-1 та Sentinel-2, а також Landsat-8. Дані з Sentinel-1, що використовує радарну технологію, дозволяють отримувати зображення незалежно від погодних умов та освітленості. Супутникові знімки Sentinel-2 та Landsat-8 забезпечують багатоспектральні дані, що дозволяють детально аналізувати поверхневі води, рослинність та ґрунти.

Проаналізувавши більше двох десятків українських та закордонних публікацій, можемо зробити висновок, що геоінформаційні системи дозволяють ефективно збирати, зберігати, аналізувати та візуалізувати просторові дані для дослідження річкових ландшафтів. Останні десятиліття у нас появилася можливість доповнювати наявний картографічний матеріал актуальними даними супутникових знімків про стан річкових систем, що дозволяє створювати детальні картосхеми та моделі річкових систем, аналізувати їхню структуру та функції.

Дослідження молодих річкових ландшафтів дозволяє розуміти процеси, що визначають їх розвиток, та розробляти заходи для їх збереження і стійкого використання. Використання сучасних ГІС-технологій та актуальних даних дистанційного зондування Землі, значно підвищує ефективність досліджень та управління річковими системами, що показав аналіз сучасних як українських так і закордонних публікацій.

#### Список використаної літератури

1. Ющенко, Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел : монографія. Чернівці : Рута. 320 с.
2. Ковальчук І., Ковальчук А., Ковальчук І., Царик Л., Павловська Т., Пилипович О. Концептуальні засади досліджень геоecологічного стану річково-басейнових систем та їх цифрового атласного картографування. Історія та методологія наукових досліджень. Наукові записки. №2. 2023С.4-16. doi:<https://doi.org/10.25128/2519-4577.23.2.1>
3. Ободовський О.Г. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси / О.Г.Ободовський, О.Є.Ярошевич. К.:Інтертехнодрук, 2006. 70 с.
4. Руслові процеси річки Лімниця / О.Г.Ободовський, В.В.Онищук. В.В.Гребінь, З.В.Розлач, О.С.Коноваленко, М.В.Яцюк.К.: Ніка-Центр, 2010. 256 с.
5. Lazzari M. GIS Application in Fluvial Geomorphology and Landscape Changes. Water. 2020; 12(12):3481. doi: <https://doi.org/10.3390/w12123481> .
6. Guerra V, Lazzari M. Geomorphic Approaches to Estimate Short-Term Erosion Rates: An Example from Valmarecchia River System (Northern Apennines, Italy). Water. 2020; 12(9):2535. doi: <https://doi.org/10.3390/w12092535> .
7. Pastor AV, Ludwig F, Biemans H, Hoff H, Kabat P. Accounting for Environmental Flow Requirements in Global Water Assessments. Hydrology and Earth System Sciences. 2014; 18(12):5041-5059. doi: <https://doi.org/10.5194/hess-18-5041-2014> .
8. Stisen S, Jensen KH, Sandholt I, Grimes DIF. A Remote Sensing Driven Distributed Hydrological Model of the Senegal River Basin. Journal of Hydrology. 2008; 354(1-4):131-148. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.03.006> .
9. Tharme R.E. A Global Perspective on Environmental Flow Assessment: Emerging Trends in the Development and Application of Environmental Flow Methodologies for Rivers. River Research and Applications. 2003; 19(5-6):397-441. doi: <https://doi.org/10.1002/rra.736> .
10. Lakshmi V, Alsdorf D, Anderson M, Biancamaria S, Cosh M, Entin J, et al. Remote Sensing of the Terrestrial Water Cycle. American Geophysical Union and John Wiley & Sons Inc.; 2015. doi:<https://doi.org/10.1002/9781118872086>



УДК 556.55:908.472.3

Сарнавський С.П.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **УМОВИ ЖИВЛЕННЯ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДЬНОГО ДНІПРА ТА ЇХНІ СУЧАСНІ ЗМІНИ**

Річки лівобережної частини Середнього Дніпра за типом свого живлення відносяться до IV типу річок згідно класифікації О.Воейкова. Живлення таких річок відбувається за рахунок трьох складових - підземного, снігового та дощового живлення. Для цього типу річок характерним є високе підняття рівня води внаслідок весняного водопілля, низька літньо-осіння і зимова межень та підвищений осінній стік за рахунок дощів. Всі річки регіону характеризуються змішаним типом живлення. Це було підтверджено в процесі аналізу середніх місячних витрат води за два 30-річні періоди: 1961-1990 та 1991-2020 рр. Перший з них – це період «кліматичної норми», визначений Всесвітньою метеорологічною організацією, а другий – сучасний кліматичний період. Було опрацьовано дані спостережень за стоком води по 18 гідрологічних постах регіону лівобережжя Середнього Дніпра в межах України. На основі них було побудовано 36 осереднених (за два періоди) гідрографів стоку та обрахована частка окремих видів живлення для кожної річки в створі гідропоста методом О.В.Попова. Аналіз даних свідчить, що у річок лівобережжя Середнього Дніпра в 1961-1990 рр. частки окремих видів живлення становили: підземне - 38-66 %, снігове 18-48 % та дощове 6-27 %.

Отже, більшість річок лівобережжя Середнього Дніпра в період 1961 – 1990 рр. мали мішаний тип живлення з поєднанням підземного, снігового та дощового живлення. Проте помітно регіональні відмінності по частці живлення в межах досліджуваного району. Так річки, що протікають в межах Придніпровської низовини, відчувають значний вплив близького залягання підземних вод в долині Дніпра. Це - пониззя Ворскли, Псла, Сули та річки, що стікають з Яготинської рівнини - Супій, Золотоношка, Трубіж. Глибина залягання ґрунтових вод тут найменша з поміж всього досліджуваного регіону, вони знаходяться на глибинах від 0 до 5-10 м та легко дреноються річками. Також значною часткою підземного живлення відзначаються Псел та Ворскла у верхній течії. Основна причина - глибоке врізання долин цих річок у відкладах гірських порід вапняку, крейди та мергелю. Водоносний горизонт у крейдових відкладах, що залягають на глибинах більше як 40 м, дреноється у межах Псла від витoku до м. Суми, а у Ворскли до м. Гайворон. Глибина залягання ґрунтових вод в регіоні складає 5-10 м. У цих районах напірні води, отримують поверхневу воду в межах вододілів, а долини річок, як найбільш знижені ділянки виступають зонами дронування. Великі показники підземного живлення характерні і для басейну Сули, особливо в басейнах її правих приток - Ромену, Удаю, Сліпороду та Оржиці. Причина неглибоке залягання ґрунтових вод на глибині 5-10 м, значне заболочення 5-11% території. В межах басейну Удаю з Лисогором та Роменом наявні напірні підземні води в межах синеклізи ДДЗ. В середніх течіях басейнів Псла та Ворскли, через збільшення глибини залягання ґрунтових вод до 15 м, менше врізання долин цих річок та наявність суглинистих та глинистих гірських порід, які виконуватимуть роль водотривів, частка підземного живлення зменшується.

Другим характерним типом живлення для річок лівобережжя Середнього Дніпра є снігове. Зрозуміло що снігові запаси формуються і накопичуються в досить зволжених та прохолодних регіонах басейну. Чим тривалішим, вологішим та прохолоднішим є зимовий період року, тим більші об'єми стоку будуть навесні під час танення снігу. За нашими даними найбільші частки снігового живлення є характерними для двох ландшафтно-гідрологічних районів (ЛГР) лівобережжя Середнього Дніпра - Полтавського рівнинного та Східноукраїнського схилово-височинного. Максимальні показники снігового живлення спостерігаються в середній течії Ворскли, Псла та Сули з їх притоками Мерлом, Хоролом, Удаєм та Сліпородом. Це обумовлено максимальними для регіону сумами опадів в холодний період року, вологою осінню, незначною кількістю відлиг взимку та поширенням суглинистих та глинистих ґрунтів. Частка снігового живлення в зазначених вище басейнах складала 36-49%. Максимальні значення спостерігалися в басейні Сули. У верхній течії Псла та Ворскли також були сприятливі умови до формування значної частки снігового живлення в межах 36-

45 %. Менші значення снігового живлення (30-32 %) спостерігались в нижніх течіях Псла та Ворскли, які розміщуються в північностеповій підзоні степу з вищими значеннями температура повітря взимку та значною кількістю відлиг. Найменша частка снігового живлення в межах (18-27 %) спостерігалась на малих річках Центральнодніпровського низовинного ЛГР - Трубежу з Недрою, Супою, Золотоношці. Причинами цього є вищі температури повітря в зимовий період в межах, більша кількість днів з відлигами, менші снігозапаси. Навесні при значно меншому шарі снігового покриву та піщаної структури ґрунтів значна кількість талої води швидко поглинається ґрунтом, не утворюючи поверхневого стоку. Це сприяє збільшенню частки підземного живлення та підтримці сталого відсотку заболоченості в межах 2-5 %.

Третьою складовою живлення річок лівобережжя Середнього Дніпра є дощове. Можна виділити три ключові райони з високою часткою дощового живлення (від 15 до 27 %). По-перше, це осьова частина лівобережжя Середнього Дніпра від басейну Удаю на півночі до басейну середньої течії Ворскли на південному сході. Дана частина досліджуваного суббасейну влітку підпадає під вплив циклонів північно-західного, західного та південно-західного напрямку. Максимальна частка дощового живлення характерна для нижньої течії Трубежу - 27%, причиною цього є надходження значної кількості опадів з квітня по жовтень з південними та південно-західними циклонами. Третім районом зі значною часткою дощового живлення є басейн Ворскли, особливо в осінній період коли в межах басейну часті дощові паводки. Частка дощового живлення складає від 15 % у верхів'ї Ворскли до 26 % в межах її середньої течії, та 22 % - в нижній течії річки.

Якщо поглянути на зміни часток живлення річок лівобережжя Середнього Дніпра в період 1991-2020 рр. у порівнянні з 1961-1990 рр. (табл. 1) бачимо досить значне зменшення часток снігового та підземного живлення, що пов'язане із розширенням меж теплого періоду року при зростанні середньорічної температури повітря з 7,8 °С в період кліматичної норми 1961-1990 рр. до 8,9 °С в сучасний кліматичний період. В період 1991-2020 рр. в межах досліджуваної частини басейну Середнього Дніпра, був менш вологим за попередній, кількість опадів зменшилась на -7,75 мм/рік.

Таблиця 1. Зміни частки окремих видів живлення річок за два характерні періоди , у %

Назва річки	Підземне	Снігове	Дощове	Опис змін
Псел у верхній течії (Суми)	24	-21	-3	Скорочення частки снігового та дощового живлення
Псел у серед. течії (Гадяч)	7	-9	2	Скорочення частки снігового живлення
Псел у нижній течії (Запсілля)	-17	13	3	Скорочення частки підземного живлення
Хорол	11	-12	0	Скорочення частки снігового живлення
Ворскла Чернеччина	-8	2	6	Скорочення частки підземного живлення
Мерло	-3	-2	5	Скорочення частки підземного та снігового живлення
Ворскла Кобеляки	-5	-3	8	Скорочення частки підземного та снігового живлення
Сула у верхній течії (Зеленківка)	1	-14	13	Скорочення частки снігового живлення
Сула у серед. течії (Ромни)	-16	3	13	Скорочення частки підземного живлення
Сула у нижній течії (Лубни)	-2	-6	8	Скорочення частки снігового та підземного живлення
Трубіж у серед. течії (Баришівка)	-8	-2	9	Скорочення частки підземного та снігового живлення
Недра	-4	3	2	Скорочення частки підземного живлення
Трубіж у нижній течії (Переяслав)	-10	4	6	Скорочення частки підземного живлення
Оржиця	0	4	-4	Скорочення частки дощового живлення
Сліпорід	9	-15	6	Скорочення частки снігового живлення
Удай	-5	0	5	Скорочення частки підземного живлення
Супій	-3	-3	6	Скорочення частки підземного та снігового живлення
Золотоношка	-8	4	5	Скорочення частки підземного живлення
Середнє значення в м. лівоб. Серед. Д.	-2,1	-3,0	5,0	Скорочення частки снігового та підземного живлення

Підтверджено результатами аналізу середніх місячних витрат води за два 30-річні кліматичні періоди 1961-1990 та 1991-2020 років, зменшення підземного -2% та снігового живлення -3% на фоні загального зменшення стоку річок призвело до зростання частки дощового живлення +5%.

УДК 556.166

Сіваєв Д.В., Шакірзанова Ж.Р.

*Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна*

## ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ТЕНДЕНЦІЇ МАКСИМАЛЬНОГО ТАЛО-ДОЩОВОГО СТОКУ РІЧОК УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Для оцінювання та визначення розрахункових характеристик максимального стоку річок зазвичай використовують ймовірнісний підхід, тобто статистичні методи, які потребують використання багаторічної гідрометеорологічної інформації за ретроспективний період спостережень [1]-[3]. В результаті використання статистичних методів отримуються середнє значення, коефіцієнти варіації та асиметрії, витрати води різної ймовірності перевищення, але набору такої інформації не завжди буває достатньо для вирішення багатьох практичних завдань. Поширений в сучасній практиці комплексний гідролого-генетичний метод статистичного дослідження часових рядів спостережень базується на побудові графічних методів таких, як графіки кореляційного зв'язку, сумарні криві, хронологічні графіки, інтегральні криві відхилень та ін. [3].

Метою роботи є дослідження просторово-часових тенденцій максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся (правобережна частина).

Річки території характеризуються формуванням максимального стоку від танення снігу і випадіння дощових опадів у зимово-весняний період. В останні роки зміна клімату спричинила значну різноманітність у виникненні річкових повеней, яка виявляється у збільшенні або зменшенні частоти повеней, зміні часу їх формування та проходження. Дослідження на річках Українського Полісся показують, що повені стали виникати в більш ранні, майже зимові місяці року внаслідок танення снігу та випадання опадів (як, наприклад, у 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 рр.). Це призводить до формування максимального тало-дощового стоку річок. Одночасно з цим, через зменшення снігового покриву і швидке танення снігу внаслідок підвищених температур повітря, повені зменшуються за своєю величиною і розповсюдженням по території. Одночасно з цим при потеплінні клімату збільшується ймовірність виникнення катастрофічних повеней змішаного сніго-дощового характеру. Такий гідрологічний режим річок призводить до зростання економічних збитків, пов'язаних з формуванням екстремальних повеней.

Для статистичної обробки часових рядів гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля були прийняті дані стокових спостережень по 47 гідрологічному посту Державної мережі (ДСНС України) в межах басейнів річок Українського Полісся (правобережна частина відносно р.Дніпро). У роботі досліджено однорідність і стаціонарність максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся за гідролого-генетичним аналізом. З цією метою були побудовані сумарні криві, різницеві інтегральні криві, хронологічні графіки шарів стоку та максимальних витрат води (виражених у відносних величинах - модульних коефіцієнтах по 9 гідрологічних постах з періодом спостережень від 59 до 96 років).

Побудовані сумарні криві шарів максимального тало-дощового стоку деяких річок Українського Полісся показали майже відсутність відхилень від прямої лінії, що дозволило більшості рядів спостережень шарів максимального тало-дощового стоку річок віднести до статистично однорідних (наприклад, рис.1а). На відміну від шарів стоку, сумарні криві максимальних витрат води тало-дощового стоку деяких річок Українського Полісся (наприклад, рис.1б) показали, що ряди спостережень є неоднорідними. Їх вигляд указує на те, що для досліджуваних річок є точка перегину, після якої змінюється тенденція максимального стоку води, а криві мають випуклу форму. Такий вигляд сумарних кривих свідчить про відсутність односпрямованих стійких тенденцій максимальних витрат води тало-дощового стоку річок Українського Полісся.

Найбільш вірогідними з причин порушення однорідності часових рядів максимальних витрат води тало-дощового стоку річок Українського Полісся є перерозподіл стоку за рахунок метеорологічних чинників, суттєвий вплив антропогенної діяльності, такої як, значна зарегульованість стоку, а в сучасний період й вплив зміни клімату на гідрологічний режим річок.

Хронологічні графіки для максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся (як для шарів стоку, так і для максимальних витрат води) вказують на наявність коливань водності річки з року в рік при вираженій тенденції до зменшення стоку за багаторічний період, особливо максимальних витрат води. При цьому оцінена значущість коефіцієнту кореляції тренду  $r$  (за виконання умови  $r > 2\sigma_r$ , коли тренд вважається

значущим), показала, що тренди мають значущий коефіцієнт кореляції для максимальних витрат води всіх річок, а для шарів стоку тільки для половини постів. Строки початку проходження максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся з року в рік мають періодичний характер але спостерігається тенденція зі значущим коефіцієнтом кореляції до їх зміщення до більш ранніх дат, особливо, у сучасний період потепління клімату.

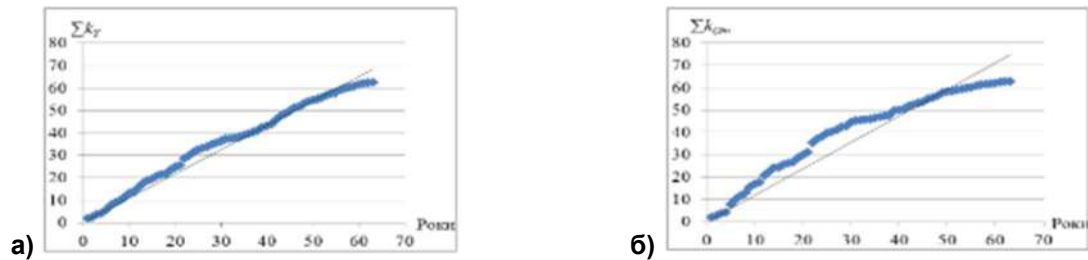


Рис. 1. Сумарні криві шарів а) та максимальних витрат води б) тало-дощового стоку р. Горинь-с. Деражне,  $F = 9160 \text{ км}^2$ , 1958-2020 рр.

За різницевиими інтегральними кривими тало-дощового стоку для всіх розглядуваних річок Українського Полісся можна виділити цикли водності, початок багатоводної фази яких важко визначити через недостатність даних, але майже для всіх річок ця фаза спостерігається з самого початку спостережень за стоком. і продовжується майже десять років - до 1971-1981 року при формуванні в цей період високих водопіль 1979 і 1980 років. Маловодна фаза для річок групи починається з 1972 або 1982 року і триває до 2020 року.

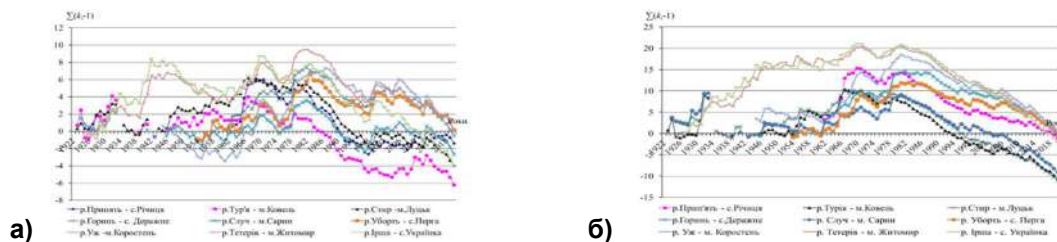


Рис. 2. Різницеві інтегральні криві шарів стоку (а) та максимальних витрат води (б) тало-дощового стоку річок Українського Полісся

Узагальнюючи результати аналізу коливань максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся за інтегральними кривими шарів стоку та максимальних витрат води можна відзначити, що вони синхронні і точки перегину інтегральних кривих майже співпадають, при цьому їх загальний вигляд через різні співвідношення відхилень можуть дуже відрізнятися і, внаслідок цього, закінчення однакових фаз водності за цими кривими в багаторічному розрізі можуть не співпадати.

Таким чином, проаналізувавши хронологічний хід стокових величин максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся можна відмітити, що практично всі вони мають цикли коливань водності, що й обумовлює виражені тренди в часових рядах максимального стоку. Приймаючи до уваги наявні матеріали спостережень (з періодом до 2020 року) розраховані значення коефіцієнтів варіації тало-дощового стоку річок Українського Полісся коливаються для максимальних витрат води в межах 0,52-1,41 і для шарів стоку - 0,47-1,27. Середнє співвідношення  $C_s / C_v$  отримано на рівні 2,0.

Для подальшого обґрунтування розрахункових й прогностичних методик максимального тало-дощового стоку річок Українського Полісся статистичні характеристики узагальнені від їх середніх величин, географічного положення і розмірів водозборів річок.

#### Список використаної літератури

1. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices. 6<sup>th</sup> edition. WMO. No. 168, 2009. 302 p.
2. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеськ. державний екологічний університет. Одеса: ТЕС. 2014. 484 с.
3. Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 268. С. 73-81.

УДК 556:502/504(477)"364"

Стельмах В.Ю.

**Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна**

## **АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ УКРАЇНИ**

Повномасштабне вторгнення росії на територію України має руйнівні наслідки. Одним із тих природних ресурсів, який зазнає чи ненайбільшого негативного впливу від воєнних дій на території нашої держави є водні ресурси. З метою отримання результатів сучасного гідроекологічного стану водних об'єктів України було здійснено забір проб води з різних областей країни (Волинська, Київська, Одеська, Миколаївська, Харківська, Донецька), що дало змогу встановити певні закономірності щодо стану екосистем та ступеня прояву воєнної агресії на території дослідження. До прикладу, у Волинській області з початку повномасштабного вторгнення не відбувалися активні бойові дії, Одеська та Миколаївська області постраждали внаслідок руйнування Каховської ГЕС, мінування морської акваторії тощо. Київська область, а саме місто Ірпінь знаходилось під окупацією протягом місяця з початку повномасштабної війни, а на момент проведення аналізів було деокупованим. Населений пункт в Донецькій області, де відбувався забір води, і досі знаходиться під окупацією, а Харківська область була і є місцем активних бойових дій. Забір проб води відбувався за наступною хронологією, яка відображена у таблиці 1.

Таблиця 1 Хронологія заборів проб води під час проведення дослідження (літо 2023 року)

КТ	Населений пункт	Адміністративна область	Водний об'єкт	Дата забору проби
1	м. Чугуїв	Харківська	р. Сіверський Донець	30.06.2023
2	м. Ірпінь	Київська	р. Ірпінь (Романівський міст)	29.07.2023
3	м. Ірпінь	Київська	р. Ірпінь (Центральний пляж)	29.07.2023
4	м. Луцьк	Волинська	р. Стир	13.08.2023
5	м. Одеса	Одеська	Чорне море	15.08.2023
6	с. Кошари	Одеська	Тилігульський лиман	17.08.2023
7	м. Краматорськ	Донецька	р. Казений Торець	17.08.2023
8	с. Миколаївка	Донецька	р. Сіверський Донець	18.08.2023
9	м. Миколаїв	Миколаївська	р. Південний Буг	20.08.2023

■ відсутність активних бойових дій ■ активні бойові дії ■ окупація ■ деокупація

Відбір проб води у зазначених пунктах та визначення гідрохімічних показників виконувалося згідно зі стандартними методиками [1]. Хімічний аналіз проб за 32 показниками виконаний у лабораторії іонного обміну та адсорбції ХТФ Національного технічного університету України КПІ ім. Ігоря Сікорського (Свідоцтво № ПТ-191/23 від 29.05.2023 р.). Варто зазначити, що практично у всіх пробах спостерігалось перевищення за наступними показниками: марганець, перманганатна окиснюваність, феноли, фосфор, ортофосфати та певні важкі метали.

Аналіз отриманих аналізів проб води показує, що рівень рН у всіх контрольних пунктах знаходиться у межах норми та коливається від 7,48 до 8,41. Показники каламутності перевищенні у всіх пробах води, відібраних у прісних природних джерелах і коливаються від 0,7 до 4,9 мг/дм<sup>3</sup>. Найвище значення каламутності відзначається в КТ 9. Варто зазначити, після повномасштабного вторгнення рф з метою забезпечення населення в зоні бойових дій або інших надзвичайних ситуацій питною водою належної якості наказом Міністерства охорони здоров'я України від 22.04.2022 №683 затверджені Державні санітарні норми і правила «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» [2]. Таким чином, було послаблено деякі вимоги до якості води, зокрема кольоровість може сягати 3,5 градуси (замість 1 у мирний час), проте зразки відібрані у м. Краматорськ та м. Миколаїв перевищують навіть ці нормативи. Внаслідок обстрілів і бомбардувань було пошкоджено водопровідні та каналізаційні мережі. Це призвело до змішування стічних вод з природною водою та до підвищення кольоровості води.

Перевищення нормативів сухого залишку зафіксовано у чотирьох контрольних точках: у пробах води з Тигулійського лиману та з Чорного моря, а також на КТ у м. Миколаїв та Краматорськ. Сухий залишок води в морській і лиманній воді (КТ 5, КТ 6) може бути високим через вивітрювання гірських порід, розчинення мінеральних солей в ґрунті тощо. Перевищення нормативів у КТ 7 та КТ 9, швидше за все, пов'язані із веденням активних бойових дій на цій території. Сухий залишок може бути підвищений через потрапляння у водні об'єкти стічних вод. Стічні води містять різні розчинені речовини, такі як мінеральні солі, органічні речовини, важкі метали та інші хімічні речовини. Окрім того, у Миколаєві й Краматорську пошкоджені промислові підприємства, а також порт у місті Миколаїв. Це призвело до потрапляння у воду хімічних речовин або міндобрив.

Значення загального заліза перевищено у всіх пробах води, за виключенням річки Стир у м. Луцьк, проте варто зазначити, що якщо враховувати гігієнічні нормативи ДСанПін в умовах воєнного стану, то показники на всіх КТ знаходяться в межах норми. Аналіз вмісту марганцю у відібраних пробах води показує, що перевищення нормативів у 6 із 9 зразків. Найбільші перевищення зафіксовані в річці Ірпінь  $0,075-0,187$  мл/дм<sup>3</sup>, в річці Південний Буг у м. Миколаїв  $0,218$  мл/дм<sup>3</sup>, в річці Казений Торець в м. Краматорськ –  $0,053$  мл/дм<sup>3</sup>, в річці Сіверський Донець в с. Миколаївка та в м. Чугуїв  $0,054 - 0,073$  мл/дм<sup>3</sup>. Однією із причин наявності марганцю у воді є вибухові речовини, адже перевищення даного показника зафіксовано у населених пунктах на лінії фронту, або ж в тих, які були окуповані. Вибухові речовини, такі як тротил і динаміт, містять марганець. Коли вони вибухають, то можуть виділяти марганець у навколишнє середовище. Це може призвести до забруднення поверхневих і підземних вод марганцем [3].

Вміст фосфору та ортофосфатів не регламентується нормами для питної води. Однак, загально прийнято, що концентрація фосфору в прісній воді повинна бути на дуже низькому рівні. Найвищі значення вмісту фосфору зафіксовані в пробах, відібраних в м. Ірпінь, м. Краматорськ, с. Миколаївка та в с. Кошари. Значний вміст фосфору у КТ 2, 3, 7, 8 може свідчити про нераціональність використання ресурсів сільського господарства, злив комунальних стічних вод, промислові викиди. У КТ 9 надмірний вміст фосфору може бути спричинений будь-якими змінами в екосистемі даного об'єкта. Зміна рослинності або наявність великої кількості водоростей, можуть вплинути на цикл фосфору, що призводить до його підвищеного вмісту.

Оскільки максимально допустимі значення більшості важких металів не є регламентованими, то оцінити поточну ситуацію доволі складно. Проте, з отриманих результатів можна стверджувати, що найбільше вміст важких металів серед усіх досліджуваних об'єктів зафіксовано в р. Ірпінь (м. Ірпінь), р. Сіверський Донець (м. Чугуїв та с. Миколаївка), р. Казений Торець (м. Краматорськ), р. Південний Буг (м. Миколаїв). Підвищений вміст важких металів на цих територіях може бути зумовлений потраплянням у воду продуктів горіння від пожеж, що виникають у результаті бойових дій, детонації снарядів, знищення військової техніки тощо.

З продовженням війни, подібні атаки та екоциди можуть повторюватися, що значно погіршить стан більшості водних об'єктів України. Наслідки збройної агресії повної мірою можна буде оцінити лише після повної деокупації всіх окупованих регіонів та після розмінування території України. Разом із тим вже сьогодні можна стверджувати, що гідроекологічний стан природних водотоків та водойм в Україні за час повномасштабної війни щораз погіршується і дослідження його є одним із найбільш актуальних питань сучасності.

### Список використаної літератури та джерел

1. ДСТУ ISO 5667-4:2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо відбирання проб із природних та штучних озер (ISO 5667-4:2003, IDT). [Дата введення в дію 01.07.2004]. Держспоживстандарт. 8 с.
2. Наказ МОЗ «Про затвердження «Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». № 683 від 22.04.2022 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37900?an=1>
3. Ukraine. Nova Kakhovka Dam breach – DG ECHO Daily Map (2023, June, 06). ReliefWeb. Retrieved from <https://re-liefweb.int/map/ukraine/ukraine-nova-kakhovka-dam-breach-dg-echo-daily-map-06062023> (2023, June, 10).

UDC 556.166

Yurii Tuchkovenko<sup>1,2</sup>, Dmitro Kushnir<sup>1</sup>, Valeriya Ovcharuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Odessa National I.I.Mechnikov University, Odesa, Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine*

## **MODELING THE DISTRIBUTION OF TRANSFORMED WATERS OF THE DNIPRO RIVER IN THE BLACK SEA FOLLOWING THE ARTIFICIAL FLOOD CAUSED BY THE KAKHOVKA DAM DESTRUCTION**

On the night of June 6, 2023, Russian occupying forces blew up the dam of the Kakhovka hydroelectric power plant (HPP), which is located on the Dnipro River in the Kherson region of Ukraine.

As a result of the HPP blowing up, there was an intensive leakage of water from the Kakhovsky Reservoir. As of 12.06.2023, 14.4 km<sup>3</sup> of water entered the lower Dnipro River, which formed 72% of the volume of water in the reservoir before the dam destruction (or 27% of the total volume of the average annual natural flow of the Dnipro, which makes up 53.5 km<sup>3</sup>). According to rough estimates, water discharges through the dam opening in the first days after the dam destruction amounted to over 40000 m<sup>3</sup>/s.

The Black Sea consequently received many different types of pollutants, which were contained in the waters of the Kakhovsky Reservoir and in the sediment at its bed, and were also washed away by the water flow from the flooded areas of the lower Dnipro River (more than 2000 ha).

Access to the coastal areas at the mouth of the Dnipro River and in the north-western part of the Black Sea (NWBS) is extremely limited due to military operations, and it is almost impossible to conduct field studies in the open sea. The main sources of information for assessing the spatial and temporal extent and specific features of contaminated river water distribution in the sea are data from remote satellite sensing of the sea surface and results of mathematical modeling.

Numerical modeling of polluted transient water spread from the Dnipro-Bug estuary to the NWBS water area after dam destruction was performed. The simulation was carried out with the use of well-known numerical hydrodynamic model Delft3D-Flow Flexible Mesh (D-Flow FM). An unstructured computational mesh was generated for the model runs. The mesh covered the entire water area of the Black and Azov Seas and contained the high-resolution area for the NWBS region. In the vertical, the terrain-following  $\sigma$ -coordinate system was specified, which consisted of 7 vertical layers with non-uniform layer thicknesses.

The modelling period was 30 days (06.01.2023-06.30.2023). At the lateral open boundary of the model (mouth of the Dnipro River) the boundary conditions were imposed as water level time-series based on the observation data from the hydrological post "Kherson". Boundary conditions for water temperature were imposed on the basis of information obtained from the hydrological station "Kiev" of the Central Geophysical Observatory of Ukraine. Mineralization of river water was assumed to be 2 mg/dm<sup>3</sup>. At the upper (atmospheric) open boundary the model was forced by  $u$ - and  $v$ -wind stresses and mean sea level pressure fields with the 3-hour time step and 0.25°-degree spatial resolution, obtained from the Global Forecasting System (GFS) NOMADS archive.

Modelled salinity of seawater (Fig.1) and concentration of tracer with neutral buoyancy, which entered the sea together with transformed river waters, were considered indicators of intrusion and spreading of polluted transient waters from the Dnipro-Bug estuary.

To verify the modelling results, observational data of water salinity variability at the marine hydrometeorological station "Odesa-Port" and satellite images of sea surface color were used.

According to the model results, it was found that the plume of desalinated (with salinity < 10 ppt) and polluted waters initially propagated westward along the northern coast of the NWBS towards the city of Odesa. From June 9-10, 2023 the contaminated water plume started to spread along the western coast of the NWMC. On June 14, 2023, the plume reached the northern bounds of the Danube River estuary area, near the coast of the Tuzla group of lagoons.

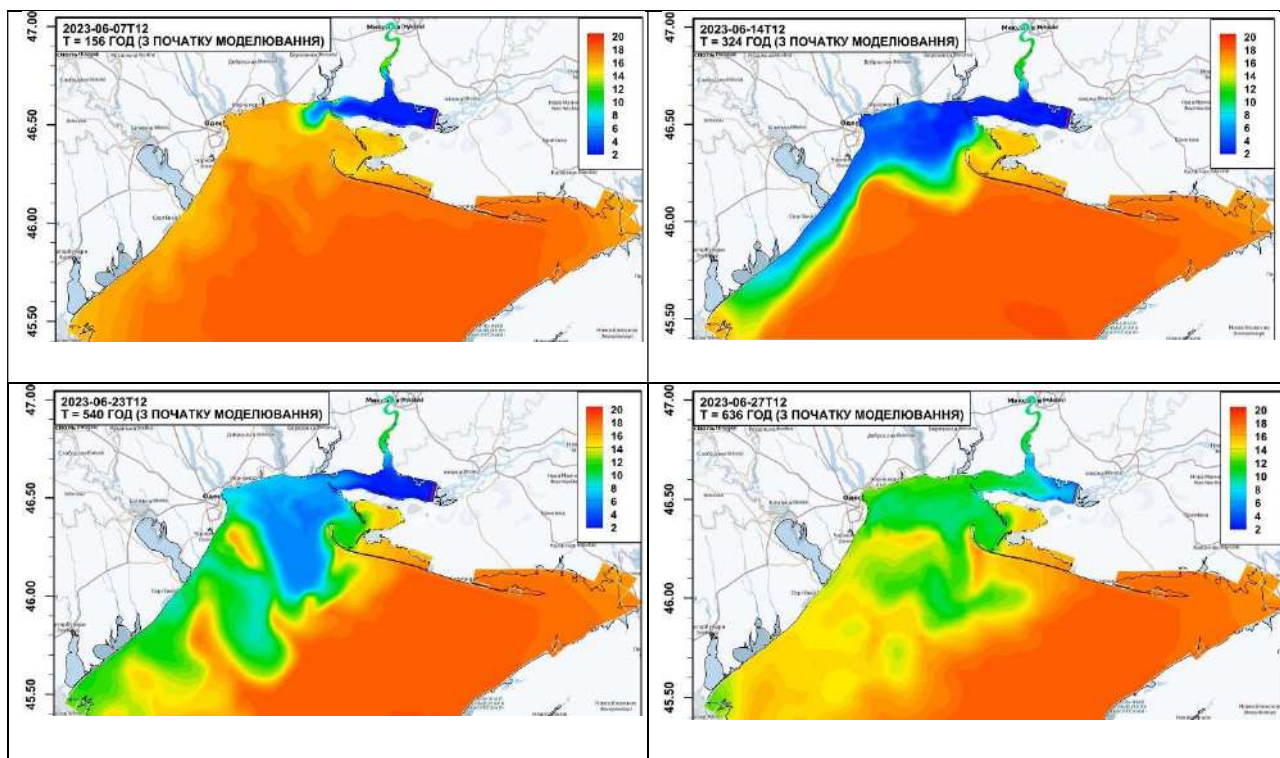


Fig. 1. Changes in the spatial distribution of water salinity in the northwestern part of the Black Sea from June 7 to June 27, 2023, based on modeling results [1].

This narrow plume of contaminated fresh water subsequently diffused in the direction of the open sea, with the formation of so-called “tongues” of water with reduced salinity, which were spotted in the areas of the Dniester and Danube-Dniester seabed rises. In addition, the plume of desalinated water spread southward from the Odessa Bank towards the open sea, flowing over the Tendrovsky bottom uplift. The simulation results are in good agreement with satellite information about sea surface color, clarifying and supplementing them with additional data. A conservative spill of neutral buoyancy, whose concentration at the open boundary of the model was 100%, was modeled as a tracer of pollution spreading with transient waters from the Dnipro-Bug estuary. A simulation showed that in the Odessa area of the NWBS the pollution level is reduced to 60% of the initial level due to hydrodynamic dilution. At the Danube-Dniester mouth area, the concentration of polluted waters decreases to 30% of the initial one.

It is shown that in the first days after the dam breach, significant sea level gradients were formed in the Dnipro-Bug estuary, which were caused by the inflow of large volumes of desalinated transient waters. At the hydrological front, density currents emerged between the transformed river waters and the surrounding sea waters, significantly influencing the formation of water circulation and, consequently, the distribution of the plume of desalinated waters and conditional pollutants.

The behavior of the plume of desalinated transient waters, spreading from the Dnipro-Bug estuary, and the position and configuration of the hydrological front were affected by wind conditions. Though wind currents were not dominant in the water area, they influenced water dynamics and distribution of spill concentrations, e.g. chlorophyll-a. They contributed to the intrusion of transformed river water towards Odesa along the coastal shallow waters.

Thus, the application of the numerical hydrodynamic model D-Flow FM in combination with the satellite data allowed us to determine the characteristics of the distribution of large volumes of desalinated and polluted transient waters from the Dnipro-Bug estuary, which entered the northwestern part of the Black Sea as a result of the destruction of the Kakhovka HPP dam in June 2023.

1. Tuchkovenko, Y. S., Kushnir, D. V., Ovcharuk, V. A., Sokolov, A. V., & Komorin, V. N. (2023). Characteristics of Black Sea dispersion of freshened and polluted transitional waters from the Dnipro-Bug estuary after destruction of the Kakhovka Reservoir dam. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (32), 95-114. <https://doi.org/10.31481/uhmj.32.2023.07>



УДК 551.5; 061.1

**Хільчевський В.К.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ РІЗНИХ ЦІЛЕЙ: ЕВОЛЮЦІЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ В УКРАЇНІ ПРОТЯГОМ 2014-2022 рр.**

Аналіз публікацій показує, що значна кількість дослідників в Україні проявляє інтерес до оцінювання якості води річок, озер, водосховищ, ставів. Але варто зазначити, що не всі автори мають чітке уявлення про сучасний стан нормативної бази у сфері оцінювання якості води для різних цілей. В низці публікацій, що вийшли протягом 2018-2024 рр., можна зустріти застосування для оцінювання якості води застарілих методик і нормативних документів, що втратили чинність в Україні (ГОСТи та СанПіНи СРСР тощо). Тому висвітлення сучасних підходів стосовно нормативного оцінювання якості води в Україні є питанням надзвичайно актуальним.

Одне з визначень поняття «якість води» є наступним. Якість води – це поєднання хімічного і біологічного складу і фізичних властивостей води, що визначає її придатність для конкретних видів водокористування.

Оцінювання якості води завжди базується на певних нормативах. Нормування – це встановлення у директивному порядку регламентованих величин, допустимих меж того чи іншого показника. Нормативи якості води - встановлені у директивному порядку значення показників якості води (фізичні, хімічні, біологічні), що відповідають певним вимогам, при яких надійно захищається здоров'я людини, створюються сприятливі умови для різних видів водокористування, охорони вод та екологічного благополуччя водного об'єкта. Нормативні методики оцінювання якості води – це затверджені у директивному порядку документи, в основу яких покладено нормативи якості води. Використання нормативних методик є обов'язковою умовою при проектуванні, складанні офіційних довідок та заключень тощо.

За останні роки в Україні відбулося багато змін, які стосуються як моніторингу вод, так і нормативних методів і методик оцінювання якості води для різних цілей, що зумовлено курсом на інтеграцію з методичними підходами у цій сфері в Європейському Союзі. Значним стимулом цього процесу стало підписання в 2014 р. Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, що зумовило реформування багатьох сфер діяльності, в тому числі й пов'язаної з управлінням водними ресурсами та їхньою якістю. Нижче коротко зупинимося на деяких аспектах.

- 1 лютого 2015 р. набув чинності ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості».

- 1 січня 2017 р. скасовано чинність актів санітарного законодавства УРСР та СРСР, що стало важливою особливістю нормування якості води для різних цілей на сучасному етапі. Тому, приступаючи до оцінювання якості води для гігієнічних цілей, слід керуватися розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про визнання такими, що втратили чинність, та такими, що не застосовуються на території України, актів санітарного законодавства» від 20.01.2016 р. № 94-р, яким визнано такими, що не застосовуються на території України, акти санітарного законодавства, видані центральними органами виконавчої влади УРСР та СРСР, в тому числі санітарні правила і норми. У 2017 р. ліквідовано Державну санітарно-епідеміологічну службу (постанова Кабінету Міністрів України від 29 березня 2017 р. № 348). Виконання її функцій забезпечують МОЗ, Держслужба з питань праці та Держпродспоживслужба.

- У 2018 р. затверджено «Порядок здійснення державного моніторингу вод» (постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. № 758).

- У 2019 р. затверджена «Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод» (наказ Мінприроди України від 14.01.2019 р. № 5).

Ці два документи привнесли радикальні зміни в сферу моніторингу вод та екологічного оцінювання якості вод в Україні.

• 1 жовтня 2019 р. набув чинності стандарт ДСТУ 2439:2018 «Хімічні елементи та прості речовини. Терміни та визначення основних понять, назви й символи», у якому повернуто більшість українських назв хімічних елементів та правило написання назв елементів з маленької літери. Новий стандарт хімічних термінів замінив ДСТУ 2439-94, який діяв протягом 1994-2019 рр.. Досвід вживання латинізованих назв елементів було визнано незадовільним.

• У 2022 р. «Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» (наказ МОЗ України від 2.05.2022 р. № 721) з переліком гранично допустимих концентрацій (ГДК) або орієнтовно допустимих рівнів (ОДР) 1378 речовин.

Оцінювання якості води здійснюється для екологічних цілей та господарсько-питного, господарсько-побутового (рекреаційного), рибогосподарського водокористування (рис.). Для кожної з цих цілей існують свої нормативні документи зі своїми методиками.

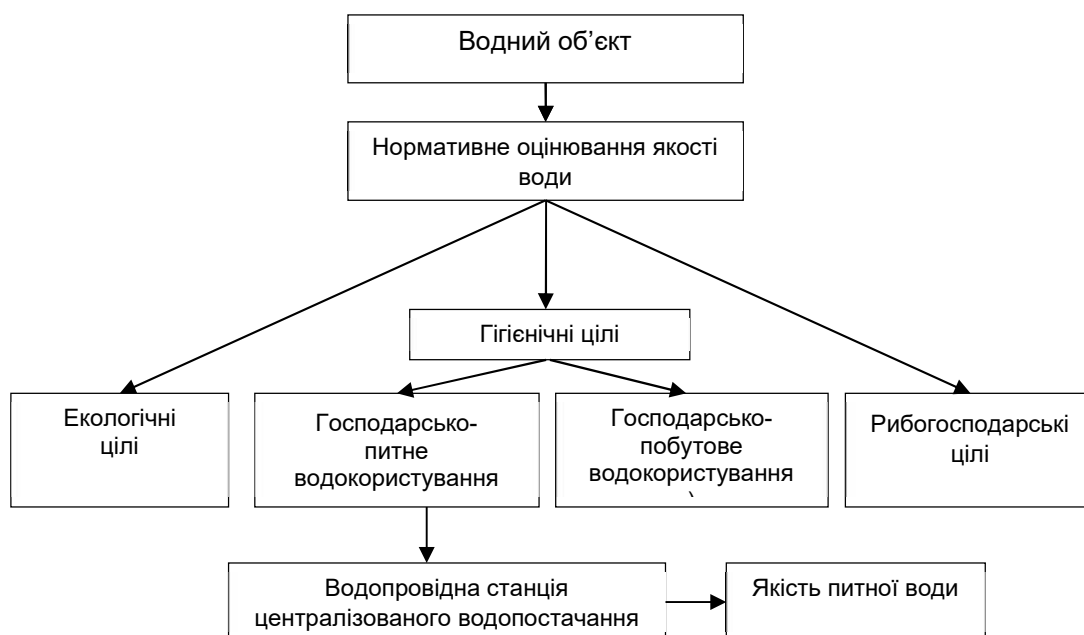


Рис. 1. Схема оцінювання якості води водного об'єкта для різних цілей, 2021 р. (джерело: розроблено автором)

Якість води водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства оцінюється із застосуванням «Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню – БСК<sub>5</sub>, хімічного споживання кисню – ХСК, завислих речовин та амонійного азоту)», затверджених наказом Мінагрополітики України від 30.07.2012 р. № 47.

Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства встановлено за трьома позиціями: 1) морські води; 2) природні прісні води; 3) вода рибницьких ставів. Нормативними є наступні п'ять показників: БСК<sub>5</sub>; ХСК; завислі речовини; амонійний азот (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>); мінеральний фосфор (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) *Стосовно господарсько-питного водопостачання* треба чітко розрізняти нормування якості води при виборі джерела водопостачання, коли оцінюється якість води у водному об'єкті, який обирається як джерело водопостачання, і якість питної води, що є продуктом водопідготовки.

Нормування якості води при виборі джерела водопостачання відбувається за ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». Водні об'єкти, якість води в яких відповідає комплексу гігієнічних, епідеміологічних, екологічних та технологічних вимог, використовуються чи можуть бути використані для централізованого питного водопостачання.

Питна вода – вода, призначена для споживання людиною (водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливу, шахтних колодязів та каптажів джерел), для використання

споживачами для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних, побутових та господарських потреб, а також для виробництва продукції, що потребує її використання, склад якої за органолептичними, мікробіологічними, паразитологічними, хімічними, фізичними та радіаційними показниками відповідає гігієнічним вимогам.

Якість питної води нормується двома основними документами:

Державними санітарними правилами і нормах (ДСанПіН 2.2.4-171-10) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (2010 р.), в яких наведено нормативи для трьох видів питної води - 1) водопровідної; 2) з колодязів та каптажів джерел; 3) фасованої, з пунктів розливу та бюветів;

ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», в якому наведено нормативи для двох видів питної води - 1) вода систем централізованого питного водопостачання; 2) вода нецентралізованого питного водопостачання (нефасована, фасована).

### **Висновки**

1. Протягом 2014-2022 рр. відбулися суттєві зміни, які стосуються як моніторингу вод, так і нормативних методів оцінювання якості вод для різних цілей, що зумовлено курсом профільних українських установ на інтеграцію з методичними підходами у цій сфері в Європейському Союзі.

2. В Україні втратили чинність акти санітарного законодавства УРСР та СРСР - з 1 січня 2017 р.

3. Оцінювання якості води здійснюється для екологічних цілей та господарсько-питного, господарсько-побутового (рекреаційного), рибогосподарського водокористування. Для кожної з цих цілей існують свої нормативні документи зі своїми методиками.

4. Для екологічної оцінки якості води водних об'єктів застосовується затверджена у 2019 р. «Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод», яка розроблена на основі положень Водної рамкової директиви ЄС.

5. Для гігієнічної оцінки якості води водних об'єктів застосовуються затверджені у 2022 р. «Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» та ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання».

6. Якість води водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, оцінюється із застосуванням затверджених у 2012 р. «Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах».

7. Нормування якості питної води здійснюється згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (2010 р.) та ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості».

8. Нормативні методики зобов'язані використовувати профільні установи, які покликані виконувати оцінювання якості води. Їх мають застосовувати і дослідники при вивченні питань, пов'язаних з якістю води.

### **Список використаної літератури**

1. Хільчевський В.К. Моніторинг вод в Україні: методи оцінювання якості води для різних цілей у зв'язку зі змінами нормативної бази (2014-2021 рр.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2021. № 3(61). С. 6-19.

2. Хільчевський В.К. Оцінювання якості рекреаційного водного середовища: світові тенденції, рекомендації ВООЗ, директива ЄС щодо води для купання. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2021. № 4(62). С. 6-17.

3. Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р. Особливості нормативного оцінювання якості води водних об'єктів для рекреаційних цілей в Україні. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2022. № 1(63). С. 40-53.

4. Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р. Облаштування, моніторинг та екологічна сертифікація пляжів на рекреаційних водних об'єктах. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2022. № 2(64). С. 40-52.

УДК 556.531.504.453(477)

**Холоденко В.С.**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

## **ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ УСТЯ**

В сучасних умовах сьогодення, коли вплив зміни клімату відчутно відбивається на водності річок, особливо малих, їх забрудненню, зменшенню якісних та кількісних характеристик стоку тощо потреба в чистих водах поверхневих водних об'єктів буде тільки зростати з кожним роком. І не дивлячись на те, що в останні два-три роки динаміка водокористування (забір свіжої води, використання свіжої води, скиди зворотних вод у поверхневі водні об'єкти) дещо знизилася, але все ще зберігаються великі обсяги скиду забруднюючих речовин, їх підвищені концентрації у річках, що робить наші дослідження актуальними.

Метою даного дослідження є оцінка забруднення поверхневих вод річки Устя.

Дослідження проведені за даними забруднення поверхневих вод річки Устя на 2021-2022 рр. Оцінку забруднення поверхневих вод проводили на основі індексу забруднення вод, який включає визначення класу якості води та рівня забруднення.

Річка Устя бере свій початок в с. Дермань Здолбунівського району Рівненської області. Вона впадає в Горинь. Довжина річки 68 км. Площа басейну 762 км<sup>2</sup>. Згідно Водного кодексу України [1] річка Устя відноситься до малих річок України з площею водозбору до 2000 км<sup>2</sup>, а згідно Водної рамкової директиви ЄС [2] – до середніх, з площею водозбору 100-1000 км<sup>2</sup>. Живлення річки мішане, переважно снігове і підземне. На річці створено штучні водойми (Басівкутське озеро), діють осушувальні системи (Здовбиця, Спасів). Річку використовують для риборозведення. На річці Устя побудована гребля, яка утворює Басівкутське озеро. Воно розташоване на південному сході м. Рівне, його форма кругла і видовжена, дно водоймища гниliste, в деяких місцях піщане.

Попередні дослідження, які були проведені науковцями, екологами на річці Устя показали, що стан поверхневих вод відноситься до четвертого класу води, а це означає, що така вода не придатна для водопостачання. Для використання у виробництві вимагає дуже складної підготовки. Для рекреації придатні лише деякі місця. В цілому якість води річки відносять до V-VI класу якості води.

Необхідно відмітити, що саме русло річки Устя має низьку пропускну здатність, забруднення її викликано й іншими факторами: змивами з доріг та полів, неорганізованими скидами підприємств та ін.

Використовуючи дані екологічних паспортів [3] за 2021-2022 рр. нами проведена оцінка забруднення поверхневих вод річки Устя. Індекс забруднення вод включає такі параметри, як значення фактичних концентрацій речовин, що входять до складу суміші, в мг/л; значення гранично допустимих концентрацій відповідних забруднюючих речовин, що входять до складу суміші, мг/л; значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини: для речовин 1-го класу – 0,8; 2-го класу – 0,9; 3-го класу – 1,05; 4-го класу – 1,1; кількість контрольованих показників. Для поверхневих вод кількість показників, які беруться для розрахунку індексу забруднення вод, повинна бути не менше шести, але обов'язково включати розчинений O<sub>2</sub> та БСК<sub>5</sub>.

Необхідно відмітити, що до I класу відносять води, з найменшим впливом антропогенного навантаження, тобто величини їх гідробіологічних та гідрохімічних показників близькі до природних значень для даної території. Води II класу піддаються характерним певним змінам порівняно з природними, але такі зміни не порушують стану екологічної рівноваги. До III класу відносять води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, але його рівень може бути близький до межі стійкості екосистеми. Води IV-VII класів з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес, який близький до реального глобального омніциду (знищення всього живого на Землі).

Необхідно відміти, що достовірність та точність даних забезпечуються у пунктах спостереження за забрудненнями поверхневих вод річки Устя: Регіональним офісом водних ресурсів у Рівненській області (РОВО); у пунктах контролю державної екологічної інспекції Поліського округу (ДЕІ); у пунктах спостережень Рівненського обласного центру з гідрометеорології (ГМЦ); у пунктах спостережень РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал). Таких пунктів спостереження за якістю води на річці Устя було у кількості в 2021 році – 9 шт., а в 2022 році – 8 шт., за 16 забруднюючими речовинами і мінералізацією.

Результати оцінки забруднення поверхневих вод річки Устя представлено в таблиці 1.

Отже, як видно з результатів таблиці 1, бачимо що середній індекс забруднення вод річки Устя у місцях спостереження зростає із 1,9 до 2,18. Також зростає кількість місць

спостережень до двох із класом якості води IV. Це місця спостереження в межах міста Рівне та нижче 0,3 км скиду очисних споруд. В основному води річки Устя помірно забруднені та відносять до III класу якості води, що характеризуються значним антропогенним впливом забруднення, але його рівень може бути близький до межі стійкості екосистеми. Для більш точних досліджень доцільно збільшувати кількість років спостереження до 5-10 і більше.

**Таблиця 1. Результати оцінки забруднення поверхневих вод річки Устя**

№ з/п	Місце спостереження за якістю води	Індекс забруднення вод, $Z_c$	Клас якості води	Рівень забруднення
<b>2021 рік</b>				
1.	р. Устя, нижче м. Квасилів, 0,5 км вище скиду о/с Квасилівської дільниці РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	1,88	III	Помірно забруднена
2.	р. Устя, нижче м. Квасилів, 0,5 км нижче скиду о/с Квасилівської дільниці РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	2,12	III	Помірно забруднена
3.	р. Устя, нижче м. Квасилів Рівненського району, 0,5 км вище скиду о/с Квасилівської дільниці РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (ДЕІ)	1,58	III	Помірно забруднена
4.	р. Устя, нижче м. Квасилів Рівненського району, 0,5 км нижче скиду о/с Квасилівської дільниці РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (ДЕІ)	1,93	III	Помірно забруднена
5.	р. Устя, м. Рівне, 0,5 км вище скиду очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	1,54	III	Помірно забруднена
6.	р. Устя, м. Рівне, 0,5 км нижче скиду очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	1,67	III	Помірно забруднена
7.	РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (ДЕІ)	2,49	III	Помірно забруднена
8.	р. Устя, м. Рівне, 0,3 км нижче скиду очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (ДЕІ)	3,05	IV	Забруднена
9.	р. Устя, 2,5 км нижче м. Рівне (ГМЦ)	0,83	II	Чиста
<b>Середнє значення</b>		<b>1,9</b>	<b>III</b>	<b>Помірно забруднена</b>
<b>2022 рік</b>				
1.	р. Устя, нижче м. Квасилів, 0,5 км вище скиду о/с Квасилівської дільниці РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	2,04	III	Помірно забруднена
2.	р. Устя, нижче м. Квасилів, 0,5 км нижче скиду о/с Квасилівської дільниці РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	2,26	III	Помірно забруднена
3.	р. Устя, біля буд. №14 на вул. Гребельна в м. Рівне (ДЕІ)	1,33	III	Помірно забруднена
4.	р. Устя, в межах м. Рівне біля кафе «Венеція» (ДЕІ)	3,46	IV	Забруднена
5.	р. Устя, в межах м. Рівне біля ресторану-піцерії «La Riva» (ДЕІ)	3,87	IV	Забруднена
6.	р. Устя, м. Рівне, 0,5 км вище скиду очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	1,8	III	Помірно забруднена
7.	р. Устя, м. Рівне, 0,5 км нижче скиду очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» (Облводоканал)	1,91	III	Помірно забруднена
8.	р. Устя, 2,5 км нижче м. Рівне	0,77	II	Чиста
<b>Середнє значення</b>		<b>2,18</b>	<b>III</b>	<b>Помірно забруднена</b>

#### Список використаної літератури

1. Водний кодекс України від 06 червня 1995 року. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Директива Європейського парламенту і ради 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text)
3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Екологічні паспорти. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyi-monitoring/ekologichni-pasporty/>

УДК 556.166

Шакіранова Ж.Р., Колеснік А.В.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ПАВОДКІВ ТЕПЛОГО І ХОЛОДНОГО ПЕРІОДІВ В БАСЕЙНІ Р. ТИСА В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Річка Тиса є транскордонною річкою, що протікає по території чотирьох країн: України, Румунії, Угорщини та Словаччини. Відповідно рамкової Директиви ЄС [1] за гідрографічним районуванням її басейн на території України виділено за методикою [2] в окремий район річкового суббасейну Тиси в межах України.

На території України міститься верхня, переважно правобережна частина басейна річки Тиса, що розміщена в двох геоморфологічних областях на південно – західному схилі Карпат і на південно – західній частині Закарпатської низовини (35% всієї площі водозбору).

Географічне положення, підстильна поверхня та кліматичні умови території значною мірою визначають водний режим річок та відносять їх до зони розвиненої зливної діяльності з формуванням значних, часто катастрофічних паводків.

Особливі орографічні умови Закарпаття, що характеризуються наявністю поперечних гірських хребтів – полонин Руна та Боржава, хребтів Маковиця, Великий Діл, Червона, Свидовець та Чорногора (з висотами від 900 м до 2000 м), зумовлюють локальні особливості снігонакопичення та зрошення. Високі хребти Карпат захищають Закарпаття від вторгнення холодних повітряних мас із півночі та сходу, і це обумовлює м'якість зим. Ці ж хребти стоять на шляху вологих повітряних мас, що рухаються із Середземномор'я, що сприяє випаданню рясних опадів в короткі проміжки часу. Річна сума опадів досягає 600-650 мм у передгір'ї до 1200-1600 мм в горах. В основному 80% опадів випадають у теплий період року (квітень-жовтень), причому максимальна кількість днів з опадами відмічається в зимові місяці, а мінімальна - у вересні. Середня кількість днів без дощів становить порядку 40.

При цьому добові кількості опадів можуть досягати 2-3 місячні норми – 150-300 мм, які, стікаючи глибокими та вузькими долинами, формують високі, часто катастрофічні паводки. Для суббасейну Тиси характерними є паводки змішаного походження, іноді катастрофічного розміру, які відбуваються як в холодний (55-80 % усіх паводків), так й теплий періоди року. Так, в останні роки формування катастрофічних паводків в басейні Тиси було зафіксовано у 1998, 2001, 2008, 2010, 2022 та ін. роках.

Таким чином, орографічні умови водозборів та особливості клімату мають помітний вплив на процеси формування, амплітуду коливання характеристик максимального стоку та їх просторовий розподіл при паводках будь-якого походження.

*Метою даної роботи* є дослідження та просторово-часові узагальнення статистичних характеристик максимального стоку (шарів стоку та максимальних витрат води) паводків теплового і холодного періодів в суббасейні р. Тиса в межах України.

В дослідженні авторів розглядається багаторічний хід характеристик максимального стоку паводків теплового і холодного періодів (станом на 2020 р.) в басейні р.Тиса. Побудовані хронологічні графіки (при трирічному ковзному осередненні) показують спрямовану зміну стокових величин у бік збільшення або зменшення при впливах антропогенних чинників чи зміни клімату. Статистично значущі лінійні тренди свідчать про те, що має місце статистична неоднорідність в часі або нестационарність гідрологічних характеристик, що розглядаються, так як в цьому випадку закономірно змінюється в часі середнє значення.

Хронологічні графіки для паводків теплового періоду вказують на наявність коливань водності річки з року в рік за багаторічний період. Оцінено значущість коефіцієнту кореляції тренду  $r$  за виконання умови  $r > 2\sigma_r$ , коли тренд вважається значущим. Тренди для шарів стоку паводків теплового періоду в основному є значущими, а для максимальних витрат води - незначущими. Для паводків холодного періоду шари стоку дещо збільшуються за цей період при зменшенні максимальних витрат води. Тренди для шарів стоку паводків холодного періоду є як значущими, так й незначущими, а для максимальних витрат води - в основному значущими, на відміну від паводків теплового періоду.

За побудованими різницевиими інтегральними кривими виділено повний цикл водності для шарів стоку паводків теплового і холодного періодів з періодичною спадною складовою стоку

з 2010 по 2020 роки. Для максимальних витрат води паводків теплового (рис. 1а) і холодного (рис.1б) періодів цикли водності дещо різняться, а для паводків холодного періоду й не співпадають за циклами водності по шарах стоку. Убутна складова у сучасний період тут починається для теплового і холодного періодів майже водночас - з кінця 2000-х років.

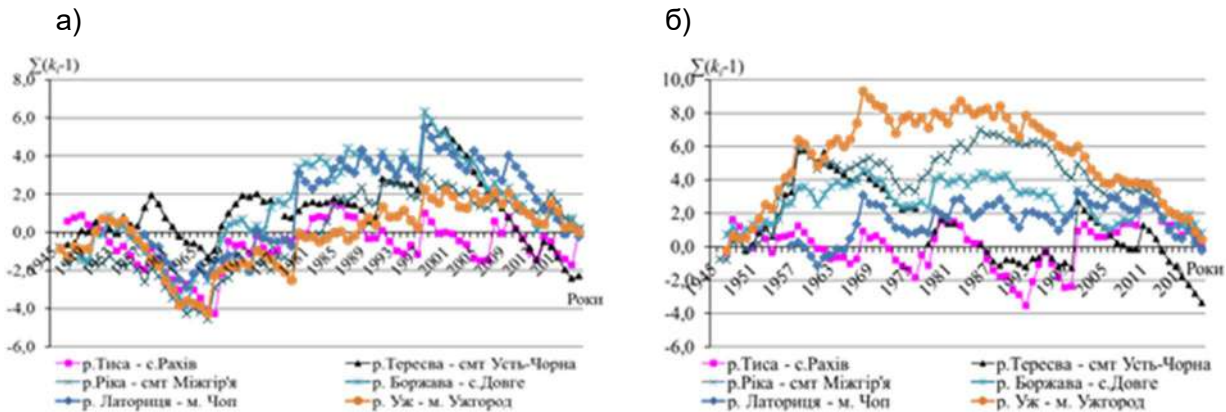


Рис. 1. Різниця інтегральна крива максимальних витрат води паводків теплового періоду (а) та холодного періоду (б) в басейні р. Тиса

Проаналізовані графіки порівняння максимального стоку паводків теплового і холодного періодів в басейні р.Тиса, що показали що за шарами стоку паводки холодного періоду є більшими за паводки теплового періоду в 1,40 разів, а за максимальними витратами води - у 1,2 рази. При цьому встановлено, що середня висота водозборів відіграє більш суттєвий вплив на співвідношення характеристик максимального стоку паводків теплового і холодного періодів в басейні р.Тиса.

Досліджено багаторічний хід у вигляді хронологічних графіків (трирічних ковзних) строків початку паводків теплового та холодного періодів в басейні р. Тиса. При цьому строки проходження паводків в різні сезони року мають періодичний характер без виражених змін, зокрема, у сучасний період. Це підтверджується оцінкою значимості лінійних трендів у багаторічному їх ході: тренди для строків початку паводків теплового й холодного періодів в основному є не значущими.

Статистична обробка багаторічних рядів шарів стоку та максимальних витрат води паводків теплового і холодного періодів в басейні р. Тиса (станом на 2020 р.) виконана за методом моментів та найбільшої правдоподібності.

Виявлено залежності середньобагаторічних величин шарів стоку паводків теплового і холодного періодів від середньої висоти водозборів річок розглядуваної території, які природно збільшуються з висотою. Між коефіцієнтами варіації шарів стоку та середніми багаторічними значеннями шарів стоку паводків теплового й холодного періодів встановлено регіональні залежності. Узагальнені й у вигляді залежностей коефіцієнти варіації шарів стоку та максимальних витрат води паводків теплового й холодного періоду від широти центрів водозборів річок басейну р. Тиса.

Встановлено, що залежності коефіцієнтів варіації характеристик паводків холодного періоду, одержані від середньої висоти водозборів - шарів стоку та максимальних витрат води достатньо тісні, на відміну від цих характеристик для теплового періоду. Більш тісна залежність й коефіцієнта варіації максимальних витрат води паводків холодного періоду від площ річкових водозборів на відміну від паводків теплового періоду.

Таким чином, дослідження та просторово-часові узагальнення статистичних характеристик максимального стоку паводків теплового і холодного періодів є основою розробки розрахункових і прогностичних моделей в суббасейні р. Тиса в межах України.

#### Список використаної літератури

1. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року/ URL: [http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962)
2. Хільчевський В. К., Гребін В. В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 1(44). С. 8–20.

УДК 556.01

Шерстюк Н.П.<sup>1</sup>, Хільчевський В.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВНЕСЕННЯ ЗМІН У РЕГЛАМЕНТ СКИДАННЯ ШАХТНИХ ВОД ІЗ СТАВКА БАЛКИ СВИСТУНОВА У РІЧКУ ІНГУЛЕЦЬ

Технології видобутку та переробки корисних копалин пов'язані з відкачуванням та використанням значних об'ємів води. Шахтні та кар'єрні води Кривбасу мають підвищену мінералізацію та специфічний хімічний склад.

Ставок-накопичувач шахтних вод у балці Свистунова побудований в 1976 році, призначений для тимчасової акумуляції надлишків шахтних вод у вегетаційний період, з наступним повним його спорожненням в осінньо-зимовий період (міжвегетаційний період). В ставок-накопичувач постійно надходять шахтні води з південної та північної групи шахт. У 1990-х роках скиди промислових підприємств становили понад 30 млн. м<sup>3</sup>. Починаючи з 2014 р., обсяг скидів високомінералізованих вод поступово зменшувався, наразі до 10 – 15 млн. м<sup>3</sup>.

Зараз діє наступна схема скидання шахтних вод у Інгулець: впродовж року надлишки шахтних вод накопичуються у ставку-накопичувачі балки Свистунова. В жовтні місяці ДП «Укррудпром» подає заявку на розробку Регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в р. Інгулець. Після затвердження Регламенту розпорядженням КМ України, починається скидання із ставка-накопичувача надлишків зворотних вод у р. Інгулець (тривалість заходу 120 діб). При цьому мінералізація води, яка скидається, сягає 38-40 г/дм<sup>3</sup>, а вміст хлоридів – до 20 г/дм<sup>3</sup>. В процесі скидання шахтних вод в р. Інгулець, через канал Дніпро – Інгулець, подається дніпровська вода. Після скиду шахтної води (кінець лютого), починається процес промивки русла Інгульця водою з того ж каналу Дніпро - Інгулець (початок квітня), щоб витиснути призму інгулецької води з високою мінералізацією (близько 5–6 г/дм<sup>3</sup> і кількістю хлоридів – 2–3 г/дм<sup>3</sup>) нижче за течією в р. Дніпро. Така схема сприятлива для хімічного складу води у Карачунівському водосховищі, яке є джерелом водопостачання м. Кривий Ріг.

Для аналізу ефективності рекомендованої схеми скиду шахтних вод обрано Регламент 2018-2019 рр. [1]. Допустима мінералізація води в Інгульцю — 9 г/дм<sup>3</sup>. У таблицях 1 і 2 наведено режими скидів шахтних вод із ставка-накопичувача і попусків води з Карачунівського водосховища, яка майже одночасно подається у річку для зменшення негативного впливу техногенного заходу.

**Таблиця 1. Тривалість попусків з Карачунівського водосховища у р. Інгулець [1]**

Етапи режимів попусків	Час t від початку попусків, доба	Витрата, м <sup>3</sup> /с	Обсяг, тис. м <sup>3</sup>
1	1 - 5	5,0	2160,0
2	6 - 108	7,0	62294,4
3	109 - 118	4,0	3456,0

**Таблиця 2. Витрати скиду зі ставка-накопичувача б. Свистунова [1]**

Етапи режиму скиду	Час t від початку скиду, доба	Витрата, м <sup>3</sup> /с
1	6	0,6
2	7 - 11	0,9
3	12 - 112	1,6
4	113 - 120	0,9

Вихідні дані з хімічного складу шахтних вод взяті з [1], хімічний склад води у р. Інгулець використаний з результатів хімічних аналізів проб води (ЦГО імені Бориса Срезневського).



Виконані розрахунки прогнозованої мінералізації води у річку Інгулець у нестационарних та стаціонарних умовах за [2]. Розрахунками доведено, що стаціонарний режим настає досить швидко (на відстані 20 км за 22 години). Тому найбільш актуальним є прогноз мінералізації води у річці у стаціонарних умовах. Розрахунок прогнозованої мінералізації ( $C_{\text{прогн}}$ ) води у Інгулець за етапами скиду виконано за формулою змішування:

$$C_{\text{прогн}} = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2 + C_3 Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}, \quad (1)$$

де  $Q_1$  — витрата води з Карачунівського водосховища, м<sup>3</sup>/с;  $Q_2$  — витрата води зі ставка-накопичувача, м<sup>3</sup>/с;  $Q_3$  — витрата води у річці, м<sup>3</sup>/с;  $C_1$  — мінералізація води у Карачунівському водосховищі, г/дм<sup>3</sup>;  $C_2$  — мінералізація води у ставку-накопичувачі, г/дм<sup>3</sup>;  $C_3$  — мінералізація води у річці, г/дм<sup>3</sup>. У розрахунках приймається  $C_1$ , як мінералізація води у річці на час початку скиду, оскільки вода, що спускається попусками з водосховища змішується з річковою і набуває однакової з нею мінералізації.

У розрахунках враховано: режими скидів та попусків не співпадають у часі; прогнозна мінералізація води у річці у місті скиду на певному етапі є початковою для наступного етапу скиду. Розрахункова мінералізація води в Інгулець за такого Регламенту становить 10,2 г/дм<sup>3</sup>.

Розрахована нова схема скиду шахтних вод і попусків (табл. 3,4).

Таблиця 3. Рекомендована тривалість попусків з Карачунівського водосховища у р. Інгулець

Етапи режимів попусків	Час t від початку попусків, доба	Витрата, м <sup>3</sup> /с	Обсяг, тис. м <sup>3</sup>
1	1 - 3	3,0	777,6
2	4 - 108	7,0	63504,0
3	109 - 120	3,5	3628,8

Таблиця 4. Рекомендовані витрати скиду зі ставка-накопичувача б. Свистунова

Етапи режиму скиду	Час t від початку скиду, доба	Витрата, м <sup>3</sup> /с
1	4	0,6
2	5 - 11	1,4
3	12 - 108	1,6
4	109 - 112	0,8
5	113 - 118	0,7
6	119 - 120	0,6

За такої схеми скидання шахтних вод і попусків з Карачунівського водосховища розрахункова мінералізація води в річці становитиме 8,3 г/дм<sup>3</sup>. При цьому терміни заходів (120 діб) і об'єми шахтних вод і попусків не змінюються.

Наразі виконуються будівельні роботи з переносу точки випуску шахтних вод нижче за течією Інгульця. У наступних Регламентах скидів шахтних вод доцільно врахувати нові запропоновані режими скиду шахтних вод та попусків з Карачунівського водосховища, а також розглянути можливість подовження терміну техногенного заходу до 4 — 5 місяців.

Актуальним залишається питання демінералізації шахтних вод та інші варіанти утилізації шахтних вод.

#### Список використаної літератури

1. Індивідуальний регламент періодичного скидання надлишків зворотніх вод гірничо-рудних підприємств Кривбасу у міжвегетаційний період 2018-2019 рр. ПрАТ “Укрводпроект”, 2018. Київ. 141 с.
2. Рудаков Д.В. Математичні моделі в охороні навколишнього середовища : Навч. посіб. Дн-ск. Вид-во: ДНУ, 2004. 161 с.

УДК 556.5:004.94

Ющенко В.Ю.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗ ДАНИХ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ПРИНЦИПИ І ПРАКТИКА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

Гідрологічні дані завжди відігравали надзвичайно важливу роль у забезпеченні ефективного управління водними ресурсами, плануванні інфраструктури та вивченні природних процесів. Гідрологічні дані допомагають зрозуміти стан водних об'єктів, передбачати повені та засухи, визначати доступність води для різних секторів, таких як сільське господарство, промисловість та питна вода. Також гідрологічні дані використовують для планування та розробки інфраструктури, пов'язаної з водними ресурсами, такої як гідроелектростанції, зрошувальні системи, водопостачання та водовідведення, щоб визначити потенційні ризики та забезпечити ефективне використання водних ресурсів.

В сучасних реаліях, ефективний збір та аналіз гідрологічних даних за допомогою цифрових технологій став невід'ємною частиною гідрологічної науки. Метою дослідження є опис характеристик існуючих баз даних гідрологічної інформації, а також демонстрація сучасних можливостей використання гідрологічних даних.

База даних гідрологічної інформації - це структурована колекція даних, яка містить інформацію про водні ресурси, гідрологічні об'єкти та їх характеристики. Вона може включати дані про рівень води, стік води, температуру води, характеристики ґрунтових вод, хімічні та біологічні параметри, а також інші параметри, які впливають на гідрологічний режим. Дані можуть бути зібрані як в автоматичному режимі за допомогою сучасних датчиків та автоматизованих гідропостів, так і в ручному режимі під час польових досліджень. Доступ до гідрологічних даних може здійснюватися за допомогою електронного листування, обміну файлами та метаданими, веб-інтерфейсу, а також найбільш зручним способом – за допомогою віддаленого доступу до бази даних.

Сучасна гідрологічна база даних має відповідати наступним вимогам:

- **Централізація:** Гідрологічні дані збираються і зберігаються в одній централізованій базі даних, що дозволяє зручний доступ і управління цими даними.
- **Стандартизація:** Дані зберігаються з використанням стандартних форматів, а також доступ до даних організований за допомогою стандартних протоколів, щоб забезпечити однорідність даних та співпрацю між різними джерелами і користувачами.
- **Доступність:** Бази даних гідрологічної інформації повинні бути доступними для широкого кола користувачів, включаючи науковців, управлінців водних ресурсів та громадські організації. Доступ до даних може здійснюватися через веб-інтерфейси, API або інші зручні інструменти.
- **Інтеграція:** Бази даних повинні інтегруватися з іншими системами і джерелами даних, щоб забезпечити цілісний погляд на гідрологічну ситуацію. Інтеграція даних допомагає виявити залежності, тренди та взаємозв'язки між різними аспектами водних ресурсів.
- **Актуалізація:** Бази даних мають оновлюватися регулярно з новими даними, що надходять в результаті моніторингу та досліджень. Актуальність даних є важливою для прийняття рішень та визначення трендів в гідрологічних процесах.
- **Безпека:** Забезпечення конфіденційності та захисту даних є одним з найважливіших аспектів використання гідрологічних баз даних. Контроль доступу, шифрування та резервне копіювання даних є важливими заходами для забезпечення безпеки даних.

Простим прикладом використання гідрологічних даних є аналіз графіків стоку води. В якості набору даних була використана частина архіву GRDC, що містить часові ряди середньодобового стоку води по гідропостах в басейні р. Дунай, збережені в форматі CSV. Для візуалізації була використана утиліта з відкритим програмним кодом binjr, також була проведена адаптація програмного коду для роботи з форматом даних GRDC, який крім стандартних рядків CSV містить також метадані.

Схожий функціонал для візуалізації та аналізу гідрологічних даних надають також Web-інтерфейси. Прикладом можуть бути web-застосунки NWIS та HIS-UK, що дозволяють користувачам отримати доступ до гідрологічних даних, зібраних на території США та Великобританії відповідно.

Найбільш сучасним та потужним інструментом для доступу до гідрологічних даних та їх використання є реляційні бази даних. Інформація, що може зберігатися в гідрологічній базі даних, включає в себе часові ряди, просторові дані, сценарії для моделювання, а також

метадані. Гідрологічна база даних складається з таблиць, кожна з яких описує певний об'єкт, параметр чи сценарій, а також допоміжних таблиць для збереження зв'язків між ними.

Сучасні програмні комплекси, такі як ArcGIS Pro та Mike+, підтримують інтеграцію з реляційними базами даних, такими як PostgreSQL (розширення PostGIS). Гідрологічні дані, що зберігаються в базі даних, можуть бути використані для просторового аналізу, а також для моделювання сценаріїв гідрологічних процесів. Наприклад, функціонал Mike+ широко застосовується для прогнозування повеней та засух, а також для оптимізації управління водними ресурсами у водопостачанні, сільському господарстві та енергетиці.

Однією з основних проблем гідрологічного моделювання є наявність та доступність гідрологічних даних. Навіть маючи найповнішу схему бази даних та всю необхідну інфраструктуру для розгортання та підтримки бази даних, неможливо проводити дослідження без наповнення бази даних актуальною інформацією. Наразі в Україні не реалізовано механізм для підтримки роздільності 25, прийнятої тринадцятим конгресом ВМО в 1999 році, що описує доступність гідрологічних даних для наукових досліджень. Науково-дослідницькі установи повинні або витратити багато часу і ресурсів на розвиток власних механізмів збору даних (ручних або автоматизованих), або боротися з бюрократичними перепонами на шляху до отримання даних від державних установ, які ними володіють.

УДК 556.06+551.49+711.1+911.3

**Ющенко Ю.С.**

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці, Україна*

## **РІЧКОВИЙ ГІДРОМОРФОЛОГІЧНИЙ ЛАНДШАФТ**

Термін «гідроморфологія» можна розглядати широко, або тільки по відношенню до поверхневих водотоків суходолу. У гідрології та геоморфології відомо, що при просуванні від вододілів до долин річок розпластані площинні потоки води поступово концентруються і переходять у струминні. Турбулентні струминні потоки води (як і струминні течії) володіють властивістю самоорганізації, породження певних гідродинамічних форм [1]. Іншими словами вони характеризуються власною гідроморфологією. Терміни «гідроморфологія», «гідроморфологічні характеристики, показники» тепер широко використовуються у дослідженнях річок та у плануванні управління ними. Водночас ще у 50 – 60-х роках ХХ століття М.Є. Кондратьєвим було закладено основи гідроморфологічної теорії руслового процесу річок. Зміст назви полягав у поєднанні гідродинамічних, гідрологічних та геоморфологічних аспектів досліджень руслового процесу. У даному відношенні можна говорити про те, як гідродинамічні форми самоорганізації турбулентних потоків проявляються у певних природних (гідрологічних та геоморфологічних) умовах.

Струминна ерозія, турбулентні струмені, що зародилися в межах схилів не зникають у річках. У дослідженнях руслових процесів, динаміки руслових потоків завжди йшлося про річкові струмені. Руслові процеси розкривають закономірності «життя» турбулентних струменів у річках.

У ландшафтознавстві відомо, що річки, «концентрований водний потік» є сильним чинником, який породжує парагенетичну конфігурацію ландшафту. А сам він є «ядром ландшафту» [2]. У гідрології та геоморфології відомо також, що заплава є наслідком тривалого функціонування системи потік-русло річки. Ще більшим віком характеризуються терасові комплекси, які пов'язані з діяльністю річок. Очевидно, що з віддаленням від річкового потоку система чинників розвитку ландшафтних комплексів видозмінюється, ускладнюється. Тим не менше виділяють таксономічну систему парагенетичних одиниць річкових ландшафтів (ландшафтів річкових долин), запропоновану Г.І. Швобсом, аж до «територіально цілісних фрагментів долин» (однорідних ділянок) [2]. Зв'язок із «сильним чинником» означає головну роль функціонування системи потік-русло річки. Тобто ці ландшафти генетично є гідроморфологічними. У класифікації абиогенних ландшафтів їх можна віднести до флювіальних. Також Ф.М. Мільковим вони відносились до генетичного ряду гідродинамічних.

Річково-долинні гідроморфологічні ландшафти змінюються як з віддаленням від вісі сучасного річкового потоку, так і вздовж нього. Тобто, вони характеризуються певною територіальною структурою. Сам термін «річковий гідроморфологічний ландшафт» (РГЛ) доцільно використовувати якраз для позначення генетично-однорідних місць річково-

долинного ландшафту. Зміни типових рис РГЛ русел та заплав вздовж течії річок відомі у гідрології, теорії руслового процесу, руслознавстві як «морфологічно однорідні ділянки». Їх виділення є невід'ємною складовою гідроморфологічного аналізу. Комплекс наших досліджень річок Українських Карпат [1, 3-6] показав, що: 1) морфологічна однорідність може бути досить складною і доречніше говорити про однорідну реакцію системи потік-русло на характерні зміни місцевих умов вздовж течії річок; 2) такі зміни умов (та їхній вплив на річку) більш чітко виражені на відносно великих річках і значно складніші, більш локальні, мінливі на відносно малих. У зв'язку із цим нами було введено поняття і термін «однорідні ділянки русла та заплави» (ОДРЗ). Також доцільно розрізняти задачі ідентифікації та опису територіального устрою РГЛ на хоричному та регіональному рівнях. Цей поділ відомий у ландшафтознавстві. За М.Д. Гродзинським [2] хоричний рівень корелює з такими територіальними одиницями (утворами) як: урочища, місцевості, ландшафти (за М. Солнцевим); басейни річок 1-4 порядків; ландшафтні смуги, яруси; біоцентри та екологічні коридори; угіддя та їх комбінації тощо. Згідно наших досліджень русел і заплав річок Українських Карпат характер територіальних проявів гідроморфологічних процесів також відрізняється на хоричному і регіональному рівнях. Такі підходи і положення лягли в основу запропонованої нами концептуальної ландшафтно-гідроморфологічної моделі річкових басейнових систем «крона-стовбури» [3,4].

Використання цієї моделі, а також трьохрівневої таксономічної системи ідентифікації річкових ландшафтів стовбурних долин дозволило вирішувати питання інтеграції ландшафтного і басейнового планування управління водами. Такий підхід робить суттєвий внесок у розвиток інтегрованого управління водними ресурсами загалом.

Територіально цілісні, однорідні ділянки долин (ОДД) це також відомий об'єкт геологічних, географічних, геоморфологічних та гідрологічних досліджень. Оскільки йдеться власне про стовбурні долини, про регіональний рівень ландшафту, їх формування пов'язане, перш за все, з перетином та впливом основних тектонічних структур. При цьому можуть змінюватися ширина, будова, асиметрія, форма долини в плані та інші її параметри. Для визначення хоричної складової річкової мережі та однорідних ділянок долин корисним та доцільним є порівняння з геоморфологічною та фізико-географічною регіоналізацією. Устрій днища долини, тобто сучасної долини, може змінюватися вздовж ОДД, реагуючи більш детально і чутливо на особливості останніх етапів тектонічного та геоморфологічного розвитку території. Така реакція річки проявляється у структурі низьких терас, особливостях гідрографії однорідної ділянки днища долини (ОДД). Однорідні ділянки русел та заплав, відомі також як заплавно-руслові комплекси або ланки річкового ландшафту, характеризуються своєю унікальною будовою. Їх вік переважно голоценовий. Нами запропоновано називати ОДРЗ також молодим річковим ландшафтом (МРЛ). Всі названі вище таксономічні територіальні одиниці річкового ландшафту є індивідуальними ландшафтними комплексами, що не протирічить можливостям їх типології. МРЛ є також зручними та об'єктивно-існуючими операційними одиницями управління річками. Вони можуть підлягати кадаструванню та паспортизації. Це дає змогу розвивати інтегроване управління водами, землями, ландшафтами, екосистемами, геосистемами.

### Список використаної літератури

1. Ющенко, Ю.С. (2005). Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел: монографія. Чернівці : Рута.
2. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір : монографія: у 2-х т. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2005. Т. 2. 504 с.
3. Ющенко, Ю.С., Гончар, О.М., Григорійчук, В.В., Караван, Ю.В.; Костенюк, Л.В. (2017). Гідроекологічне обґрунтування безпечного та збалансованого розвитку річкових природно-антропогенних систем Передкарпаття : монографія. Чернівці : Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича.
4. Ющенко, Ю.С., Кирилюк, А.О., Костенюк, Л.В., Опеченик, В.М., Паланичко, О.В., Пасічник, М.Д. (2012а). Територіальна структура умов та проявів руслоформування річок. Фізична географія та геоморфологія, 2(66), 72-79.
5. Ющенко, Ю., Кирилюк, А., Костенюк, Л., Пасічник, М., Ющенко, О. (2014). Територіальні одиниці сучасних річково-долинних систем (на прикладі Верхнього Пруту та Сірету). Науковий вісник Чернівецького університету : Географія, 696, 55-60.
6. Юрій Ющенко, Микола Пасічник, Ольга Паланичко, Марина Вудвуд, Олександр Закревський Природний територіальний устрій ландшафту р. Прут в межах Чернівецької області, його антропогенні трансформації та особливості функціонування системи потік-русло-заплава. Науковий вісник Чернівецького університету. Географія. 2023. Вип. 845. С. 41–51.  
<https://doi.org/10.31861/geo.2023.845.41-51>

## **МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ: ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ**

УДК 551.5:551.58

**Сніжко С.І., Шевченко О.Г.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

### **КАФЕДРИ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА – 75 РОКІВ**

Формування метеорологічної школи розпочалося в Київському університеті майже з часу його заснування (1834 р.) і має глибокі історичні корені, давні традиції та славні імена, які увійшли не лише в історію університету, а й в історію світової науки.

У 1846 р. до Києва прибув професор метеорології Ернест Августович Кнорр [7] - випускник Берлінського університету, учень всесвітньовідомого вченого-природознавця Олександра Гумбольдта. Під керівництвом О.Гумбольдта він захистив у 1831 р. дисертацію доктора філософії з метеорології та певний час працював його асистентом. Допомігав йому в підготовці та проведенні курсу знаменитих лекцій із серії «Космос» у Берлінському університеті.

Е.А. Кнорр розпочав викладати курс метеорології в Київському університеті Святого Володимира (з 1994 р. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка (далі КНУ)). Також за його ініціативою та завдяки його зусиллям і науковим контактам з А. Купфером, директором Головної фізичної обсерваторії у Санкт-Петербурзі, було побудовано Метеорологічну обсерваторію університету [9,17] (рис.1), якою він керував до 1858 р.



**Рис.1. Сучасний вигляд колишньої Метеорологічної обсерваторії Київського університету Святого Володимира. Архітектор В.Беретті**

Створення обсерваторії та оснащення її сучасними на той час метеорологічними приладами, які Е.А. Кнорр особисто підібрав та закупив під час свого відрядження у Швейцарії, Німеччині, Англії та Франції стало дуже важливою подією не тільки для університету, але й для формування майбутньої Гідрометеорологічної служби України, оскільки вона стала осередком підготовки професійних метеорологів та кліматологів і формування вітчизняної метеорологічної школи. На жаль, внесок професора Е. А. Кнорра в розвиток вітчизняної метеорологічної науки до цього часу залишився недооціненим. За часів радянської влади його ім'я взагалі не згадувалося в офіційних документах, а усі заслуги приписувалися його наступникам, призначених владою і лояльних до комуністичного режиму.

Після повернення проф. Е.А. Кнорра до Німеччини викладанням метеорології, керівництвом обсерваторією та науковою роботою керували послідовно протягом багатьох років ряд визначних вчених того часу, зокрема проф. М.І. Талізін (1858–1865 рр.), проф. М.П. Авенаріус (1865–1885 рр.) [1], приват-доцент О.В. Клосовський (1876-1880) [8], К.М. Жук (1885–1890 рр.) [18], проф. П.І. Броунов (1890–1895 рр.) [5], проф. Й.Й. Косоногов (1895–1902 рр.), Ч.Т. Бялобржевський (1916–1919 рр.), акад. УАН, проф. Б.І. Срезневський (1919–1934 рр.) [3,6,10].

У 1949 р. з метою підготовки висококваліфікованих фахівців-метеорологів і кліматологів для забезпечення потреб військової та цивільної авіації, морського флоту, сільського господарства, транспорту, які бурхливо розвивались у повоєнні роки на географічному факультеті Університету створено кафедру метеорології та кліматології. Її очолював протягом 1949–1953 рр. учень професора Й.Й. Косоногова та академіка Б.І. Срезневського, вихованець Київського університету професор І.К. Половко [11,19].

Протягом 1953–1974 рр. кафедрою завідував проф. В.П. Попов – визначний фахівець з сільськогосподарської метеорології та кліматології, розробник методики агрокліматичного та фізико-географічного районування. За його керівництва на кафедрі багато уваги приділялось підготовці науково-педагогічних працівників [13].

З 1974 р. по 1991 р. кафедрою керував проф. М.І. Щербань – багаторічний декан географічного факультету (1968-1980 рр.), автор численних праць з питань теорії клімату і мікроклімату природних і перетворених ландшафтів, закономірностей зміни кліматів Землі, формування навколишнього середовища [17].

В 1991–2002 рр. кафедрою завідував д.ф.-м.н., проф. В.М. Волощук, що займався дослідженням питань параметризації турбулентної дифузії та фізико-хімічних перетворень антропогенних газо-аерозольних домішок у граничному шарі атмосфери [2,3,4].

З 2002 р. кафедру очолює Заслужений працівник освіти України, д. геогр. н., проф. Сніжко С.І. [14,15,20].

Діяльність кафедри протягом 2002–2019 рр. детально описана в ряді ювілейних публікацій про кафедру [3,4,6], тому в подальшому зупинимося лише на основних подіях та здобутках кафедри протягом останніх п'яти років.

На сьогодні кафедра метеорології та кліматології готує фахівців-метеорологів за двома освітніми програмами (ОП) та випускає бакалаврів та магістрів у галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 103 Науки про Землю. З 2024 р. у зв'язку з ліквідацією Одеського державного екологічного університету в Україні залишилася лише одна ОП «Метеорологія» бакалаврського рівня.

Навчальний процес проводиться згідно затверджених планів бакалаврської та магістерської підготовки, складених у відповідності до вимог Міністерства освіти та науки України і Департаменту з освіти та підготовки кадрів Секретаріату Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) з метою уніфікації та підвищення рівня теоретичної і практичної підготовки метеорологів.

У 2014–2019 рр. у зв'язку з реформою вищої школи в Україні у значно скоротився кадровий склад кафедри (з 10,25 до 5,75 штатних одиниць у 2019 р.) при незмінному педагогічному навантаженні.

Ще більше ситуація погіршилася, коли уся освітянська спільнота України зіткнулася з небаченими до цього викликами для освіти та науки: пандемія COVID-19, повномасштабна військова агресія російської федерації проти України у 2022 р. Освітній процес було переведено на змішану та дистанційну форми, було оптимізовано штат викладачів, який залежав від кількості студентів на двох освітніх програмах кафедри, зменшилися можливості фінансування наукової діяльності за рахунок бюджетних коштів. Педагогічне навантаження на викладачів не зменшилося, а значно зросло. Тому кафедра звернулася до Відділення цільової підготовки НАН України з проханням підтримати освітній процес шляхом залучення провідних вчених академії з профільних інститутів для викладання окремих дисциплін та керівництва кваліфікаційними роботами здобувачів освіти.

Таким чином, протягом останніх років навчальний процес здійснювався злагодженою командою провідних вітчизняних фахівців у галузі метеорології і кліматології – штатних викладачів та вчених з НАН України.

До штатного складу кафедри сьогодні належать д.геогр.н., професор С.І. Сніжко, д.геогр.н., професор О.Г. Шевченко, к.геогр.н., доцент В.І. Затула, к.фіз.-мат.н., доцент

Р.В. Олійник, асистент Ю.В. Яценко, зав. навчальною синоптичною лабораторією к.геогр.н. І.М. Олексієнко, співробітники лабораторії – Є.І. Порхун, І.О. Костирко, представники навчально-допоміжного персоналу – Т.І. Андреева та І.С. Андреева. Представники НАН та ДСНС України (Українського гідрометеорологічного інституту), які беруть участь у підготовці майбутніх метеорологів та кліматологів: зав. відділом прикладної метеорології та кліматології к. геогр.н., с.н.с. В.О. Балабух, к. геогр.н., завідувач відділу фізики атмосфери к. геогр.н., В.М. Шпиг, завідувач лабораторії моніторингу атмосферного повітря відділу моніторингу атмосфери к. геогр.н., М.В. Савенець, к. геогр.н., с.н.с. О.А. Щеглов, науковий співробітник відділу фізики атмосфери, к.геогр.н. Д.О. Ошурок, зав. відділом моніторингу атмосфери к. геогр.н. О.А. Кривобок, к. геогр.н., с.н.с. О.О. Кривошеїн.

Викладання цілого ряду важливих для професійної діяльності освітніх компонентів, таких як «Програмування», «Обробка великих масивів даних», «Геоінформаційні технології в метеорології», тощо забезпечується висококваліфікованими викладачами факультету інформаційних технологій КНУ, кафедрою геодезії та картографії географічного факультету. Формування загальних компетенцій у здобувачів освіти забезпечується гуманітарними інститутами та факультетами КНУ.

В останні роки, як і раніше, співробітники кафедри докладали значних зусиль задля зміцнення матеріально-технічного забезпечення освітнього процесу, підвищення навчально-методичного та наукового рівня, розвитку кадрового потенціалу, розширення міжнародної співпраці.

Завдяки підтримці Директора Українського Гідрометцентру, нашого випускника М.І. Кульбіді, на кафедрі була створена навчальна синоптична лабораторія з спеціалізованим програмним забезпеченням «АРМ Синоптика». Викладачі кафедри отримали доступ до актуальних баз метеорологічних даних, як вітчизняних, так і зарубіжних, і можливість значно підвищити рівень практичної підготовки студентів у галузі синоптичної та динамічної метеорології. А завдяки зусиллям співробітників кафедри вдалося отримати грант для розвитку її освітнього потенціалу в рамках проекту «ЕСОІМПАКТ» Європейської програми ЕРАЗМУС+ та створити у 2019 р. сучасний мультимедійний клас з 12 комп'ютерами; 2 автоматизованими метеорологічними станціями (IT-Lynx та VAISALA), 2 потужними комп'ютерними станціями HP EliteOne та іншими технічними засобами навчання.



Рис.2. Зліва направо: І.О. Костирко, В.О. Балабух, О.Г. Шевченко, Ю.В. Яценко, С.І. Сніжко, М.В. Савенець, Є.І. Порхун, О.А. Щеглов, І.М. Олексієнко, В.І. Затула, Р.В. Олійник.

Обмеження вітчизняних джерел фінансування освітніх потреб спонукало співробітників кафедри до пошуку зовнішніх джерел і ці зусилля були успішними. У 2023 р. кафедра стала переможцем конкурсу програми ЕРАЗМУС+ і партнером проекту "Climate University for Virtual

Exchanges (CLUVEX)" (2023–2026 pp.), отримавши фінансування у розмірі 66000 євро на заходи з розвитку потенціалу вищої освіти. А у 2024 р. кафедра з партнерами з України, Італії, Естонії, Угорщини та Монголії знову стала переможцем конкурсу програми ЕРА3МУС+ і партнером освітнього проекту "Developing Micro-credentials Ecosystems in Ukraine and Mongolia for Competitive and Resilient Green Economies" (DOMANI) для розробки екосистем мікрокваліфікацій для конкурентоспроможної та стійкої зеленої економіки.

Співробітники кафедри беруть також участь у вітчизняних та міжнародних наукових проєктах, присвячених впливу клімату на водні ресурси, гідроекологічній оцінці та прогнозу гідроенергетичного потенціалу річок України в умовах кліматичних змін, розробці заходів з адаптації водного господарства до зміни клімату (проєкт UNEP Technology Needs Assessment «ТНА»: Україна), адаптації міст до зміни клімату, урбометеорологічним та біометеорологічним дослідженням.

Крім того, викладачі кафедри постійно підтверджують свій високий науковий і освітній рівень, залучаючись на конкурсній основі до викладацької або наукової діяльності у зарубіжних університетах: Потсдамський університет, Потсдамський інститут клімату (Німеччина), Університет Кейптауна (Південно-Африканська Республіка), Данський технологічний університет (Данія), Гельсінський університет (Фінляндія), Віденський технічний університет (Австрія), Дослідницький центр з біометеорології Німецької служби погоди, м. Фрайбург (Німеччина), Фрайбурзький університет м. Фрайбург (Німеччина), Дослідницький інститут Університету Бухаресту (Румунія).

Наукові дослідження, що проводяться на кафедрі, присвячені проблемам біометеорології, урбометеорології, забруднення атмосфери, агрометеорології, атмосферної циркуляції, питанням загальної і прикладної кліматології. Короткий перелік найбільш важливих наукових публікацій кафедри за останні роки представлені у **Додатку** до цієї статті.

Ряд наукових досліджень кафедри були оформлені у вигляді дисертаційних робіт, та успішно захищені в спеціалізованих Вчених рада, зокрема:

2019 р. – дисертація кандидата наук – Ю.С. Дідовець "Оцінка впливу зміни клімату на водний стік та паводковий режим річок України за допомогою еко-гідрологічної моделі SWIM";

2020 р. – дисертація доктора наук – О.Г. Шевченко "Теоретико-методологічні засади комплексних досліджень урбометеорологічних трансформацій у містах";

2023 – дисертація доктора філософії – М.О. Матвієнко "Моделювання мікроклімату та біокліматичних умов великих міст у літній період".

Члени кафедри беруть активну участь у роботі державних органів влади на громадських засадах, зокрема в роботі Робочої групи Міндовкілля з розробки Національного плану адаптації до зміни клімату, науково-експертної ради Державної екологічної інспекції України, тощо. Входять до складу спеціалізованих вчених рад із захисту дисертацій, є редакторами і членами редколегій наукових вітчизняних та зарубіжних журналів.

Після повномасштабного вторгнення російських військ на територію України кафедра неодноразово залучалася до виконання проєктів, пов'язаних з дослідженням наслідків впливу військових операцій на навколишнє середовище. Зокрема, було виконано моделювання поширення шкідливих домішок після руйнування російськими військами об'єктів нафтогазового та енергетичного комплексів України, оцінювалися масштаби забруднення території, які можуть бути потенційно забруднені внаслідок осадження речовин чи вимивання їх з атмосферного повітря, а також потенційні ризики для населення, що проживає на території можливого ураження. Було проведено важливі дослідження оцінки кліматичних ризиків для водопостачання м. Миколаєва на тривалу перспективу у зв'язку з розробкою проєкту нової системи водопостачання, виконана оцінка доступності водних ресурсів Півдня України у зв'язку з втратою Каховського водосховища та очікуваної зміни клімату.

За запитом окремих підрозділів Збройних Сил України виконувалось оперативне щоденне прогнозування рівня забруднення та зони поширення шкідливих домішок від руйнування аміакопроводу в зоні зіткнення військ з урахуванням мінливості синоптичної ситуації.

За час свого існування кафедра підготувала близько 1000 випускників-метеорологів, які успішно працюють у підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства оборони України, Міністерства інфраструктури України, Державної авіаційної служби України, Національного антарктичного центру України, Державного космічного агентства України, Національного



екологічного центру України, Державної екологічної інспекції України, в наукових установах Національної академії наук України, у навчальних закладах Міністерства освіти і науки України, в Кабінеті Міністрів України, в профільних комітетах Верховної Ради України, а також в інших освітніх, науково-дослідницьких, проектних, виробничих державних і приватних установах, в органах державного та регіонального управління.

Ціла когорта випускників кафедри останнього десятиріччя займає вагомі посади у освітніх, наукових та виробничих організаціях метеорологічного профілю за межами нашої держави. Таким чином, кафедра підготувала потенційних амбасадорів української метеорології, професійний досвід яких, їх висока кваліфікація, знання мов повинна бути використана Україною для представництва у міжнародних організаціях, зокрема ВМО, з метою посилення міжнародного впливу та авторитету нашої країни.

#### Список використаної літератури

1. Авенаріус Михайло Петрович. Доступ: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Авенаріус\\_Михайло\\_Петрович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Авенаріус_Михайло_Петрович).
2. Волощук Володимир Михайлович. Доступ: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Волощук\\_Володимир\\_Михайлович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Волощук_Володимир_Михайлович).
3. Географи Київського університету. К., 2003;
4. Географічному факультету 70 років. К., 2003; Географічний факультет у персоналіях К., 2008;
5. Діяльність П.І. Броунова у Київському університеті. // Труды географічного факультету КДУ, 1953. №2.
6. Кафедрі метеорології та кліматології Київського національного університету імені Тараса Шевченка – 55 років. К., 2004.
7. Кнорр Ернест Августович. Доступ: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Кнорр\\_Ернест\\_Августович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Кнорр_Ернест_Августович)
8. Колісник П.І. О.В. Клосовський – видатний вчений педагог, громадський діяч. // Географічний збірник УГТ, 1962. №6;
9. Метеорологічна станція (Метереологічна обсерваторія Київського університету) Доступ: <https://new.pamyatky.kiev.ua/streets/tolstogo/meteorologichna-stantsiya>.
- 10.Нездюров Д.П., Половко И.К., Щербань М.І. Із історії вивчення клімату України. // Географічний збірник КДУ, 1954. №3;
- 11.Нездюров Д.Ф. А.В.Клоссовский – первый русский метеоролог-геофизик (1951);
- 12.Половко Иван Кирилович. Доступ: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Половко\\_Иван\\_Кирилович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Половко_Иван_Кирилович)
- 13.Попов Валентин Петрович. Доступ: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Попов\\_Валентин\\_Петрович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Попов_Валентин_Петрович)
- 14.Сергій Сніжко: “Перспективи відкриваються для тих, хто не боїться труднощів. //Фізична географія та геоморфологія. Вип.91 (2018). С.75-85.
- 15.Сніжко Сергій Іванович. Доступ: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Сніжко\\_Сергій\\_Іванович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сніжко_Сергій_Іванович)
- 16.Шандра В., Шулешко І. Метеорологічна станція (№ 14). Звід пам'яток Києва. Доступ: [https://www.pslava.info/Kyiv\\_SkoropadskogoVul\\_MeteorologichnaStancija14\\_2011ZvidPam3,34112\\_9.html#google\\_vignette](https://www.pslava.info/Kyiv_SkoropadskogoVul_MeteorologichnaStancija14_2011ZvidPam3,34112_9.html#google_vignette)
- 18.Щербань Михайло Ілліч. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Щербань\\_Михайло\\_Ілліч](https://uk.wikipedia.org/wiki/Щербань_Михайло_Ілліч)
- 19.Щербань М.І. Касян Миколайович Жук як метеоролог. // Геогр. зб. УГТ. 1962. №6;
- 20.Щербань М.І., Пищолка В.М., Щербань І.М. До 110-річчя від дня народження І.К.Половко. // Укр. геогр. журнал, 1997. №3;
- 21.Sergiy Snizhko. Open Society Support: My Story. Educational Advising Center “Osvita”. Lviv, 2018

#### ДОДАТОК. Публікації кафедри останніх років

##### Монографії

1. Obodovskyi O., Greben V., Snizhko S. at al. Hydropower Potential Assessment Mountain Rivers of the Ukrainian Carpathians. LAP Lambert academic publishing, 2021. p.132.
2. Obodovskiy O., Grebin V., Snizhko S., Shevchenko O. River Runoff in Ukraine Under Climate Change Conditions. LAP Lambert Academic Publishing, 2020.140P. ISBN: 978-620-2-67675-5. p.140
3. Ryabchenko O., Snizhko S., Tripolska G. Ukraine technology needs assessment for climate change adaptation. Barrier analysis and enabling framework. Technological Needs Assessment under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)//GEF//UN Environment//UNEP DTU Partnership. 2020. 170 p.
4. Ryabchenko O., Snizhko S., Trypolska G. Technology needs assessment for climate change adaptation. preparing a technology action plan. 2021. Доступ: <https://tech-action.unepdtu.org/wp-content/uploads/sites/2/2021/11/tap-report-ukraine-1.pdf>. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2021. p.144
5. Ryabchenko O., Snizhko S., Trypolska G. Technology needs assessment report adaptation. UNEP DTU Partnership, UN Environment. 2019. p.146.

6. Сніжко С.І., Шевченко О.Г., Дідовець Ю.С. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021. С.68.
7. Сніжко С.І., Шевченко О.Г., ін. [авт.-уклад. В. І. Шпак; кер. авт. кол. С. І.Табачников]. Національна безпека України у викликах новітньої історії. К. : ДП «Експрес-об'ява», 2020. – 464 с.
8. Шевченко О.Г. Теоретико-методологічні засади комплексних досліджень урбометеорологічних трансформацій у містах. К.: ДІА, 2021. 288 с.

#### Підручники та навчальні посібники

1. Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Вітренко А.О. Економічна метеорологія. К.: Майстер книг, 2019. 352 с.
2. Затула В.І. Практикум з кліматології. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з курсу кліматології. Київ, 2022. 69 с.
3. Круківська А.В., Польовий А.М. Курс лекцій з агрометеорології для бакалаврів. Електронне видання. 2029. Розміщено на платформі MOODLE КНУ.
4. Олійник Р.В., Сніжко С.І. Хімія атмосферних аерозолів. ЦП «КОМПРИНТ», Київ, 2019. 212 с.
5. Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Круківська А.В., Олійник Р.В. Курс лекцій з біометеорології для бакалаврів. Електронне видання. 2020. Розміщено на платформі MOODLE КНУ.

#### Статті

1. Galytska, E., Danylevsky, V., Hommel, R., and Burrows, J. P. Increased aerosols content in the atmosphere over Ukraine during summer 2010. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2017. 11(4). 36 p. DOI: <https://doi.org/10.5194/amt-2017-336>
2. Didovets I, Lobanova A, Bronstert A, Snizhko S, Maule CF, Krysanova V. Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Three Representative Ukrainian Catchments Using Eco-Hydrological Modelling. *Water*. 2017. 9 (3). p. 204. DOI: <https://doi.org/10.3390/w9030204>
3. Didovets I., Krysanova V., Bürger G., Snizhko S., Balabukh V., Bronstert A. Climate change impact on regional floods in the Carpathian region. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2019. Vol. 22, 100590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.01.002>
4. Didovets I., Krysanova V., Snizhko S., Hattermann F.F., Schmieid H.M. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Vol. 32, 100761. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>
5. Lobanova A., Liersch S., Nunes J.P., Didovets I., Stagl J., Huang S., Koch H., Rivas M. del R., Maule C.F., Hattermann F., Krysanova V. Hydrological impacts of moderate and high-end climate change across European river basins. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2018. Vol 18. pp. 15–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.05.003>
6. Bolbot H., Grebin V., Obodovskyi O., Snizhko S. Water budget elements of the Siverskyi Donets River Basin in different water runoff periods. *Geoinformatics: European Association of Geoscientists & Engineers*. 2021. Pp. 1-6 DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521135>
7. Krukivska A., Hrechana N., Snizhko S., Shevchenko O., Matviienko M. Geoinformation components of sunflower yield simulation in arid climate using the model aquacrop. *Geoinformatics: European Association of Geoscientists & Engineers*. 2021. 1-6 p. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521051>
8. Shevchenko O., Snizhko S., Zapototskyi S., Matzarakis A. Biometeorological Conditions during the August 2015 Mega-Heat Wave and the Summer 2010 Mega-Heat Wave in Ukraine. *Atmosphere* 2022. 13(1). 99 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos13010099>
9. Shevchenko O., Snizhko S., Zapototskyi S., Svintsitska H., Matviienko M., Matzarakis A. Long-term analysis of thermal comfort conditions during heat waves in Ukraine. *Geographia Polonica* 2022. Vol. 95, Is.1. pp. 53–70. DOI: <https://doi.org/10.7163/GPol.0226>
10. Oliinyk R., Pinchevska O., Spirochkin A., Zavialov D. Influence of Temperature Fields on the Quality of Dried Wood Products. *Materials Science Forum*. 2021. Vol 1038. pp. 336 – 344. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1038.336>
11. Radomska M., Stevens R., Semkiv M., Yatsenko Y., Lysovenko S. An initial data-limited modeling of the environmental consequences: case-study of the Vasytkiv fuel reservoir fire. *Journal Environmental Problems*. 2023. 8(2). p. 76–86. DOI: <https://doi.org/10.23939/ep2023.02.076>
12. Shevchenko O. Human thermal comfort conditions during heat wave events in Kyiv, Ukraine. *Environmental Research Engineering and Management*. 2021. 77 (2). pp. 99–110. DOI: [10.5755/j01.ere.m.77.2.23142](https://doi.org/10.5755/j01.ere.m.77.2.23142)
13. Shevchenko O., Snizhko S., Gryniuk O., Matzarakis A. A comparison of the tourist potential of the climates of the coastal resort at Odesa and the inland resort by lake Svityaz. *Atmosphere*. 2023. 14 (3). 460 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos14030460>
14. Shevchenko O., Snizhko S., Matviienko M. Human-biometeorological assessment of Kharkiv (Ukraine) in the summer season. *Hrvatski Meteoroloski Casopis/Croatian Meteorological Journal*. 2021. 54/55(2019/20). Pp.43-54. DOI: [10.37982/hmc.54.55.1.4](https://doi.org/10.37982/hmc.54.55.1.4)

15. Shevchenko O., Snizhko S., Matviienko M. Simulation of the thermal comfort conditions of urban areas: a case study in Kyiv. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія». 2019. Вип. 51. С. 186–198. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-13>
16. Shevchenko O., Matviienko M., Snizhko S. A GIS and WUDAPT based mapping of the local climate zones in Ukrainian cities. Conference: Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. 2020. Pp. 1-5. DOI: [10.3997/2214-4609.2020geo100](https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo100)
17. Shevchenko O., Oliynyk R., Snizhko S., Svintsitska H., Kostyrko I. Indexing of heat waves in Ukraine. Water. 2020. 12 (4). 962 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12040962>
18. Shevchenko O., Snizhko S., Matzarakis A. Recent trends on human thermal bioclimate conditions in Kyiv, Ukraine. Geographia Polonica. 2020. 93(1). Pp. 89–106. DOI: [10.7163/GPol.0164](https://doi.org/10.7163/GPol.0164)
19. Snizhko S., Shevchenko O., Didovets I., Obodovskyi O., Pochaievets O. Climate monitoring data application in the technological regional assessment scheme and simulation of water flow. Proceedings of the XIII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment” (Kyiv, 12–15 November 2019). DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903241>
20. Snizhko S., Bertola M., Ovcharuk V., Shevchenko O., Didovets I., Blöschl G. Climate impact on flood changes – an Austrian-Ukrainian comparison. Journal of Hydrology and Hydromechanics. 2023. 71(3). Pp. 271–282. DOI: [10.2478/johh-2023-0017](https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017)
21. Snizhko S., Tripolska G., Shevchenko O., Grebin V., Kostyrko I. Structure design of the drought risk assessment and mapping technology for adaptation of Ukrainian water sector to climate change. Geoinformatics: European Association of Geoscientists & Engineers. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521036>
22. Snizhko S., Trypolska G., Shevchenko O., Obodovskyi O., Didovets I., Kostyrko I. Structure design of the flood hazard assessment and mapping technology for adaptation of Ukrainian water sector to climate change. Geoinformatics: European Association of Geoscientists & Engineers. 2021. p. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521042>
23. Tomczyk A.M., Shevchenko O., Matzarakis A. Biometeorological conditions during cold spells in south-east Poland and west Ukraine. International Journal of Biometeorology. 2023. 67(3). DOI: [10.1007/s00484-023-02559-4](https://doi.org/10.1007/s00484-023-02559-4)
24. Mendel K., Tomczyk A.M., Shevchenko O. Thermal and precipitation conditions during the long May weekend in Poland and their circulation conditions. Czasopismo geograficzne. 2024. 95(2): 273–292. <https://doi.org/10.12657/czageo-95-12>
25. Korniienko V., Obodovskyi O., Snizhko S. The spatial analysis of the hydropower modules distribution for the Pripjat basin within Ukraine using open GIS technologies. Geoinformatics: European Association of Geoscientists & Engineers. 2021. p. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521142>
26. Zatul V., Kyhtenko Ya., Oliynyk R., Snizhko S. Evaluation of atmosphere clearness and cloudiness parameters in the southern regions of Ukraine using statistical analysis. Visnyk of V N Karazin Kharkiv National University series Geology Geography Ecology. 2021. Vol. 55. pp. 159-173. DOI: [10.26565/2410-7360-2021-55-12](https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-12)
27. Zatul V., Zatul N., Symonets T. Observation and forecasting of thunderstorms in the modern practice of advisory of Kyiv International Airport (Zhuliany). Geoinformatics 2021. 6p. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521076>
28. Zatul V. Decomposition and modelling of the annual cycle of meteorological variables in the Ukrainian Carpathians. Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series «Geology. Geography. Ecology». 2018. (49). С. 95-106. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-49-08>
29. Obodovskyi O. G., Danko K. Yu., Pochayevets O. O., Onyshchuk V. V., Snizhko S. I., Lukyanets O. I. Methodic Aspects of Hydroecological Assessment of Hydropower Potential of the Plain Rivers' (by Example of Dnieper Right-Bank Rivers). 2020. 56(4). pp. 84-102. DOI: [10.1615/HydrobJ.v56.i4.70](https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v56.i4.70)
30. Сніжко С.І., Ободовський О.Г., Шевченко О.Г., Гребінь В.В., Дідовець Ю.С., Купріков І.В., Пochaєвeць О. Регіональна оцінка зміни водного стоку річок українських Карпат під впливом зміни клімату. Український географічний журнал. 2020. (2). С. 20–29. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2020.02.020>
31. Яценко Ю.В., Шевченко О.Г., Сніжко С.І. Оцінка сучасного рівня та тенденцій забруднення атмосферного повітря міст України двооксидом азоту. Вісник Київського університету. Серія геологія. 2018. (3). С. 87-95. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2017.68.4>
32. Snizhko S., Didovets I., Bronstert A. Ukraine's water security under pressure: climate change and wartime. Water Security. 2024. 12.
33. Snizhko S., Didovets I., Shevchenko O., Yatsiuk M., Hattermann F.F., Bronstert A. Southern Bug River: Water Security and Climate Changes Perspectives for Post-War City of Mykolaiv, Ukraine. Frontiers in Water. 2024. 6. doi: [10.3389/frwa.2024.1447378](https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1447378)

УДК 551.509.6/9;551.586

**Балабух В.О., Довгаль Г.П.**

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

## **ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ ТА ОСОБЛИВОСТІ УМОВ ПОГОДИ В УКРАЇНІ У 2023 РОЦІ**

Температура повітря є важливим індикатором стану усєї кліматичної системи: атмосфери, гідросфери, кріосфери, літосфери і зрештою, біосфери, включно з людиною і її діяльністю. Як і зміна температури тіла людини, її зміна сигналізує про те, що з нашою планетою щось не гаразд. 2023 рік, за даними Національного центру екологічної інформації NOAA та Copernicus Climate Change Service, був найтеплішим на планеті з 1850 року і перевищив середню температуру доіндустріального періоду на 1,48 °С, а середні багаторічні значення у 1991-2020 рр. на 0,6°С. Востаннє глобальна температура повітря перевищувала середню температуру доіндустріального періоду на 1,5 °С на нашій планеті 125000 років тому. У Європі 2023 рік був другим найтеплішим за всю історію спостережень та 27 роком поспіль з температурою вище середньої.

*Метою роботи* є дослідження особливостей умов погоди та клімату в Україні у 2023 році. Дослідження проводили за щоденними даними спостережень метеорологічної мережі України з 1961 року, отриманими з Центральної аерологічної обсерваторії імені Бориса Срезневського, оглядами погоди Українського гідрометеорологічного центру ДСНС України. Для вирішення поставлених завдань застосовували аналітико-синтетичні, статистичні, кліматичні та абстрактно-логічні методи.

Аналіз тенденцій зміни клімату на значній території України у 2023, як і у 2022 році, на жаль, провести неможливо, через порушення безперервності кліматичних рядів спостережень. Внаслідок великомасштабного вторгнення росії в Україну метеорологічні спостереження у 2023 році на окупованих територіях країни та у зоні бойових дій не проводились або проводились періодично. Внаслідок цього встановити особливості кліматичних умов у 2023 році на всій території України неможливо. Виходячи із наявної інформації, достовірно визначити особливості кліматичних умов у 2023 році можна лише для західного, центрального та північного регіонів України, та Одещини і Миколаївщини.

**Отримані результати.** Аналіз динаміки середньої за рік температури повітря у західних, центральних, північних областях та на південному заході України свідчить, що для цього регіону характерні ті ж тенденції, що й для усєї території країни загалом, Європи, північної півкулі та глобальної температури. Проте, швидкість зміни середньої за рік температури повітря у цих областях України у 1961-2023 рр. була майже у 2,5 рази вищою, ніж зміни глобальної температури (0,41°С/10 років і 0,17 °С/10 років, відповідно) та випереджала темпи зміни температури повітря у Північній півкулі і Європі..

2023 рік у західних, центральних північних областях і на південному заході України виявився третім з найтепліших з 1961 року і, ймовірно, за увесь період інструментальних спостережень: середня за рік температура повітря була на 1,4°С вищою за кліматичну норму 1991-2020 рр. 2023 рік поступився на 0,1°С 2019 року і на 0,2 °С 2020 року, який був найтеплішим. Кількість опадів за рік у 2023 році суттєво не відрізнялась від кліматичної норми. проте протягом року опади розподілялись нерівномірно: зимою та восени випало на 9% та 10% більше норми, а весною та літом на 14% та 11% менше. Найінтенсивніші опади у 2023 році спостерігались не у теплий, а в холодний період, аномально вологі періоди чергувались з аномально посушливими.

Для температурного режиму 2023 року була характерна висока мінімальна температура повітря, середні за рік значення якої були на 1,6 °С вищими за норму, у той час як значення середньої максимальної температури були лише на 0,7°С вищими. Додатні аномалії мінімальної за добу температури повітря переважали протягом усього року, середньої – зимою, літом та восени, а максимальної – лише зимою і літом. Середня температура повітря взимку та восени була вищою за норму на 2,3 °С та 2,4°С, відповідно, влітку – на 0,8°С, а весною знаходилась у межах норми.

Літніх днів з середньою за добу температурою повітря 15,0°C і вище у 2023 році було на 10% вище норми, що зумовлено аномально високою температурою повітря у вересні. Кількість спекотних днів з максимальною температурою 25,0°C і вище у 2023 р. знаходилась в межах норми – у середньому біля 70 днів. Проте, відмічалось зменшення їхньої кількості у квітні - червні, і зростання у серпні та, особливо, вересні. Тропічних ночей у 2023 році було майже на 50% більше за кліматичну норму

Зима 2022/2023 у західних, центральних, північних областях та на південному заході України увійшла до п'ятірки найтепліших з 1961 року і посіла, відповідно, 4 місце у рейтингу. Середня за зиму температура повітря в регіоні була додатною і становила 0,2°C. Середня за сезон мінімальна та максимальна температура були вищими за норму на 2,8 °C та на 1,6°C. Додатні аномалії середньої, мінімальної та максимальної за місяць температури повітря спостерігались протягом усього сезону і досягли найвищих значень у січні, який був на 3,6 °C теплішим за кліматичну норму. Найбільше опадів спостерігалось у грудні, особливо у Львівській та Волинській областях. Для лютого та, особливо, січня був характерний дефіцит опадів, найбільший на півдні Одещини, де місцями випало лише 5-8% від місячної норми.

Весна 2023 року в Україні була прохолодною, що було зумовлено низькою максимальною температурою повітря, середні за сезон значення якої виявились на 1,3°C нижчими за норму. Від'ємні аномалії середньої за місяць максимальної температури спостерігались протягом усього сезону і сягали найвищих значень у квітні, який виявився прохолоднішим на 2,6°C. Оподи випадали дуже нерівномірно протягом сезону: березень та особливо травень були посушливими, а квітень четвертим з найвологіших з 1961р. У травні на Поліссі та Поділлі випало 1-19% від місячної норми опадів, а в окремих районах травень був найпосушливішим за увесь період спостережень. У квітні місцями випало 3-4 місячних норми опадів, а в окремих районах Київської, Черкаської, Вінницької, Одеської та Дніпропетровської областей спостерігалась найбільша місячна кількість опадів за увесь період спостережень.

Літо 2023 року в Україні загалом було теплим: середня за сезон температура повітря становила 20,5°C і була на 0,8°C вищою за норму. Червень був посушливим і прохолодним за рахунок аномально низької максимальної температури, середні значення якої за місяць були на 1,2°C нижчими за норму. Аномально низькою максимальна температура залишалась і в липні, проте, мінімальна температура була дещо вищою за норму, то ж загалом, середня за липень температура в Україні знаходилась в межах норми. Опадів у липні у більшості областей країни спостерігалась більше норми, а в Одеській, Харківській та Київській областях випало 2,5-3 місячних норми. Проте на заході та південному заході країни дефіцит опадів, місцями становив 50-70%. Серпень був аномально теплим. На заході країни, крім Закарпаття, у Житомирській і Вінницькій областях він був найтеплішим за увесь період інструментальних спостережень за погодою, а на решті території – одним з найтепліших. Аномалії середньої та середньої мінімальної за місяць температури у серпні сягали 2,3°C, а максимальної – 1,6°C. Аномально високі температури у серпні супроводжувались дефіцитом опадів який у середньому становив 25%, а на півдні від 3% до 20 % місячної норми.

Осінь 2023 року в Україні була вологою і найтеплішою з 1961 і ймовірно за увесь період інструментальних спостережень за погодою. Середня за сезон температура повітря перевищила норму на 2,4°C. Вересень виявився одним з найтепліших (на Правобережжі країни - найтеплішим за увесь період спостережень) і найпосушливіших, особливо на півдні країни, де випало 1 - 20% місячної кількості опадів. Протягом вересня середня за добу температура повітря була вищою за 15,0 °C , середня за місяць температура виявилась на 3,3 °C вищою за норму, середня максимальна – на 4,0°C, а середня мінімальна – на 2,6°C. Жовтень 2023 також був одним із найтепліших за увесь період метеорологічних спостережень, а період із серпня по жовтень у 2023 році виявився найтеплішим періодом за увесь період спостережень. Листопад 2023 в Україні був найвологішим з 1961 року, а в південних, центральних, північних областях найвологішим за увесь період спостережень: в окремих пунктах спостережень зафіксовано понад 5 місячних норм опадів: Пожежевська - 266 мм, Плай – 247мм, у Вилково, Сараті Одеської області та Миколаєві – 184мм, 122 мм, 157мм. Значна кількість опадів у листопаді була зумовлена активною циклонічною діяльністю, особливо

південним циклоном Беттіна, який переміщувався територією України 25-27 листопада. Потужний циклон зумовив сильні опади та вітер не лише в Україні, а й Болгарії, Румунії, Молдові, Туреччині, росії. Внаслідок циклону Беттіна щонайменше 23 людини загинуло, з них 12 в Україні, а понад 2,5 мільйона постраждали через відключення електроенергії, перебої в русі транспорту та руйнування інфраструктури.

Отже, у 2023 році в Україні продовжувались тенденції щодо зміни температури повітря, характерні для попередніх років, і узгоджувались з аналогічними змінами глобальної температури. Зростання дефіциту річної кількості опадів, перерозподіл опадів впродовж року і чергування аномально посушливих та вологих періодів є характерною рисою зміни клімату в Україні. Такі ж тенденції були характерні і для 2023 року.

УДК 551.509.6/9;551.586

**Балабух В.О., Малицька Л.В., Довгаль Г.П., Ягодинець С.М., Лавриненко О.М.**  
*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України,  
м. Київ, Україна*

### **ПОВТОРЮВАНІСТЬ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ТА ДИНАМІКА РІЗКИХ ПОХОЛОДАНОМ В УКРАЇНІ**

Суттєвий ріст температури повітря, який спостерігається на нашій планеті протягом останніх десятиріч, зумовив збільшення кількості та інтенсивності небезпечних і екстремальних умов погоди та збитків які вони зумовлюють. Збільшується кількість хвиль тепла та їхня інтенсивність, зростає тривалість спекотного, посушливого, пожежонебезпечних періодів, що суттєво впливає на життєдіяльність людей, довілля та економіку. Зміни термічного режиму, повторюваності та інтенсивності екстремальних температур спровокували суттєві зміни не лише в атмосфері, а й в гідросфері, кріосфері, літосфері, біосфері і стали викликом для сталого розвитку суспільства.

З підвищенням температури зменшується і кількість сильних похолодань на значних територіях Європи, США та Північно-Східної Азії, проте їхня інтенсивність суттєво не змінюється, незважаючи на швидке потепління в арктичних регіонах що приводить до зростання ризиків, пов'язаних з короточасним зниженням температури повітря. Сильні похолодання зимою та в перехідні сезони впливають на здоров'я людей, особливо дихальну та серцево-судинну системи, зумовлюють зростання кількості респіраторних захворювань, приводять до переохолодження організму і навіть загибелі людей. Як наслідок, збільшується кількість госпіталізацій та зростає навантаження на медичні заклади. Зимові похолодання мають також серйозні наслідки для транспорту, інфраструктури, енергетики, оскільки скасовуються авіарейси, закриваються аеропорти, зростають черги на дорогах, спостерігається різке збільшення попиту на електроенергію, щоб забезпечити опалення приміщень. В перехідні сезони, особливо весною, від різких знижень температури повітря найбільше потерпає сільське господарство, коли сильні заморозки суттєво пошкоджують культури і завдають значних втрат урожаю.

Дослідженням різких змін температури повітря, особливо, потеплінь та хвиль тепла присвячено багато робіт, як за кордоном, так і в Україні, проте різкі похолодання, особливо в сучасний кліматичний період, мало досліджені і потребують вивчення.

*Метою роботи є виявлення особливостей просторово-часової повторюваності та динаміки різких міждобових знижень середньої за добу температури повітря різної інтенсивності в Україні. Для досліджень використовували щоденні дані про середню за добу температуру повітря на метеорологічних станціях України протягом 1981-2020 рр.*

На адвекцію холоду та зниження температури повітря в Європі та Україні впливають декілька механізмів: блокувальні процеси, зміна положення струминної течії, стратосферне потепління і послаблення полярного вихору, від'ємна фаза Північно-Атлантичного коливання

та ін. Ці чинники діють як поодиночі, так і в комплексі, зумовлюючи похолодання різної інтенсивності та тривалості. Вплив різкої міждобової зміни температури повітря (РЗТ) стає уже помітним коли їхні значення за добу перевищують 4°C. Так, організм здорової людини легко пристосовується до міждобової мінливості температури у межах до 4 °С, без відчутного навантаження на адаптаційні механізми. Проте зміна температури від 4 до 6°C вже відчувається, а вище 6 °С – подразнює організм людини і сприяє загостренню наявних захворювань. Найнебезпечнішими є міждобові зниження середньої за добу температури повітря на 10°C і більше, які впливають не лише на організм людини, а й на енергетику, транспорт, сільське господарство, будівництво, інфраструктуру та інші галузі. Враховуючи вплив РЗТ на галузі економіки та організм людини для ідентифікації ступеню їхньої інтенсивності та небезпечності прийнято наступні кількісні критерії: РЗТ ≤ 4°C за 24 год і менше – *зміни не суттєві*; 4 < РЗТ ≤ 6 °С за 24 год і менше – *сильні різкі похолодання*; 6 < РЗТ ≤ 10°C за 24 год і менше – *дуже сильні різкі похолодання*; РЗТ > 10°C за 24 год і менше – *надзвичайні різкі похолодання*.

Аналіз кількості випадків з різкою зміною середньої за добу температури повітря понад 4°C за добу показав, що в Україні протягом 1981-2020 рр. найбільшу повторюваність (73%) мали сильні різкі зміни температури від 4°C до 6°C за 24 години та дуже сильні (25%) – від 6°C до 10°C за 24 год. Надзвичайні РЗТ, понад 10°C, становлять біля 2%.

Найбільша повторюваність різких похолодань відмічається у зимовий період (34,1% – сильних, 42,2% – дуже сильних, 75,7% – надзвичайних). Значна повторюваність РЗТ характерна і для перехідних сезонів. При цьому восени сильні і дуже сильні похолодання бувають частіше, ніж весною. Так, повторюваність сильних РЗТ восени становить 28,6% а весною – 20,3%, дуже сильних – 25,8% та 20,4%, відповідно. Проте надзвичайні РЗТ спостерігаються переважно весною (11,0%). Лише 0,8% похолодань за рік такої інтенсивності відмічається восени. Для літа характерна найменша повторюваність РЗТ: 17,2% – сильні, 11,9% – дуже сильні і 0,2% – надзвичайні.

Аналіз просторового розподілу різких похолодань різної інтенсивності показав, що найчастіше вони спостерігаються на північному сході та сході країни, зокрема у Сумській, Харківській, Луганській областях. Значна повторюваність різких похолодань характерна і для Українських Карпат. У цих регіонах відмічається найбільша за рік повторюваність сильних та дуже сильних різких похолодань.

Встановлено що протягом року просторовий розподіл повторюваності різких похолодань змінюється, що свідчить про зміну синоптичних процесів, що їх зумовлюють. Взимку сильні і, особливо, дуже сильні та надзвичайні різкі похолодання характерні для східних областей країни у той час як на півдні вони бувають значно рідше. Весною найчастіше різкі похолодання відмічаються у західних і північних областях країни та на сході. Для літнього періоду характерна найбільша повторюваність різких похолодань різної інтенсивності на заході країни. Восени сильні різкі похолодання найчастіше спостерігаються у східних, північних та центральних областях країни, де за сезон таке явище можливе понад 4 рази.. Дуже сильні різкі похолодання восени можливі на усій території країни 1-2 рази за сезон. Найчастіше бувають у східних, центральних та південних областях. На Волині їхня повторюваність вдвічі менша. Надзвичайні РЗТ, в Україні бувають рідко - 7 разів за 100 років – 4 потепління і 3 похолодання. Надзвичайні різкі похолодання найчастіше відмічаються у східних і південних областях країни, а потепління - у північних та центральних

Аналіз динаміки повторюваності кількості днів за рік із сильними РЗТ протягом 1981-2020 рр. показав, що вона, загалом в Україні, суттєво не змінилась. Проте на території країни відмічаються неоднорідні тенденції зміни повторюваності цього явища. У західних, південних, частково центральних областях країни дуже ймовірно (>90%) їхня повторюваність зменшується у той час як на сході України та правобережному Поліссі - зростає. Встановлено сезонні особливості динаміки сильних різких похолодань. Зимом майже на всій території країни відмічається зменшення повторюваності таких явищ, особливо на заході країни та правобережному Поліссі. Суттєве зменшення повторюваності сильних РЗТ відмічається і

восени, особливо у південно-західних, південних та південно-східних регіонах країни. Літом та особливо весною, сильних РЗТ стає більше майже на всій території країни, не зважаючи на те, що в цей період відмічається суттєве підвищення температури повітря.

Суттєво не змінилась і повторюваність дуже сильних РЗТ за рік в Україні. Протягом року для них також характерне зменшення повторюваності восени і, особливо, зимою та збільшення літом і весною на значній території країни. На відміну від сильних і дуже сильних РЗТ, повторюваність надзвичайних РЗТ в Україні суттєво зменшується, особливо у західних, північних та східних областях країни.

Отже, не зважаючи на значне підвищення середньої за рік температури повітря в Україні, Європі та арктичних широтах, повторюваність сильних і дуже сильних різких похолодань за рік в Україні суттєво не змінилась протягом 1981-2020 рр. Найбільш вразливими є північно-східні і східні регіони країни, де відмічається найбільший ріст температури повітря і найбільша повторюваність різких похолодань. Особливо небезпечними ці явища можуть бути весною, коли їхня повторюваність суттєво зростає. Суттєве зменшення повторюваності різких похолодань зимою, що супроводжується значним підвищенням температури повітря, сприяє зменшенню негативних наслідків для транспорту, інфраструктури, енергетики.

Значна неоднорідність повторюваності різких похолодань на території країни протягом року, її зміна останніми десятиріччями потребує дослідження процесів, які їх зумовлюють та оцінки ймовірних змін у середній та довгостроковій перспективі для різних сценаріїв зміни клімату. Ці дані можуть бути використані при розробленні систем раннього оповіщення та стратегій адаптації до зміни клімату як на секторальному, так і на регіональному рівнях.

УДК 551.515.4(477)

Балабух В.О.<sup>1</sup>, Штупун І.М.<sup>2</sup>, Затула В.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, м. Київ, Україна*

<sup>2</sup> *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **ГРОЗОВА ДІЯЛЬНІСТЬ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ, ЯКІ ЇЇ ЗУМОВЛЮЮТЬ**

Гроза належить до категорії небезпечних атмосферних явищ, які виникають у нестійко стратифікованих шарах вологого тропосферного повітря з великими вертикальними градієнтами температури. За таких умов у ньому виникають інтенсивні висхідні рухи, які супроводжуються утворенням та розвитком потужних купчастих і купчасто-дощових хмар. Для останніх характерні велика електрична активність, сильні турбулентність та обмерзання, висока водність, град, шквалите посилення вітру. Такі умови є небезпечними для авіації, а тому повітряні судна мають уникати польотів в районах їх розвитку [3, 4].

Інформаційною базою дослідження послужили наявні у відділі прикладної метеорології та кліматології УкрГМІ місячні ряди числа днів з грозою на восьми метеостанціях Київської області та обчислені за матеріалами аерологічного зондування атмосфери середні місячні індекси конвекції в її адміністративному центрі. Оцінка режиму грозової діяльності у Київській області виконувалася за числом днів з грозою у період з 1961 по 2020 рр. Ряди індексів конвекції стосувалися періоду 1991-2010 рр.

Було з'ясовано, що характер грозової активності в Київській області є типовим для північних регіонів України. Середнє число днів з грозою за останні 60 років коливалося від 24,9 в Яготині до 31,2 в Білій Церкві, причому в другу половину цього періоду на шести станціях із восьми воно незначно (в межах 5-7 %) скоротилося, що можна пояснити загальним послабленням циркуляції атмосфери в період глобального потепління. Разом з тим, в Києві і особливо в Миронівці мала місце протилежна тенденція, що вказує на домінування в цих



містах місцевих чинників формування явища. Основною причиною незначного посилення грозової діяльності в Києві могло стати загальне зростання шорсткості підстильної поверхні, зумовлене активною забудовою міста. Водночас, спорудження в безпосередній близькості від Києва Київського і Канівського водосховищ стримувало цей процес.

Як і очікувалося, лівова частина усіх днів з грозою припала на теплий період року, коли значно зростає термічна нестійкість атмосфери. Оцінку умов нестійкості атмосфери виконано з допомогою восьми популярних індексів нестійкості. Це індекси Шоуолтера (Showalter index – Si), Lifted index (Li), SWEAT (Severe Weather ThrEAT), індекс нестійкості Уайтинга (K-index, Ki), Cross Totals index (CT), Vertical Totals index (VT) та Total Totals index (TT), який є сумою CT і VT, CAPE (Convective Available Potential Energy), CIN (Convective INhibition's).

Усі розглянуті індекси нестійкості атмосфери, як і середнє число днів з грозою, мають виражений річний хід [1, 2], що пояснює тісний, інколи помірний, кореляційний зв'язок між середніми місячними значеннями цих величин за багаторічний період 1981-2010 рр. (табл.).

**Таблиця. Матриця коефіцієнтів кореляції між індексами нестійкості атмосфери та середньою кількістю днів з грозою в м. Києві. 1981-2010 рр.**

Параметр	Si	Li	SWEAT	Ki	CT	VT	TT	CAPE	CIN	Середнє число днів з грозою
Si	1,00	0,99	-0,73	-0,99	-0,89	-0,88	-0,89	-0,92	0,95	-0,94
Li	0,99	1,00	-0,65	-0,98	-0,86	-0,88	-0,88	-0,86	0,91	-0,88
SWEAT	-0,73	-0,65	1,00	0,75	0,64	0,53	0,59	0,91	-0,87	0,83
Ki	-0,99	-0,98	0,75	1,00	0,85	0,84	0,85	0,91	-0,95	0,92
CT	-0,89	-0,86	0,64	0,85	1,00	0,97	0,99	0,82	-0,87	0,89
VT	-0,88	-0,88	0,53	0,84	0,97	1,00	0,99	0,77	-0,84	0,86
TT	-0,89	-0,88	0,59	0,85	0,99	0,99	1,00	0,80	-0,86	0,88
CAPE	-0,92	-0,86	0,91	0,91	0,82	0,77	0,80	1,00	-0,96	0,97
CIN	0,95	0,91	-0,87	-0,95	-0,87	-0,84	-0,86	-0,96	1,00	-0,96
Середнє число днів з грозою	-0,94	-0,88	0,83	0,92	0,89	0,86	0,88	0,97	-0,96	1,00

Значна тіснота залежності між представленими в таблиці величинами вказує на принципову можливість оцінки динаміки грозової активності в регіоні за динамікою стану нестійкості атмосфери. Така оцінка має явні переваги над оцінкою зміни грозової активності за рівнянням лінійного чи іншого типу тренду, оскільки пов'язує інтенсивність грозової діяльності з інтенсивністю чинників, які її зумовлюють.

#### Список використаної літератури

1. Балабух В.О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. URL: <https://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf> (дата звернення 25.06.2024 р)2. Балабух В.О. Міжрічна мінливість інтенсивності конвекції в Україні. В кн.: Глобальні та регіональні зміни клімату. Київ: Ніка-Центр, 2011. С. 161-173.
3. Симонець Т.С., Затула В.І. Кліматична характеристика, умови формування та сучасна практика прогнозування гроз на аеродромі Київ/Жуляни. *Гідрологія, гідрохімія і екологія*. 2019. Т. 3(54). С. 154-155.
4. Zatul V.I., Zatul N.I., Symonets T.S. Observation and forecasting of thunderstorms in the modern practice of advisory of Kyiv International Airport (Zhuliany). Conference Proceedings, Geoinformatics, May 2021, Volume 2021, p.1-6. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521076>

УДК 551.5

Грушевський О.М., Міщенко Н.М., Пишняк Д.В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, м. Одеса, Україна  
Національний антарктичний науковий центр, м. Київ, Україна

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ ПОВІТРЯНИХ ЧАСТИНОК НА ФІКСОВАНИХ РІВНЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ СТАТИЧНО УРІВНОВАЖЕНИХ КУЛЬ

Для окремих завдань прикладного характеру існує необхідність визначення траєкторії руху частинок повітря на деякому фіксованому рівні. Розв'язання такої задачі, очевидно, бути мати дві складові – розробка протоколу наповнення кулі інертним газом у обсязі, що забезпечуватиме її (та супутнього навантаження) фіксацію на певній висоті та попередній розрахунок траєкторії руху кулі з урахуванням поточної температурно-вітрової стратифікації атмосфери. Розв'язання цієї задачі розглянемо на прикладі використання гелію у якості інертного газу. Нехай тиск у 40-літровому балоні, де він зберігається, становить, наприклад, 14,7 МПа. Для розрахунку кількості молів гелію при температурі  $T = 298$  К у такому балоні використаємо рівняння

$$pV = \nu R_c T \Rightarrow \nu = \frac{pV}{R_c T} = \frac{14,7 \cdot 10^6 \cdot 0,04}{8,314 \cdot 298} = 237,3$$

де  $\nu$  – кількість молів гелію у одному балоні.

Враховуючи той факт, що об'єм кулі може бути різним, доцільно, з практичної точки зору, визначити кількість куль, на наповнення яких вистачає одного балону. Встановлюємо, що з одного 40-літрового балону ми можемо наповнити 3,5 кулі, тобто на одну кулю припадає 67,8 молів ( $237,33/3,5 = 67,8$ ) гелію. Коректність розрахунків перевіряється шляхом розрахунку діаметру кулі і його співставленням з результатами його заміру.

$$V_0 = \nu_0 \cdot V_m = 67,8 \cdot 22,4 = 1518 \text{ л} ,$$

де  $V_m = \text{const}$  – молярний об'єм.

Одержаний розрахунковим шляхом діаметр кулі (1,43 м) через співвідношення з її об'ємом узгоджується з результатами його заміру ( $\approx 1,4$  м). Розрахунок маси гелію у кулі здійснюється за формулою

$$m_0 = \nu_0 \cdot M = 67,8 \cdot 4,003 = 271,4 \text{ г} ,$$

де  $M$  – молярна маса гелію.

Наступним етапом є розрахунок нульової плавучості кулі на певній висоті. Для цього скористаємося рівнянням

$$mg = (\rho_n - \rho_z) \cdot V_k, \quad (1)$$

де  $\rho_n$  і  $\rho_z$  – густина повітря і гелію відповідно;  $V_k$  – об'єм кулі.

Аналіз рівняння (1) показує, що досягнення урівноваженості сили тяжіння і сили Архімеда матиме місце лише у випадку, коли об'єм кулі, значення якого постійно змінюватиметься за рахунок зміни тиску у навколишньому середовищі, буде зафіксований. Цю проблему вирішує використання сітки, яка зафіксує об'єм кулі, і масу якої нам також потрібно врахувати у лівій частині рівняння разом з масами інших складових конструкції (оболонки, відбивача, сітки тощо). За умови застосування до кулі умови адіабатичності ( $\rho_z = \text{const}$ ), завдання її фіксації на певній висоті полягатиме у розрахунку густини повітря на цій висоті (через рівняння стану), з урахуванням поточної стратифікації атмосфери, і

додаванням до конструкції такої ваги, при якій умова (1) виконуватиметься. У якості вихідних даних можуть використовуватися дані радіозондування або модельні дані (у разі необхідності збільшення завчасності процесу підготовки).

Друга частина може вирішуватися двома способами. Перший, спрощений, полягає у побудові годографу вітру на бланку векторної діаграми у полярній системі координат «азимут-швидкість». При цьому необхідно враховувати час підйому кулі до заданого рівня і, за необхідності, коригувати координати вузла, з якого використовуються дані про вітер, через врахування горизонтальної швидкості кулі. Побудова результуючого вектору дозволяє визначити кінцевий район виходу кулі.

У іншому способі для апроксимації траєкторії кулі, що вільно здійснюється, використаний метод побудови траєкторії частинки повітря з додатковою дискретизацією у часі та просторі, придатний для сіткових метеорологічних даних, які генеруються типовими моделями атмосфери (наприклад, GFS). У методі час дискретизації задається довільно (рис. 1), в межах хвилин, та впливає на точність і швидкість розрахунку. Для розрахунку траєкторії кулі замість вертикальної швидкості вітру застосовується її власна вертикальна швидкість, яка може бути описана функціонально, алгоритмічно або навіть довільно (графічно), виходячи з прямих експериментальних (розрахункових) даних.

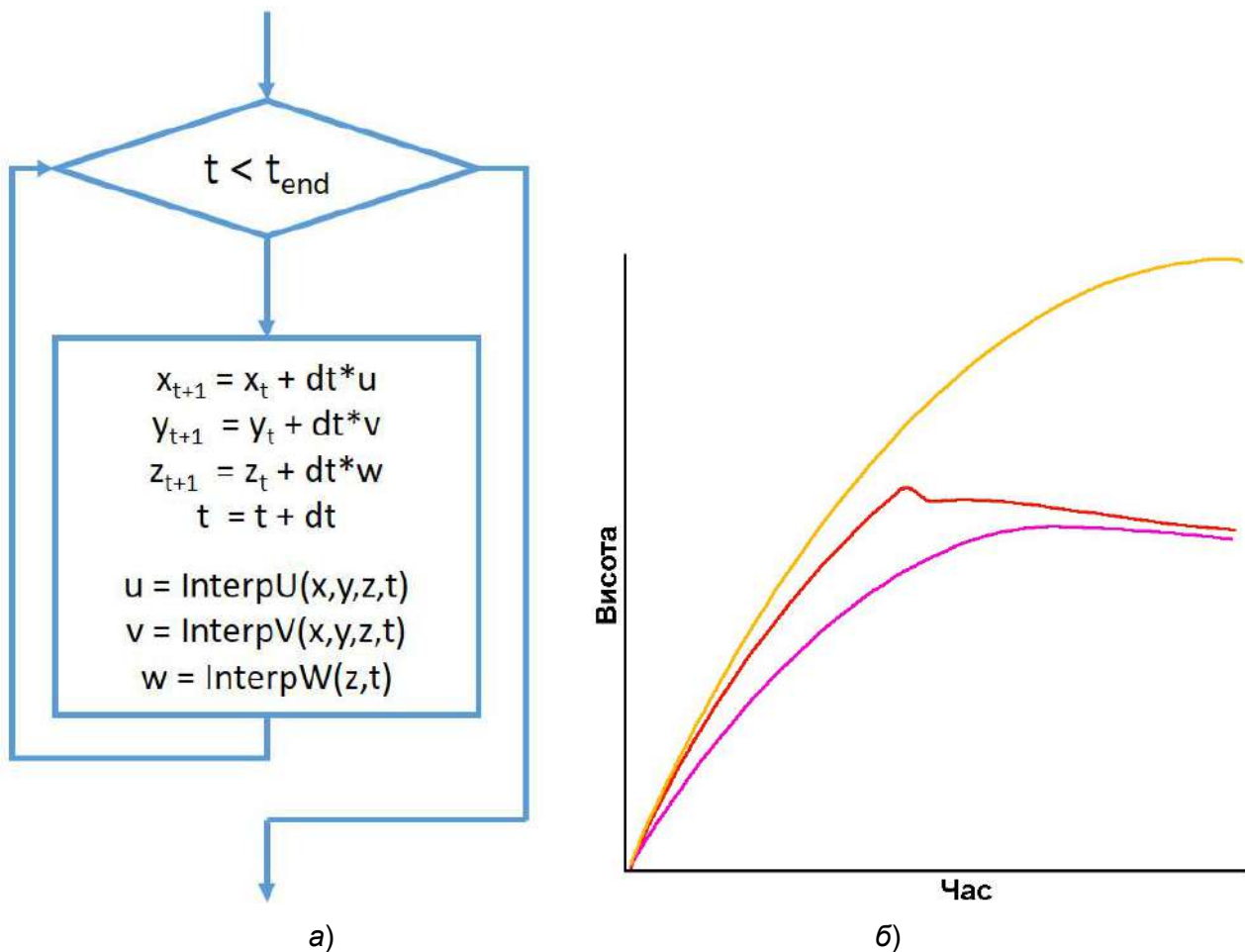


Рис. 1. Фрагмент реалізації алгоритму розрахунку траєкторії руху кулі з додатковою дискретизацією у часі та просторі (а)

$x, y, z$  – метричні координати кулі у просторі;  
 $u, v, w$  – компоненти швидкості вітру для кулі;  
 $U, V, W$  – вхідні масиви даних компонент швидкості вітру;  
 $dt$  – крок дискретної апроксимації у часі;  $t$  – відлік часу.

UDC 502.3/.7:504:528.8:551.58

Dudar T.V., Tymchyshyn M.A.

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

## GREENHOUSE GASES CONTENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Climate change is one of the main topics that is very relevant and urgent. The greenhouse effect is mainly caused by greenhouse gases such as methane, carbon dioxide, nitrous oxide, and water vapor. They are effective insulators. In this study, we consider Nitrogen Dioxide ( $\text{NO}_2$ ), which is one of the greenhouse gases that pollute the atmosphere. Climate change at the regional level (at the level of oblasts) of Ukraine is also an urgent topic. Factors that influence climate change may differ slightly depending on the region of location, that is, each area is unique. Thanks to remote sensing methods, it is possible to track and monitor climate change at the global, regional, and local levels. These methods have a free and commercial basis and make it possible to solve a large number of multifunctional problems [1]. Many scientific papers have been published on the subject of climate change and greenhouse gases [2-4]

Air pollution is a global threat. This threat has a very large impact on ecosystems and human health. Nitrogen dioxide is one of the most dangerous atmospheric pollutants. Nitrogen dioxide ( $\text{NO}_2$ ) is responsible for respiratory diseases causing asthma and other types of these diseases.  $\text{NO}_2$  also has a great negative effect on the cardiovascular systems, causing them to be diseased, as well as weakening the immune system, etc.

To estimate the spatio-temporal distribution of  $\text{NO}_2$  on a global scale is the use of remote sensing data obtained from space sensors. The Tropospheric Monitoring Instrument (TROPOMI), installed on board the Sentinel-5 satellite, which was launched by the European Space Agency, is the main achievement in satellite observations of nitrogen dioxide [5].

Kirovohrad oblast was chosen as the research area. This area is located within the forest-steppe zone of the central part of the Ukrainian Crystalline Shield and is rich in mineral resources, including radioactive raw materials. The climate is temperate continental.

The Google Earth Engine (GEE) software environment was used in this study [6]. Sentinel-5P database, namely Sentinel-5P NRTI  $\text{NO}_2$ : Near Real-Time Nitrogen Dioxide, was used in this environment. Band "NO2\_column\_number\_density" was selected in the database, which shows the total vertical column of  $\text{NO}_2$  (the ratio of the density of  $\text{NO}_2$  in the inclined column and the coefficient of the total air mass) in units ( $\text{mol}/\text{m}^2$ ) [7]. Space images in GeoTIFF format were generated, and uploaded, and mapped in the ArcGIS space image decoding program using the clip(Data Management) program function [8].

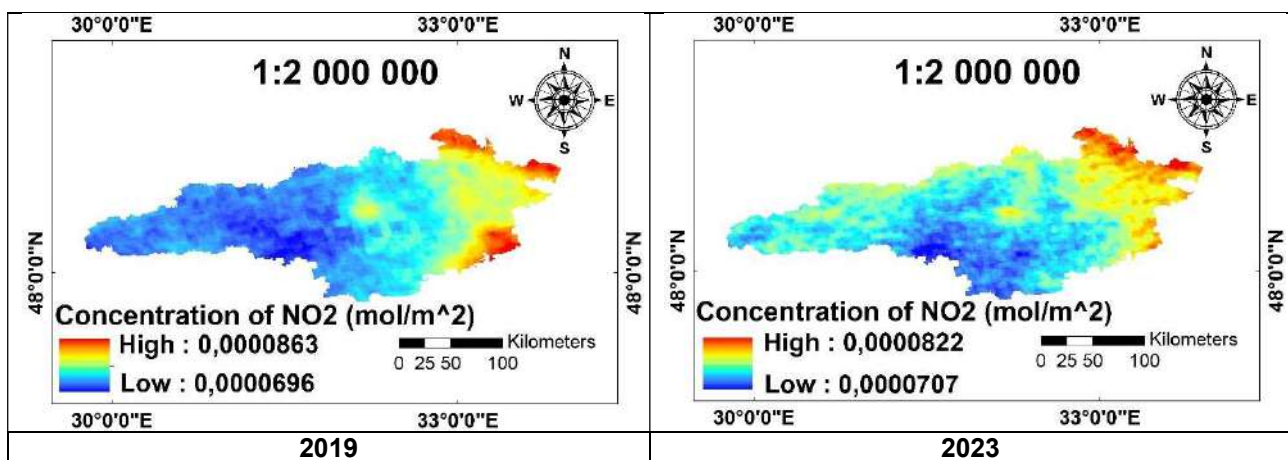


Fig. 1. Average concentrations of nitrogen dioxide in atmospheric air

The average concentrations of nitrogen dioxide ( $\text{NO}_2$ ) in the atmosphere of the Kirovohrad oblast for 2019 were mapped (Fig. 1), the results of which showed that the minimum average

concentration of NO<sub>2</sub> in the atmosphere of the Kirovohrad oblast was 0.0000696 (mol/m<sup>2</sup>). They were observed in the western part of the Kirovohrad oblast. Average concentrations of nitrogen dioxide gradually increase from west to east. In the very center of the oblast, the concentration is locally above the average level. The maximum concentration of NO<sub>2</sub> in the atmosphere of the oblast in 2019 was 0.0000863 (mol/m<sup>2</sup>).

The average concentration of nitrogen dioxide in the atmosphere of the Kirovohrad oblast for the year 2023 was mapped (Fig. 1.). The results showed that the minimum average concentration of NO<sub>2</sub> in the atmosphere of the Kirovohrad oblast was 0.0000707 (mol/m<sup>2</sup>). They were observed in the southern and central parts of the Kirovohrad oblast. Average concentrations of nitrogen dioxide prevail in the west of the oblast. Above-average concentrations prevail in the east and north. The highest concentrations of NO<sub>2</sub> were observed in the northeast of the oblast and amounted to 0.0000822 (mol/m<sup>2</sup>).

If we compare the average concentrations of nitrogen dioxide in the atmosphere of the Kirovohrad oblast for 2019 and 2023, it can be seen that the lowest concentrations were 0.0000696 (mol/m<sup>2</sup>) in 2019. The maximum concentrations were 0.0000863 (mol/m<sup>2</sup>) in 2019. The distribution of concentrations across the oblast shows that in 2023, there were lower minimum concentrations than in 2019, i.e., average concentrations prevail.

In the future, it is planned to continue the topic of monitoring concentrations of nitrogen dioxide and other greenhouse gases in the atmosphere of the territory of Ukraine.

Conclusions: The study was conducted at the regional level on the example of the Kirovohrad oblast, where numerous mineral deposits, including radioactive raw materials, are being developed. Over four years, there has been a fluctuation of NO<sub>2</sub> concentrations in the air of the studied area from the normal year 2019, years of decreasing concentrations due to the shutdown of enterprises due to the COVID-19 pandemic, and an increase after 2022. The possibility of conducting air monitoring using remote methods increases the accuracy of measurements of the concentrations of pollutants in the atmosphere and also makes it possible to conduct monitoring globally and regionally, as opposed to the usual local monitoring.

### References

1. Тимчишин М.А. Дистанційна оцінка температури земної поверхні та концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни клімату (на прикладі Кіровоградської області). – Кваліфікаційна робота випускника освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 101 «Екологія». – Національний авіаційний університет. – Київ, 2023. – 105 с.
2. Dudar, T. V., Tymchyshyn, M.A. Remote research of methane concentration in the air of Kirovohrad oblast. XXV International scientific conference Ecology, environmental protection and balanced environmental management: education – science – production – 2024 At: V. N. Karazin Kharkiv National University. P. 21-23. URL: [https://www.researchgate.net/publication/380362763\\_REMOTE\\_RESEARCH\\_OF\\_METHANE\\_CONCENTRATION\\_IN\\_THE\\_AIR\\_OF\\_KIROVOHRAD\\_OBLAST](https://www.researchgate.net/publication/380362763_REMOTE_RESEARCH_OF_METHANE_CONCENTRATION_IN_THE_AIR_OF_KIROVOHRAD_OBLAST)
3. Yelistratova L.A., Apostolov A.A., Tymchyshyn M.A. Possibilities of remote sensing for monitoring the spread of pollutants (for example, nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>)) in cities of Ukraine. International scientific conference “Natural sciences: history, the present time, the future, EU experience”. 2023. P. 39-42. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-344-6-9>
4. Yelistratova, L., Apostolov, A., Khodorovskyi, A., and Tymchyshyn, M. Monitoring Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>) in Environment of Ukraine based on Satellite Data. Geomatics and Environmental Engineering. 2023. V. 17. № 6. P. 95–110. <https://doi.org/10.7494/geom.2023.17.6.95>
5. Grzybowski, P.T.; Markowicz, K.M.; Musiał, J.P. Estimations of the Ground-Level NO<sub>2</sub> Concentrations Based on the Sentinel-5P NO<sub>2</sub> Tropospheric Column Number Density Product. Remote Sens. 2023. V. 15. 378. <https://doi.org/10.3390/rs15020378>
6. Google Earth Engine. - URL: <https://earthengine.google.com/> (last accessed: 09.05.2024)
7. Sentinel-5P NRTI NO<sub>2</sub>: Near Real-Time Nitrogen Dioxide. - URL: [https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS\\_S5P\\_NRTI\\_L3\\_NO2#description](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_NRTI_L3_NO2#description) (last accessed: 09.05.2024)
8. ArcGIS. – URL: <https://www.arcgis.com/index.html> (last accessed: 09.05.2024)

УДК 551.582

Колотухіна А., Сніжко С.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **ЗМІНА ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД**

Глобальна зміна клімату стала однією з найнагальніших екологічних проблем, до вирішення якої прикута увага людства. Одним з головних індикаторів зміни клімату, який найчастіше досліджується кліматологами є середня глобальна температура. Але і регіональні температури та їх динаміка теж мають науковий та практичний інтерес.

У даному дослідженні проведено вивчення закономірностей та тенденцій регіональних змін температури повітря як одного з основних індикаторів зміни клімату на прикладі Центрального району України (згідно районування Українського Гідрометцентру), до якого входять п'ять адміністративних областей України, а саме Вінницька, Черкаська, Полтавська, Дніпропетровська та Кіровоградська області. Даний район охоплює частину лісостепової недостатньо зволоженої теплої зони (території Вінницької, Черкаської, Полтавської областей) та частину степової посушливої дуже теплої зони (території Кіровоградської та Дніпропетровської областей).

Для отримання достовірних та об'єктивних результатів досліджень було використано матеріали багаторічних спостережень з 1961р. по 2020 р. по 28 метеорологічних станціях (МС), розміщених у межах Центрального району.

Для встановлення факту зміни клімату у регіоні було здійснено перевірку статистичної значимості зміни температури у другому кліматичному періоді (1991-2020 рр.) у порівнянні з першим кліматичним періодом (1961-1990 рр.) з використанням параметричних критеріїв Стьюдента та Фішера. Суть цього порівняння полягає у встановленні нульової гіпотези, тобто в підтвердженні того, чи належать аналізовані вибірки з двох кліматичних періодів 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр. до однієї генеральної сукупності і чи погоджується розподіл фактичних даних з теоретичним. В усіх 28 досліджених випадках не було підтверджено статистичну однорідність аналізованих вибірок з двох кліматичних періодів 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр. Тобто статистично доведено, що температурний режим змінився досить суттєво, що є підтвердженням протікання процесів глобального потепління на території Центрального регіону України. Аналізуючи отримані результати, в першому періоді діапазон коливань осереднених значень температури коливався в інтервалі від 5 до 10°C, а в другому періоді вже від 6-7°C і до 12°C. Помітно збільшилася середня річна температура у другому періоді. Порівняння мінімальних і максимальних річних температур повітря у двох кліматичних періодах показує, що мінімальні температури збільшилися набагато більше, ніж максимальні. Тобто потепління клімату більш відчутне в холодний період року.

Для встановлення сучасних тенденцій зміни температури повітря протягом 1961-2020 рр. в Центральному регіоні України було розраховано часові тренди температури повітря за методом найменших квадратів (МНК). У якості теоретичної апроксимуючої моделі було використано рівняння лінійної регресії. Було встановлено, що на усіх МС Центрального регіону у часових рядах спостережень наявні позитивні часові тренди, що свідчить про постійний процес зростання температури повітря. В межах лісостепової недостатньо зволоженої теплої зони

Можна відзначити, що в межах лісостепової недостатньо зволоженої теплої зони найменша середня зміна температури виявлена на станції Білопілля, тоді як найбільша середня зміна спостерігається на станції Гадяч; температура зросла у середньому на 2,70 °C, а щорічний темп росту температури склав 0,045 °C. В межах степової посушливої дуже теплої зони Центрального регіону середня величина зміни температури повітря становить 2,1 °C, а середній щорічний приріст температури 0,035°C. Найменший приріст середньої температури виявлена на станції Знам'янка з величиною 0.024°C за рік, тоді як найбільший спостерігається на станції Кривий Ріг, де приріст становить 0.049°C.

Візуалізація просторового розподілу зміни температури у Центральному регіоні України у період з 1961 по 2020 з використанням методу 3D-діаграм (рис.1) засвідчила про нерівномірність регіонального потепління. Найменше потепління відбулося на півдні регіону (метеорологічні станції навколо Дніпра і південніше), а найбільше - в районі Вінниці. Тобто просторовий умовний тренд зростання показників потепління пролягає з південного-сходу на північний захід досліджуваного регіону.

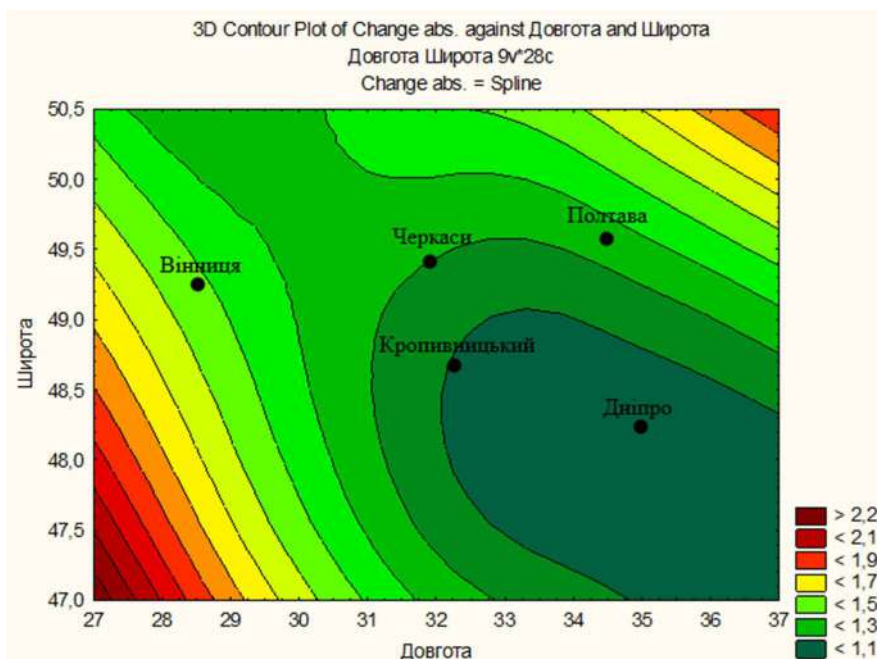


Рис.1. Просторова характеристика нерівномірності потепління у Центральному регіоні України (різниця температурних норм 1961-1990 і 1991-2020 рр.).

Отримані дані свідчать про більший вплив зміни клімату на формування температурного режиму північної частини Центрального регіону України, ніж південного.

УДК 91.001.5

Корогода Н. П., Купач Т.Г.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

### АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ ЗОН В ЗАПОБІГАННІ УТВОРЕННЮ ОСТРОВІВ ТЕПЛА В МІСТІ

Однією з екологічних проблем характерних для урбанізованих просторів є прояви феномену міського острова тепла (ОТ). Природним механізмом його пом'якшення є синьо-зелена інфраструктура (СЗІ), що включає в себе міські зелені зони (МЗЗ) та водні поверхні [1,2]. Втім МЗЗ проявляють неоднакову ефективність у охолодженні міста, що пов'язано із їхніми властивостями. Оцінювання ефективності зелених зон у виконанні даної функції є необхідним інструментом містопланувальників, адже дозволяє виокремити ті МЗЗ, що на сьогодні не є достатньо ефективними в охолодженні і приділити їм першочергову увагу для підвищення комфортності міського середовища.

Аналіз численних робіт присвячених визначенню впливу СЗІ на температури в містах, виявилось, що вони переважно стосуються дослідження впливу окремих об'єктів СЗІ. В той же час не достатньо висвітленим є питання наскільки ефективною є вся СЗІ, зважаючи на її параметри (нерівномірність розподілу по місту, якісні показники та стан окремих МЗЗ тощо). Таким чином, метою роботи є викладення алгоритмічної процедури оцінювання ефективності СЗІ та окремих МЗЗ у нівелюванні проявів міського острова тепла.

Основним в оцінюванні є просторово-явний метод, заснований на дистанційних даних про температури земної поверхні. Тому, необхідними вихідними матеріалами є: отримані за допомогою Landsat-8 дані інфрачервоного (IR) та теплового (TIR) діапазонів супутникових даних (використані для аналізу теплових умов міста) [3]; OpenStreetMap [4]; ESA WorldCover 2020 [5]; Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m [6].

Алгоритм оцінювання ґрунтується на тому, що ефективність МЗЗ залежить як від зовнішніх умов, так і від «внутрішніх» характеристик власне зеленої зони. Тому, при виборі індикаторів у відповідності до яких провадитиметься оцінка «зовнішніх» умов слід зважати на загальні температурні показники в місті та за його межами. Також прояви ОТ залежать від

співвідношення площ, що мають штучне (сірі зони) та природне покриття (зелені зони). Тож, наступним індикатором оцінки слід назвати співвідношення сірої та зеленої інфраструктури. З іншого боку, в оцінці слід враховувати і «внутрішні» особливості самої зеленої зони. Адже від них залежить сила прояву ефекту охолодження і відстань, на яку він розповсюджується. Отже за індикатори визначимо метричні (площу та периметр) та якісні (тип рослинності) характеристики МЗЗ.

Відповідність названим індикаторам і визначає ті характеристики МЗЗ, що мають використовуватись в оцінюванні у якості розрахункових параметрів. Ці характеристики (параметри) також слід розподіляти за групами. Перша група, характеризуватиме умови формування температурних поверхонь. Розрахунковими параметрами є середні температури поверхні, визначені на основі даних супутникового знімання. Наступним необхідним розрахунковим параметром у відповідності до критерію, що враховує співвідношення сірих та зелених зон, та додатково вказує на «суцільність» (перфорованість) зелених зон є частка площі, що вони займають.

Друга група параметрів, характеризуватиме стан МЗЗ. Вбачається за доцільне використовувати лише ті властивості, що чітко ідентифікуються за даними ДЗЗ. До них відносяться метричні – площа, периметр тощо та якісні параметри - тип рослинності або співвідношення різних типів рослинності в межах зеленої зони. Таким чином у набір параметрів, входять: площа та периметр зеленої зони. Переважаючий тип рослинності, є тією характеристикою, що визначає потенціал зеленої зони у охолодженні. Отже, типовий склад (деревна хвойна, деревна листяна, чагарникова чи трав'яний покрив), також виступає параметром оцінки.

Для ефективної диференціації простору та об'єктивного оцінювання розрахункових параметрів, зокрема температур поверхонь, слід скористатися методом ковзного вікна, оскільки він є найбільш поширеним методом згладжування. Визначення ж локальної статистики в межах ковзного вікна є ефективним при підтвердженні індивідуальних значень для цілого діапазону. Такий метод широко використовується в роботі з просторовими даними, зокрема є зручним у геоінформаційному моделюванні. Оптимальною ж формою ковзного вікна є полігон шестикутної форми (гексагон). Такі полігони і слід використовувати в оцінці ефективності СЗІ.

Алгоритм оцінки полягає у послідовному виконанні наступних завдань: 1. моделюванні «проявів» охолодження на територіях, тобто «реалізації» охолоджувальної функції; 2. визначенні ефективності охолодження.

При оцінюванні ефективності СЗІ, на нашу думку, слід враховувати як параметри окремих МЗЗ, так і всієї наявної СЗІ. Відповідно оцінювання слід проводити на загальноміському та локальному рівні, де за об'єкти оцінювання правитимуть вся СЗІ та окремі МЗЗ відповідно. Виконання охолоджувальної функції нами вбачається як здатність СЗІ (окремої МЗЗ) за свого нинішнього стану (площі, суцільності та переважаючого типу рослинності) чинити вплив на довколишню температуру. Тож, на виконання першого завдання *на загальноміському рівні* потрібно: у модельних полігонах визначити середню температуру поверхні; розрахувати функцію охолодження, що чинить СЗІ в межах міста. Дана функція розраховується подібно до визначення міських островів тепла, як різниця між середньою температурою в окремому полігоні, та середньою температурою за містом. *На локальному рівні* необхідно: визначити середню температуру поверхні в зеленій зоні; визначити внесок кожної зеленої зони у формування мікроклімату в полігоні як різницю між середньою температурою в окремій зеленій зоні та середньою температурою в полігоні.

Втім зрозуміло, що на формування середніх температур в полігоні впливають також і сусідні території (зелені зони), тому постає необхідність у визначенні ефективності виконання даної функції в окремому полігоні (окремій зеленій зоні). Ефективність виконання охолоджувальної функції окремою МЗЗ (або СЗІ на загальноміському рівні) вбачається як сила її впливу на загальну температуру. Відповідно, виконання другого завдання - визначення ефективності залежно стану МЗЗ, зокрема їх площі, перфорованості та переважаючого типу рослинності на *загальноміському* рівні слід обраховувати як різницю між середньою температурою поверхні у полігоні та середньою температурою у полігоні, що має максимальне значення у місті. На *локальному рівні* визначення ефективності полягає у виявленні відмінностей між температурними показниками окремих зелених зон та мінімальною температурою у зелених зонах міста.



Робота виконувалась в рамках проекту “Технологія геоінформаційного оцінювання надання екосистемних послуг міськими зеленими зонами”, що фінансується за рахунок зовнішнього інструменту допомоги Європейського Союзу для виконання зобов'язань України у Рамковій програмі Європейського Союзу з наукових досліджень та інновацій “Горизонт 2020”.

#### Список використаної літератури

1. Chun B. Impact of greening on the urban heat island: Seasonal variations and mitigation strategies. Computers / B. Chun, J.-M. Guldmann // Environ. Urban Syst. -2018. – Vol. 71. – P.165–176. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2018.05.006.
2. Shao H. Comprehensive Review of Different Types of Green Infrastructure to Mitigate Urban Heat Islands: Progress, Functions, and Benefits / H. Shao, G. A. Kim // Land. – 2022. - Vol.11 (10). – P. 1792. DOI: 10.3390/land11101792.
3. NASA Landsat Program, 2022, Landsat OLI/TIRS [Electronic resource] /<https://glovis.usgs.gov/>.
4. OpenStreetMap contributors, 2022 [Electronic resource] /Available from: [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org).
5. ESA WorldCover 10 m 2020 v100 / D. Zanaga, R. Van De Kerchove, W. De Keersmaecker [et al.], 2021 [Electronic resource] /Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5571936>.
6. Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: collection 3: epoch 2019: Globe (V3.0.1) / M. Buchhorn, B. Smets, L. Bertels [et al.], 2020. [Data set] /Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3939050>

УДК 504.064:911.52:004.622

Лев Т.Д.<sup>1</sup>, Яценко Ю.В.<sup>2</sup>, Піскун В.М.<sup>1</sup>, Шедеменко І.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

### КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗА ПЕРІОД 2006-2022 РОКІВ

**Вступ.** Лісові пожежі залишаються одним із найпотужніших природних катастрофічних явищ і водночас є природною особливістю у функціонуванні багатьох екосистем. Взаємодія між рослинністю та кліматичними умовами протягом тривалих періодів часу встановлює особливу схему повторення лісових пожеж у певній екосистемі, відому як її режим пожеж. Відхилення від переважаючого режиму пожеж – часу, частоти, розміру та інтенсивності лісових пожеж – можуть призвести до значних екологічних змін як у пожежозалежних екосистемах, яким для зростання та розвитку потрібні пожежі, так і в пожежочутливих екосистемах, де пожежі приносять більше негативних, ніж позитивних наслідків.

На сьогоднішній день дослідження в галузі оцінки та прогнозування наслідків лісових пожеж інтенсивно ведуться як за кордоном, так і в нашій країні. Просторово-часові характеристики цього небезпечного природного явища вивчаються з урахуванням змін погодних умов, використовуючи дані глобальних і регіональних прогностичних кліматичних моделей і щоденні дані супутникового моніторингу територій різних країн (MODIS Terra і Aqua, VIIRS).

Метою цього дослідження було виявлення просторового розподілу характеристик природних пожеж на території Українського Полісся, забрудненої радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС з оцінкою впливу метеорологічних умов на характер та площу поширення пожеж за період 2006 – 2022 років. При аналізі використовувалися дані супутникового моніторингу територій різних країн (MODIS Terra та Aqua, VIIRS) та дані мережі гідрометеорологічних спостережень для періодів вибраних випадків із екстремальною кількістю вогнищ загорань на території Полісся. Комплексна оцінка характеристик пожеж та метеорологічних параметрів була проведена з використанням засобів ГІС - MapInfo та за допомогою статистичного апарату аналізу часових рядів з оцінкою статистичної значущості використовуваних характеристик.

**Використані матеріали та територія досліджень.** У розвитку природних пожеж основну роль відіграють кліматичні умови, топографія та тип лісу. Лісові пожежі під впливом багатьох умов розподіляються за територією і в часі дуже нерівномірно. Умови, що впливають

на виникнення та поведінку пожежі, можна розділити на три основні групи: лісорослинні (постійні), метеорологічні (змінні), а також додаткові, до яких віднесемо грозову активність та антропогенне навантаження. Вплив цих умов виражається оцінкою лісопожежної небезпеки з використанням метеорологічних параметрів: FWI (Fire Weather Index - Стандартизований індекс пожежної небезпеки, що викликана погодними умовами) та модифікований Показник Нестерова (ППН - Показник Пожежної Небезпеки<sup>В.Г.Нестерова</sup>), що відображає баланс посушливих та зволожуючих факторів погоди.

Комплексна оцінка умов виникнення та розповсюдження природних пожеж проводилася з використанням поточних метеорологічних даних, даних кліматичних моделей за період з 2006 р. до 2022 рр., супутникових даних про характеристики природних пожеж, отриманих за проектами «Copernicus.eu» та «NASA.gov». Інформаційні матеріали, що використовувалися, представлені наступними наборами даних:

1) набір архівних даних (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cems-fire-historical?tab=overview>) (FWI-ERA5, період 2006-2022 рр.), що забезпечує повну історичну реконструкцію метеорологічних умов, сприятливих для виникнення, поширення та стійкості пожеж. У цьому наборі даних індекси пожежної небезпеки розраховані за допомогою прогнозу погоди на основі історичного моделювання, наданого реаналізом ERA5 ECMWF;

2) набір прогностичних даних FWI (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/sis-tourism-fire-danger-indicators?tab=overview>), отриманих за допомогою глобальних та регіональних кліматичних моделей;

3) набір поточної (<https://power.larc.nasa.gov/beta/data-access-viewer>, період 2006-2020 рр.) метеорологічної інформації (температура повітря, відносна вологість, кількість опадів, швидкість вітру, що інтерполюються у вузли регулярної сітки (1км x 1км) та співмірних з метеостанцією даного регіону);

4) набір даних характеристик пожеж (<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>, період 2006-2023 рр.), отриманих за допомогою спектральних радіометрів середньої роздільної здатності (MODIS) з платформ Terra та Aqua, а також набір радіометрів візуалізації видимого інфрачервоного діапазону (VIIRS) (375 м) з платформ Suomi NPP та NOAA-20.

**Просторово-часовий аналіз динаміки характеристик пожеж спільно з метеорологічними параметрами, що їх супроводжують.** Проведено статистичний аналіз даних про характеристики природних пожеж, метеорологічні умови, що супроводжують розглянуті пожежі за наступним алгоритмом:

- оцінено динаміку числа загорань за роками та регіонами за період 2006-2022 рр.,
- оцінено динаміку кількості днів із пожежами по територіях, закріплених за метеостанціями у період 2006-2022 рр.,
- проведено розрахунок числа загорань/кількості днів за роками та територіями обраних метеостанцій (2006-2022 рр.),
- розраховано загальну кількість випадків загорань за територіями метеостанцій та окремо для агроландшафту у % від загальної кількості випадків за п'ятирічними періодами,
- вибрано дати з максимальним числом загорань на території дослідження,
- представлено динаміку метеорологічних параметрів разом із характеристиками пожеж, дано опис синоптичних ситуацій з екстремальними випадками природних пожеж.

Виділено періоди з 2006 по 2020 роки за п'ятирічками для регіонів м.Коростень та м. Сарни з максимальним числом точок загорань, на території яких максимальний відсоток пожеж (92% та 60% відповідно) припадає на агроландшафт – територію сільгоспвиробництва. Окремо було розглянуто випадки локальних лісових пожеж у квітні 2020 р. по території Житомирської області (Лугинський та Овруцький райони). На період 2021-2023 рр. максимальна кількість пожеж припадала на регіони Чорнобиля та Тетерева, що пов'язано з військовими діями на цих територіях.

Найбільша кількість випадків спалахів характерна для тих регіонів, в яких переважають площі з агроландшафтами. За 2011-2015 рр. на території метеостанції Коростень загалом було відмічено 10484 випадків спалахів, зокрема, в агроландшафті - 92 % випадків; відповідно по регіону м.Сарни із 14678 спалахів в агроландшафті – 60 %. Для всієї території дослідження частка спалахів в агроландшафтах в середньому становить до 67 % від загальної кількості випадків за 2006-2023 рр.

**Висновки.** За обробленими даними про пожежі за період з 2006 по 2022 рр по території Українського Полісся річна кількість пожеж збільшилась у 3 рази, а площі загорання у 12 разів, досягаючи в окремі роки від 800 км<sup>2</sup> в п. Коростень (2014 р., 2020 р.) до 2200 км<sup>2</sup> в п. Сарни (2015 р). Зазначено збільшення кількості днів з пожежами кожні десять років на 50-60 днів для території обраних регіонів метеостанцій. Найбільша кількість займань характерна для тих регіонів, у яких переважають площі з агроландшафтами. Для всієї території дослідження частка займань в агроландшафтах в середньому становить до 67 % від загальної кількості випадків за 2006-2022 рр.

У роботі було розглянуто випадки періодів з максимальною кількістю точок загорання в період пожеж та проведено аналіз метеорологічних умов та синоптичних ситуацій для регіонів, що розглядаються. Отримані результати демонструють вплив погодних умов на характер та територіальне поширення точок займання. Відзначається вплив великомасштабних факторів (малоградієнтне баричне поле антициклонічного типу або проходження холодного фронту з підвищеними швидкостями вітру) та місцевих локальних умов (тип регіонального землекористування) на рівень пожежної небезпеки території регіону.

Оскільки періоди та території пожеж невеликі, розглядати та робити оцінку пожежної небезпеки з використанням даних глобальних моделей не є доцільним. Спрогнозовані за кліматичними моделями CORDEX дані FWI можна розглядати як середньомісячні або сезонні прогнози для оцінки тренду показника пожежної небезпеки на наступні 3-5 років.

УДК 551.58

**Мартазінова В.Ф., Кихтенко Я.В.**

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

## **ОЦІНКА АНОМАЛІЙ МІСЯЧНИХ СУМ ПРЯМОЇ ТА РОЗСІЯНОЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЦИРКУЛЯЦІЇ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ**

Сонячна радіація є основним джерелом енергії всіх природних процесів та явищ, що відбуваються в атмосфері та решті складових кліматичної системи Землі. Дослідження радіаційного режиму дає змогу оцінити закономірності просторово-часового розподілу сонячної радіації і радіаційного балансу [3]. Оскільки сонячна радіація залежить від хмарності, загальної циркуляції атмосфери, аерозольного впливу на клімат, парникового ефекту тощо [1,2,4], важливо оцінити коротко- та довгострокові зміни даних потоків радіації за допомогою аномалій місячних сум радіації, що й проводиться в даному дослідженні.

Для визначення аномалій місячних сум прямої та розсіяної сонячної радіації створено бази даних реаналізу для короткохвильових потоків сум зазначених вище видів сонячної радіації за серпень місяць 1991-2020 років по всім 57 вузлам території України з кроком 2° по довготі та 1° по широті. Знайдено середнє значення місячних сум прямої та розсіяної сонячної радіації у вузлах регулярної сітки на території України за досліджуваний період, що є сучасною кліматичною нормою. Розрахована аномалія місячних сум прямої та розсіяної сонячної радіації за серпень для кожного року досліджуваного тридцятирічного періоду.

Розподіл аномалії місячної суми прямої сонячної радіації показав, що у 90-х роках ХХ століття зафіксована від'ємна аномалія цієї радіації. На початку 2000-х років поступово з'являється додатна аномалія, яка остаточно сформована, починаючи від 2005 року із подальшим посиленням у кінці 2000-х та протягом 2010-х років. Однак, найбільш інтенсивні додатні аномалії спостерігаються з 2015 року із максимумами у 2018 році. Можливо, пояснюється такий розподіл тим, що починаючи з 2005 року, на загальну циркуляцію атмосфери Землі (ЗЦА) накладається зміна циркуляції за рахунок подальшого глобального потепління [5,6], що призводить до зростання додатної аномалії місячних сум прямої сонячної радіації.

Аномалія місячних сум розсіяної сонячної радіації на території України за серпень місяць 1991-2020 років має такий розподіл: у 90-х роках ХХ століття спостерігається додатна аномалія із найвищими значеннями місячних сум розсіяної радіації, особливо на початку 1990-х років. Після чого поступово аномалія зменшується, хоча й знаходиться в градації додатної в середині цих років. Але, починаючи від 2000-х років розподіл аномалії місячних сум розсіяної радіації характеризується більшим зменшенням із досягненням від'ємної аномалії, починаючи від 2005 року, що теж пояснюється змінами у системі ЗЦА [5,6]. Найбільш від'ємні аномалії

мають місце в 2010-х роках, особливо інтенсивно цей процес виражений у період 2014-2019 рр. із найбільшим зменшенням аномалій у період 2016-2018 рр. та подекуди 2019-2020 рр.

Результати оцінок аномалій місячних сум прямої та розсіяної сонячної радіації на території України за період 1991-2020 рр. показали, що, починаючи від 2005 року, причиною змін радіаційних потоків на території України є зміни в загальній та локальній циркуляції атмосфери. У період 2010-2019 років, особливо наприкінці цього десятиліття спостерігається значна додатна аномалія прямої сонячної радіації і від'ємна аномалія розсіяної. Отримані результати дослідження підтверджують факт того, що вклад прямої сонячної радіації в сумарну є визначальним, а, отже, в період 2015-2020 рр. із піком у 2018 та 2019 роках на території України пряма сонячна радіація, як і сумарна, мають найвищі показники (розсіяна – найменші), що є важливим для розвитку сонячної енергетики країни.

### Список використаних джерел та літератури

1. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьнік Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери. Навчальний посібник. Одеса: "ТЭС". 2005. 251 с. 2. Дмитренко Л.В. Регіональні зміни прямої сонячної радіації. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 250. С. 138-148. 3. Клімат України/ за ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 344 с. 4. Lysko M.D. Measurement and Models of Solar Irradiance. Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Natural Sciences and Technology, Department of Physics, Trondheim, August 2006, 201 p. 5. Martazinova V., Bakhmutov V., Melnyk G. GC31F-1234 - Variability of Atmospheric Circulation and Geomagnetic Field in the Northern Hemisphere, Article – poster // AGU Fall Meeting 2019, 9 – 13 December 2019, San Francisco, CA, USA. 6. Nugent A., DeCou D., Russell S., Karamperidou C. and others, Atmospheric Science: ATMO 200 Companion Text, Textbook of Atmospheric Processes and Phenomena course at the University of Hawai'i at Mānoa. 533 p. [Internet] URL: <http://pressbooks-dev.oer.hawaii.edu/atmo/>

УДК 551

Музика Т.А., Недострелова Л.В.

*Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОРІЧНОГО РОЗПОДІЛУ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ТУМАНАМИ НА СТАНЦІЇ ЗВЯГЕЛЬ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПЕРІОД 1993-2022 РР.

Туман – це видимий аерозоль, що складається з крихітних крапель води або кристалів льоду, підвішених у повітрі біля поверхні Землі. Явище називається туманом, якщо горизонтальна дальність видимості стає менше 1 км хоча б в одному напрямку. Аналогічне явище при горизонтальній видимості 1 км і більше називають серпанком [1, 2].

Атмосферна волога, її фазовий стан та вологообіг відіграють значну роль у формуванні погоди і клімату. Від вологості повітря залежить не тільки комфортність погодних умов для людини, але і інтенсивність випаровування з поверхні землі та водоймищ, транспірація вологи рослинами, виникнення заморозків, утворення туманів. Туман утворюється в тому випадку, якщо біля земної поверхні створюються сприятливі умови для конденсації водяної пари [1, 2].

Житомирська область утворена 22 вересня 1937 року. Область розташована в північно-західній частині України. Звягельський район знаходиться на заході Житомирської області. Він посідає третє місце в області серед інших районів за площею та кількістю населення. Район утворено 7 березня 1923 року. Його центром є місто Звягель.

Розташування Звягельського району у помірному кліматичному поясі та невелика протяжність території з півночі на південь та із заходу на схід обумовлюють одноманітні кліматичні показники. Основну кількість тепла земна поверхня одержує завдяки сонячній радіації. Важливим чинником кліматичних умов є також рух повітря – циркуляція атмосфери. Переважний напрям перенесення повітряних мас – західний, південно-західний, що свідчить про вирішальний вплив під час формування погоди повітряних течій з Атлантики і Середземномор'я. Саме ці повітряні маси пом'якшують континентальність клімату і зволожують регіон. На клімат району впливають і континентальні повітряні маси, що потрапляють на територію району зі сходу. Взимку вони зумовлюють морозну, малохмарну, зі слабким вітром погоду; влітку – спекотну і суху. На територію району потрапляють і арктичні повітряні маси, які приносять морозну погоду взимку і прохолодну влітку [3, 4].

Метою роботи є виявлення особливостей часового розподілу кількості днів з туманами на території Житомирської області. В якості вихідної інформації використовувались дані щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами з архіву метеостанції Звягель за 1993-2022 рр.

Загальна кількість за період дослідження складає 532 дні. Максимальну кількість випадків зафіксовано в 2006 році – 32 дні та в 2020 році – це 30 днів з туманами. Суттєву кількість днів спостерігаємо в 1994, 2010, 2021 і 2022 роках – 24 дні та в 2009 році – 26 днів. Мінімальну кількість визначено в 1997 році, що становить 4 дні та у 2007 році – 6 днів. Що стосується місячної мінливості, то тут за спостережний період максимум днів з туманом припадає на осінньо-зимові місяці (жовтень-лютий). Найчастіше туман спостерігається у листопаді - 92 дні, також суттєві значення сягали у жовтні - 74 випадки, в грудні - 77 випадків та в січні - 60. На весняні місяці (березень-травень) припало 70 днів, у березні виявлено 39 днів, а мінімальні значення за весь період зафіксовано в травні – 8 днів. Влітку повторюваність днів з туманами має такий розподіл: в червні за весь період дослідження виявлено 10 днів, в липні – 15, а в серпні – 18 днів. Значення за спостережний період майже співпадають з кліматичною нормою 1991-2020 рр., тільки в осінньо-зимовий період кількість днів з туманами кліматичної норми дещо перевищують. У листопаді їх кількість становить 114 днів, у грудні - 102 дні, в січні - 78, у лютому - 57 днів.

Кліматична норма 1961-1990 рр. значно перевищує кількість днів за період 1993-2022 рр., у 2-3 рази з жовтня по березень. Максимум днів сягав у грудні 213, у жовтні 147, а листопаді – 195. В січні кількість днів становила 165, у лютому 168, а у березні 156 днів. З квітня по вересень кількість днів перевищує в середньому від 10 до 30 днів. За 30-річний період спостережень (1993-2022 рр.) на метеостанції Звягель середнє число днів з туманом становить 16,9 днів. У порівнянні з кліматичною нормою 1991-2020 рр., значення якої становить 19,7 днів, спостерігаємо, що кількість днів з туманами зменшилась майже на 3 дні. А в порівнянні з кліматичною нормою 1961-1990 рр., значення якої 43,8 днів, бачимо значне зменшення кількості днів з туманами, майже на 27 днів. Це можна пояснити підвищенням температури, у зв'язку з чим відбувається зменшення вологості повітря. Число днів з туманом в окремі роки може різко відхилитися від середнього значення. У переважній більшості випадків (60-70 %) відхилення від середнього значення в бік зменшення становить 10,9 днів у 2006 р., 7,9 днів у 2016 р. та 12,9 днів у 1997 р., а у 2006 р. відхилення у бік збільшення від середнього на 16,1 днів, та у 2020 р. на 14,1 днів, а в інші роки відхилення менш значні і становлять 5-10 %.

Дослідження сезонного ходу кількості днів з туманами свідчить, що найбільша кількість днів з туманами була восени 210 випадків, що становить 40 % всіх випадків. Також багато випадків зафіксовано взимку за період спостережень - 183 дні. Весною визначено 70 випадків, влітку була найменша кількість – 43 дні. Взимку максимальна кількість днів спостерігалась в 2020 році – 16 днів, та у 2009 році – 14 днів. В 2015 році було визначено 12 днів, в 1994 році – 11 днів, в 2021 р. – 10 днів. Найменша кількість була визначена в 2003 р. – 1 день, також по 2 дні було у 1997 р., 2001 р., 2002 р. та 2013 роках. Весною максимальна кількість спостерігалась в 1993 та 2006 роках – 7 днів, а в 2021 році було визначено 6 днів. Найменша кількість виявлена в 1998 р., 2003 р., 2009 р., 2011 р., 2015 р., 2016 р., 2019 р. – 1 день. У 1995, 1997, 2001, 2007, 2022 роках весною туманів взагалі не виявлено. Влітку максимальна кількість днів спостерігалась в 2010 році – 5 днів, а в 1995, 2009 та 2022 роках було визначено по 4 дні. Найменша кількість виявлена в 1993, 1994, 1997, 1999, 2000, 2007, 2012, 2018 р. – 1 день. В період з 2002 по 2005 рр., у 2011 р., з 2015 по 2017 рр. та у 2019 році туманів взагалі не визначено. Восени максимальна кількість днів спостерігалась в 2006 році – 16, в 2019 та 2022 році – 13 днів. Найменша кількість була визначена в 1997 та 2000 роках – 1 день.

### Список використаної літератури

1. Школьний Є.П. Фізика атмосфери. Київ: КНТ, 2007. 486 с.
2. <https://ecolog-ua.com/news/tumany-yih-typy-ta-prychyny-utvorenniyaserpanok-ta-impla>.
3. Новоград-Волинський район в цифрах і фактах. Укладач – управління економіки районної державної адміністрації. Новоград-Волинський, 2007. 50 с.
4. Руденко Л.Г. та ін. Еколого-географічні дослідження території України. Київ: Наукова думка, 1990. 32 с.

УДК 551.58

**Олексієнко І.М., Олійник Р.В.**

**Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна**

## РЕГІОНАЛЬНІ ІНДИКАТОРИ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Тенденції глобальної температури є важливим показником масштабів зміни клімату та його потенційних наслідків. Глобальна річна приземна температура (виміряна на висоті 2 метри над поверхнею) неухильно зростає з кінця ХІХ століття. Швидкість зростання була особливо високою з 1970-х років і становила приблизно  $0,02^{\circ}\text{C}\cdot\text{рік}^{-1}$ . Протягом цього періоду глобальна температура зростала швидше, ніж за будь-який інший 50-річний період за принаймні 2000 років, і ВМО підтвердила, що 2023 рік був найтеплішим роком в історії.

Відповідно до ERA5, середня швидкість підвищення температури над сушею становить  $0,032 \pm 0,003^{\circ}\text{C}\cdot\text{рік}^{-1}$  з 1979 по 2023 рік. Середня температура над європейським континентом була лише трохи вищою на початку 1980-х років, ніж сто років тому, але різко зросла за останні сорок років. Середнє значення за останні п'ять років приблизно на  $2,3^{\circ}\text{C}$  вище, ніж типові значення для другої половини ХІХ століття. Підвищення температури для Європи приблизно на  $1^{\circ}\text{C}$  більше, ніж відповідне підвищення для земної кулі в цілому. За останнє десятиліття Європа також нагрівалася швидше, ніж будь-який інший континент. Середня швидкість підвищення температури в Європі, згідно з ERA5, становить  $0,047 \pm 0,009^{\circ}\text{C}\cdot\text{рік}^{-1}$  за період 1979-2023 рр. Варіації для різних часових масштабів можуть бути набагато помітнішими для окремих регіонів, ніж для земної кулі в цілому.

Глобальна середня температура за десятиліття 2013 - 2023 рр. була на  $1,19\text{--}1,22^{\circ}\text{C}$  вищою за доіндустріальний рівень, що робить це десятиліття найтеплішим за всю історію спостережень. Температура на поверхні суші в Європі зросла ще суттєвіше за той самий період на  $2,12\text{--}2,19^{\circ}\text{C}$ .

Прогнози ініціативи CMIP6 свідчать про те, що температури на європейських ділянках суші продовжуватимуть зростати протягом цього століття з більшою швидкістю, ніж середня глобальна. Прогнозується, що температура суші в Європі збільшиться на  $1,2\text{--}3,4^{\circ}$  за сценарієм SSP1-2.6 і на  $4,1\text{--}8,5^{\circ}\text{C}$  за сценарієм SSP5-8.5 (до 2071-2100 рр. порівняно з 1981-2010 рр.). Найвищий рівень потепління прогнозується в північно-східній Європі, північній частині Скандинавії та внутрішніх районах середземноморських країн.

Сьогоднішні виклики, які несе глобальне потепління, змушують наукову спільноту активно досліджувати кліматичні аномалії на регіональному масштабі. Очевидно, що без різкого скорочення глобальних викидів парникових газів межа в  $2^{\circ}\text{C}$  буде перевищена вже до 2050 року.

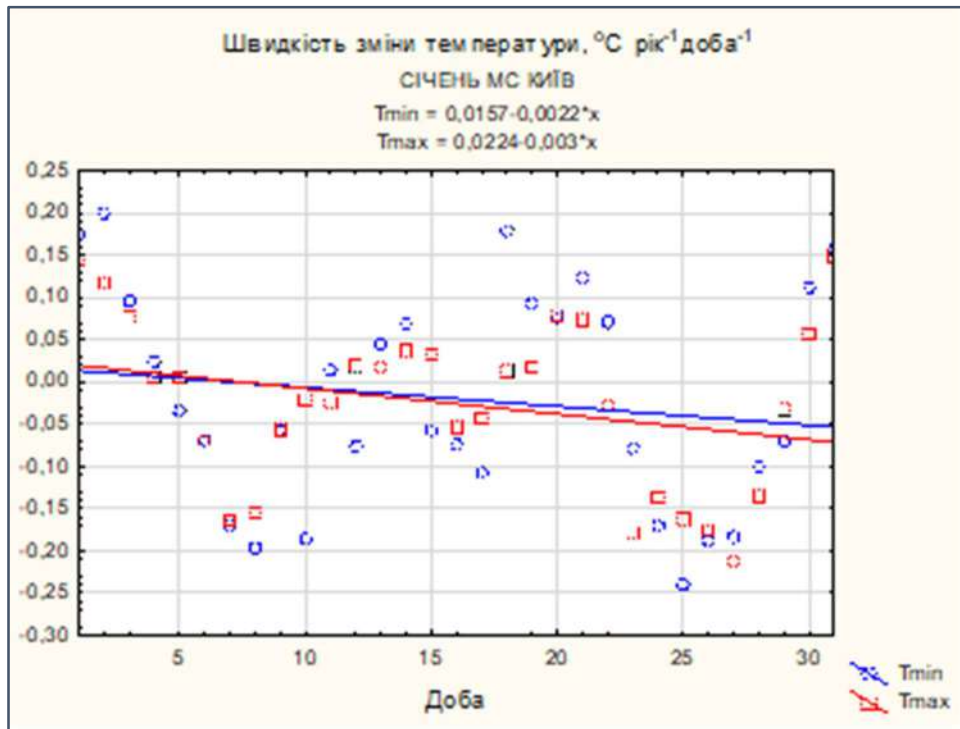
Перелік метеорологічних даних, що залучаються в якості індикаторів регіональних кліматичних змін достатньо значний. Це, в першу чергу, показники температурного режиму, які доцільно оцінити на чутливість до стохастичних кліматичних змін та інформативність.

Для кожної доби календарної зими, за досліджуваний референтний період, була визначена швидкість зміни максимальної/мінімальної добової температури. Щоб отримати стійку статистичну оцінку, кліматичне дослідження проводилося на місячному (сезонному) часовому інтервалі. Для кожної доби календарної зими визначалася швидкість зміни максимальної/мінімальної приземної температури повітря за референтний період (1990-2020рр.), що дозволило побудувати лінійні проєкції зміни температури протягом кожного зимового місяця (рис. 1 а). Динаміка максимальної та мінімальної добової температури в грудні має схожу тенденцію до зростання, причому мінімальна добова температура зростає удвічі швидше і становить близько  $0,006^{\circ}\text{C}\cdot\text{рік}^{-1}\cdot\text{доба}^{-1}$ . Це означає, що за десятиліття мінімальна добова температура в грудні зростає на  $1,8^{\circ}\text{C}$ . В січні місяці швидкість зниження максимальної/мінімальної добової температури практично однакова і становить  $(-0,002 ; -0,003)^{\circ}\text{C}\cdot\text{рік}^{-1}\cdot\text{доба}^{-1}$ . В лютому місяці січнева температурна тенденція зберігається, відміна лише в тому, що мінімальна добова температура має втричі більшу швидкість до зниження температури, яка складає  $-0,006^{\circ}\text{C}\cdot\text{рік}^{-1}\cdot\text{доба}^{-1}$ .

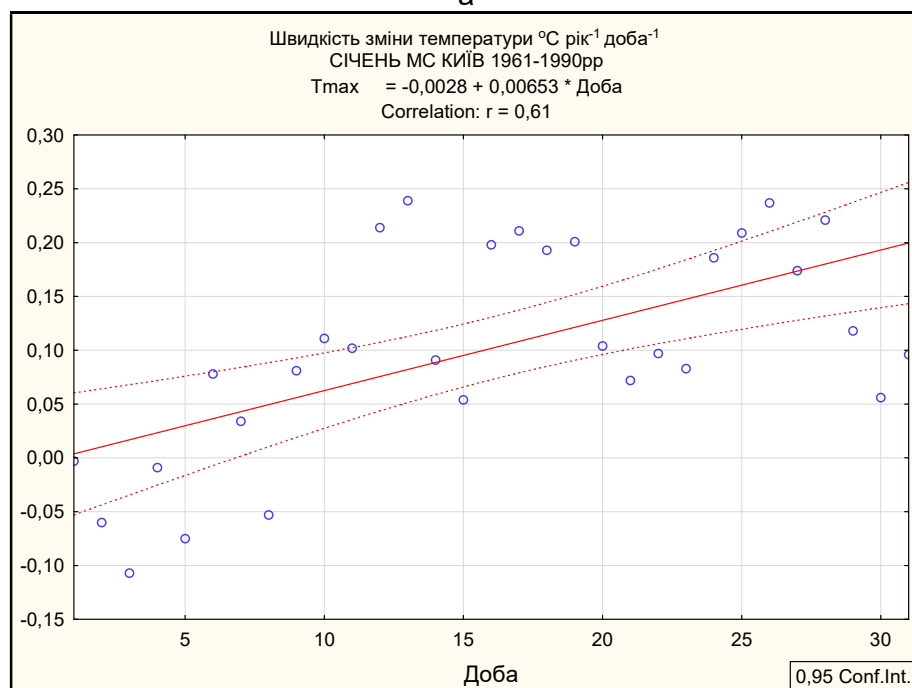
Виходячи з отриманих лінійних трендів швидкості зміни максимальної/мінімальної приземної температури протягом календарної зими на локації МС Київ за референтний період 1990-2020рр., можна припустити, що в наступному десятилітті 2020-2030рр. очікується тенденція до зростання температури в грудні місяці. Необхідно відмітити той факт, що значно

помітніше зростає мінімальна температура, яка фіксується в темну пору доби, коли відбувається форсинг теплового земного випромінювання.

Порівняння трендів за різні референтні періоди виявило зміну температурної тенденції, зокрема, в січні місяці швидкість зміни максимальної добової приземної температури за період 1961-1990рр. зростала приблизно на  $0,007 \text{ }^\circ\text{C рік}^{-1}$  (рис. 1 б), а за період 1990-2020рр. спадала  $-0,003 \text{ }^\circ\text{C рік}^{-1}$  (рис. 1 а). Температурні тенденції в січні та лютому, за досліджуваний референтний період, не викликають занепокоєння в потеплінні.



а



б

Рис. 1. Діаграми розсіювання швидкості зміни максимальної та мінімальної добової приземної температури повітря в січні за період 1990-2020рр (а) та максимальної добової приземної температури повітря в січні за період 1961-1990рр.

УДК 551.571(477.82)

Павловська Т. С., Рудик О. В., Нікон О. Є.

Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

## ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ТА БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА КІЛЬКОСТІ ДНІВ З НИЗЬКОЮ ВІДНОСНОЮ ВОЛОГІСТЮ ПОВІТРЯ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ ВПРОДОВЖ 2001–2020 РР.

У сучасному світі зміни клімату стали не лише науковою проблемою, але й практичною реальністю, яка впливає на життя людей та існування екосистем. Вивчення наслідків прояву цих змін найчастіше пов'язані з глобальними масштабами змін температури повітря, кількості опадів, частоти прояву атмосферних явищ, вмісту в приземному шарі атмосфери забруднюючих речовин. Дещо менше уваги приділяється вивченню регіональних аспектів кліматичних трансформацій, хоча саме такий просторовий масштаб наукових досліджень дозволяє розробляти найоптимальніші шляхи адаптації до змін клімату. Одним із метеопказників, який має значний вплив на здоров'я й комфорт життєдіяльності людини, стійкість матеріалів, тривалість зберігання продуктів харчування, експлуатацію механізмів та обладнання в умовах відкритого простору, фізіологічні процеси в живих організмах, екологічну пластичність видів, інтенсивність випаровування з поверхні водойм, суходолу та рослин, перебіг екзогенних процесів тощо є відносна вологість повітря. Крім середніх за добу, декаду, місяць, рік значень відносної вологості повітря, метеорологи визначають та аналізують ще кількість днів з низькою відсноною вологістю повітря (30 % і менше) і кількість днів з високою відсноною вологістю повітря (80 % і більше) за певний час (місяць, рік) [1; 4; 5].

Мета нашого дослідження полягала у дослідженні просторового розподілу й багаторічної динаміки кількості днів з низькою відсноною вологістю повітря (30 % і менше) у Волинській області упродовж 2001–2020 рр. Інформаційною базою дослідження слугували фондові матеріали Волинського обласного центру з гідрометеорології. Інтерпретація даних дослідження здійснювалася за допомогою математико-статистичного, графічного методів, картографічного моделювання, порівняльного аналізу.

Дні з низькою відсноною вологістю повітря на метеостанціях Волинської області спостерігаються переважно у теплий період року, взимку вони зазвичай відсутні (за досліджуваний період лише по одному дню було в лютому 2014 і 2019 років на МС Маневичі) (рис. 1). Найбільше таких днів в регіоні спостерігається на МС Маневичі, а найменше – на МС Світязь (рис. 2).

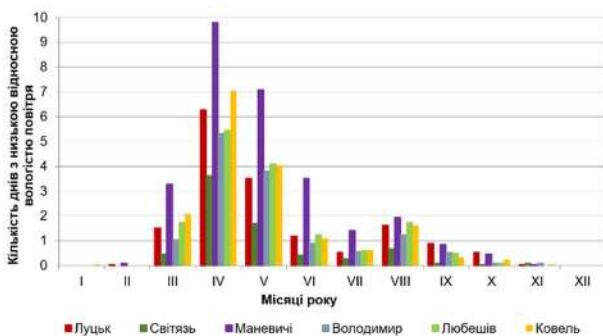


Рис. 1. Річний розподіл кількості днів з відсноною вологістю повітря 30 % і менше на метеостанціях Волинської області

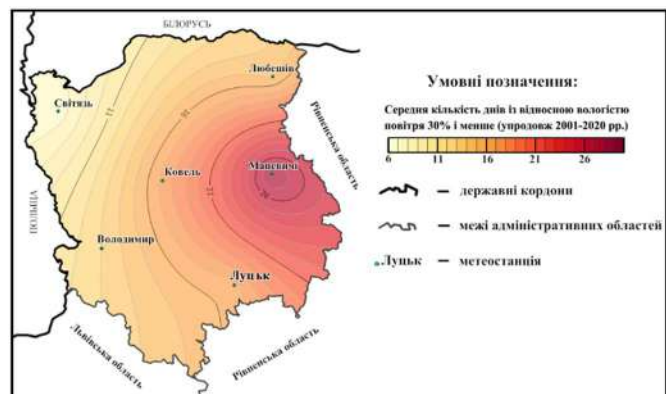


Рис. 2. Просторовий розподіл кількості днів з відсноною вологістю повітря 30 % і менше у Волинській області

За багаторічний період (2001–2020 рр.) середня кількість днів у році з відсноною вологістю повітря 30 % і менше складала: у Маневичах – 29, у Ковелі – 17, в Луцьку – 17, у Любешові – 15, у Володимирі – 13, у Світязі – 7. У середньому на кожен місяць року припадає приблизно 1–2 таких дні: на МС Луцьк – 1,3, на МС Світязь – 0,6, на МС Маневичі – 2,4, на МС Володимир – 1,1, на МС Любешів – 1,2, на МС Ковель – 1,4. Узагальнивши дані по метеостанціях області можна відмітити, що в середньому у березні зазвичай простежується 1,7, у квітні – 6,3, в травні – 4,0, червні – 1,4, липні – 0,7, серпні – 1,5, вересні – 0,5, у жовтні – 0,2, в інші місяці – 0 днів з низькою відсноною вологістю повітря. Щодо багаторічної динаміки



кількості таких днів на метеостанціях області (рис. 3), то тенденція зростання величин показника характерна для Луцька, Маневич, Любешова, зменшення – для Світязя та Володимира; у Ковелі відсутня виражена спрямованість змін значень у часі.

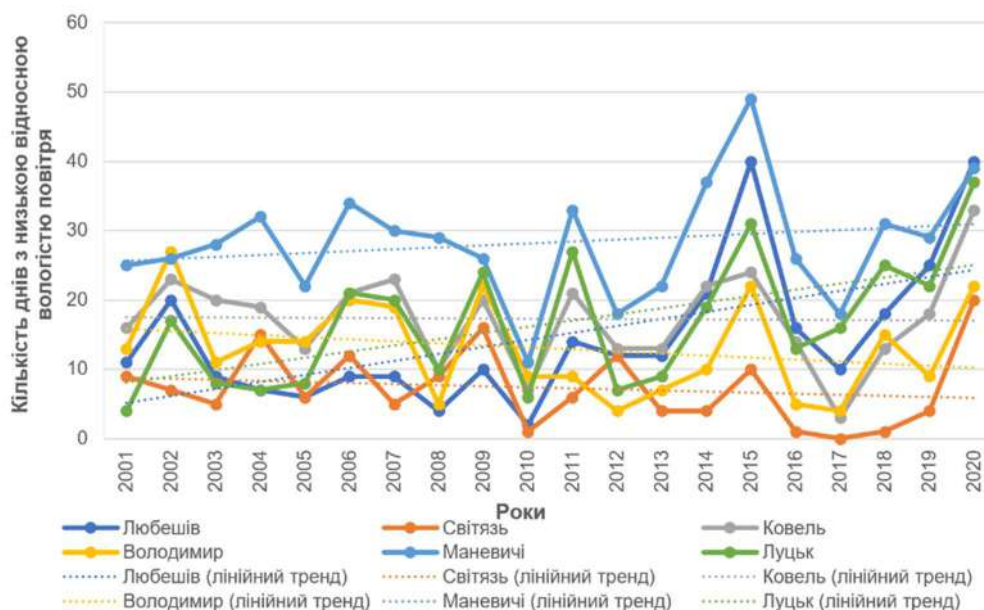


Рис. 3. Багаторічна (2001–2020 рр.) динаміка річної кількості днів з відносною вологістю повітря 30 % і менше на метеостанціях Волинської області

**Висновки.** Таким чином, на основі здійсненого аналізу графічних і картографічних побудов можна зробити висновок, що просторовий розподіл кількості днів з відносною вологістю 30 % і менше у Волинській області чітко відповідає напрямку зростання континентальності клімату в регіоні. Збільшення кількості таких днів у східній частині краю на фоні зростання температури повітря [2], зміни кількості й режиму випадання опадів [3], зменшення відносної вологості повітря [4] може свідчити про тенденцію до аридизації цієї частини області. Натомість у західній, а особливо – північно-західній частині сучасної Волині відбувається деяке пом'якшення погодно-кліматичних умов. Для поглибленого вивчення сучасних кліматичних змін у Волинській області необхідним є вивчення часової динаміки місячних значень кількості днів з низькою відносною вологістю повітря, тісноти зв'язку останніх із середньомісячними значеннями температури повітря, місячними сумами опадів. Ці завдання і визначають перспективи наших подальших досліджень кліматичних змін у Волинській області.

#### Список використаної літератури:

1. Кіптенко Є. М., Козленко Т. В., Щербань І. М. Вологість повітря в умовах сучасного клімату. [https://uhmi.org.ua/conf/climate\\_changes/presentation\\_pdf/poster\\_1/Kiptenko\\_Kozlenko.pdf](https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/poster_1/Kiptenko_Kozlenko.pdf)
2. Павловська Т. С., Федонюк М. А., Рудик О. В. Температурний режим повітря у Волинській області: хронологічний та хорологічний аспекти. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 1. С. 39–48. DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>
3. Павловська Т. С., Білецький Ю. В., Валянський С. В. Просторовий розподіл і режим випадання атмосферних опадів у Волинській області. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 3. С. 13–23. DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02>
4. Павловська Т. С., Нікон О. Є. Багаторічна (1977–2020 рр.) динаміка показників відносної вологості повітря у Волинській області. *Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів: матеріали VIII Міжнар. наук.- практи. інтернет-конференції / за ред. Ю. М. Барського та В. Й. Лажніка, м. Луцьк, 12–14 квітня 2024 р. Луцьк: ФОП Мажула Ю. М., 2024. С. 55–58.*
5. Яковшина Т. Ф. Адаптація ЄС до змін клімату та стійкі урбоєкосистеми: навчальний посібник. Дніпро: ПДАБА. 2023. 109 с.

УДК 551.578.46

Пясецька С.І.<sup>1</sup>, Щеглов О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського, м. Київ, Україна

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

## СТАН ПОЛЯ СЕРЕДНЬОЇ КІЛЬКОСТІ ДНІВ ІЗ СНІГОВИМ ПОКРИВОМ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У ЗИМОВІ МІСЯЦІ ПРЯТОМ ТРИДЦЯТИРІЧЧЯ 1991-2020 рр.

Для території України сніговий покрив відіграє надзвичайно важливу роль у накопиченні вологи в ґрунті та створення різних геофізичних умов у розвитку ландшафтів. Завдяки сніговому покриву, який накопичився упродовж холодного періоду року накопичена волога потрапляє у ґрунт із створенням певного вологозапасу який використовується у рослинами в тому числі в процесі агровиробництва, а також формування водних ресурсів територій.

Дослідженням особливостей окремих сезонів року на території України, особливо на сучасному етапі змін клімату присвячено низку досліджень вітчизняних дослідників. Наслідки глобального потепління для України було встановлено В.М. Волощуком на основі його полуемпіричної моделі [1] де наголошено на те що основні зміни відбуватимуться у холодний період року і імовірно вирівнювання умов між різними територіями. Вітчизняними дослідниками на основі емпіричного матеріалу стосовно умов та явищ різних сезонів, в тому числі і холодного періоду (стан снігового покриву, умови виникнення снігопадів), було приділено увагу дослідженню їх стану протягом окремих часових інтервалів [6-9] та як результат створення низки монографій, присвячених клімату України [2-4]. Проте у них розгляд кліматичних чинників відбувався у досить узагальнено. Але натепер, коли зміни клімату набули більш виражений характер, виникла необхідність більш детально дослідити особливості виникнення та характер розповсюдження окремих явищ на території України на сучасному етапі зміни клімату. Представлена робота детально (по окремих місяцях) відображає стан розповсюдження середньої кількості днів із сніговим покривом на території України протягом останнього тридцятиріччя 1991-2020 рр., терміни якого становлять нову кліматологічну норму.

**Січень.** Для січня досліджуваного тридцятиріччя 1991-2020 рр. характерно наявність снігового покриву на території усієї України. Здебільшого за кількістю днів із сніговим покривом виділяються області, які розташовані на півночі, заході та в центрі країни (до 20 днів). Найменша кількість днів із сніговим покривом спостерігалась на півдні Миколаївської та Херсонської областей (Очаків-Бердянськ-Ботієве) до 12 і менше. Найбільша кількість днів із сніговим покривом (від 22 днів і більше) в цей час спостерігається на території півночі (північна та північно-східна частина Житомирщини та північ та північний захід Київщини), північ та північний схід від Чернігівщини, Сумщини та Харківщини, а також півночі Полтавщини, Донеччини та півночі і сходу Луганщини. Проте основний осередок знаходиться в районі північного сходу Чернігівщини (Дружба) та сходу Сумщини (Суми).



Рис. 1. Просторово-часовий розподіл середньої кількості днів із сніговим покривом на території України по зимових місяцях 1991-2020 рр.

Також серед найбільш осередків середньої кількості днів із сніговим покривом (близько 22 днів) виділяється осередок на заході країни, який охоплює територію східної та південно-східної частини Житомирщини, більшу частину Хмельниччини та східну частину Тернопільщини. Серед центральних областей окремо виділяється осередок значної кількості днів із сніговим покривом поблизу Вінниці та у панічно-західній частині Черкащини (район

Жашків-Звенигородка-Умань) а також осередок поблизу Дніпра. У Карпатському регіоні найбільш виділяються осередки на високогір'ї північної частини Карпат в районі від Плаю до Нижніх Воріт та Великого Березного, а також на півдні вищезгаданого регіону від Пожежевської та Рахова до Селятина. На півночі Одеської області за кількістю днів із сніговим покривом виділяється осередок в районі Затишшя-Роздільна.

**Лютий.** У лютому періоду 1991-2020 рр. відносно січня цього ж періоду спостерігається майже та сама картина розповсюдження середньої кількості днів із сніговим покривом. Різниця у фактичних цифрах між січнем та лютим незначна та суттєво не впливає на загальний стан розподілу по території. Основні осередки найбільших з середніх кількостей днів із сніговим покривом для північних та північно-східних областей знаходяться на території Чернігівської, Сумської а також Харківської областей а також на півночі та північному заході Київщини. На заході продовжує існувати осередок значної кількості днів із сніговим покривом на території Тернопільської та Хмельницької областей із розповсюдженням у бік південного заходу Житомирщини. У Карпатському регіоні так само як і у січні особливо виділяються осередки на високогір'ях півночі та північному заході Карпат (південь Львівщини та північний схід Закарпаття), а також в районі південної частини Івано-Франківщини, південного сходу Чернівецької та південного заходу Закарпаття. У центральних областях України осередки з підвищеною кількістю днів із сніговим покривом спостерігаються на території Вінниччини (район Вінниці), північно-західній частині Черкащини, півночі Полтавщини, в районі від Дніпра до Синельникового, а також на півночі Донецького регіону (північна частина Донеччини та західна частина Луганщини). На півдні виділяється осередок на заході Одеської області в районі Затишшя та Роздільної. Південніше кількість днів із сніговим покривом здебільшого становила від 16 до 12 днів та менше.

**Грудень.** У грудні 1991-2020 рр. сніговий покрив спостерігався майже на всій території України, здебільшого середня кількість днів із ним становила від 12 у регіонах які розташовані південніше та до 16-18 днів на більшості території. Інколи на окремих територіях вона становила до 22 днів. Але на крайньому півдні кількість днів із сніговим покривом була до 6-8 днів, а іноді на окремих територіях і менше (від Одеси на схід до Очакова, Бердянська та Ботієвого). Найбільші осередки середньої кількості днів із сніговим покривом в цей час спостерігаються на північному сході країни від півночі Чернігівської області до північної частини Харківщини, включаючи територію Сумської області. Проте найбільш помітний осередок знаходиться на крайньому північному сході Чернігівщини та Сумщини (Семенівка-Дружба), в також ще один в районі Великого Бурлуку. На заході країни так само як і у інші зимові місяці в Карпатах у високогір'ях на півночі (Плай-Нижні Ворота), та півдні регіону (Пожежевська-Селятин) також спостерігаються осередки середньої кількості днів із сніговим покривом в 20-22 дні.

#### Список літератури

1. Бойченко. С.Г., Волощук В.М., Дорошенко І.А. Глобальне потепління та його наслідки для території України. Укр. геогр. журнал. 2000. №3. С. 59-68.
2. Клімат України / За ред.. В.М. Ліпінського, В.А.Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
3. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии / Под ред. В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеиздат. 1991. 224 с.
4. Стихийні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В.М. Ліпінського В.І Осадчого, В.М. Бабіченко. К.: Ніка-Центр, 2006. 312 с.
5. Щербань І.М. Число дней со снежным покровом в Украинских Карпатах. Труды УкрНИГМИ, 1979. Вып. 174. С. 32-36
6. Щербань І.М. Особо опасные снегопады на Украине. Физическая география и геоморфология, 1980. Вып. 23. С. 127-131.
7. Щербань І.М. Многоснежные и малоснежные зимы на Украине. Труды УкрНИИ Госкомгидромета, 1983. Вып. 196. С. 72-76
8. Щербань І.М. Изменчивость числа дней со снежным покровом на Украине. Труды УкрНИИ Госкомгидромета, 1980. Вып. 180. С. 94- 98
9. Щербань І., Бабіченко В., Ніколаєва Т., Рудішіна С. Дуже сильні снігопади в Україні за останнє двадцятиріччя. Україна. Географічні проблеми сталого розвитку. Т. III. К.: Обрії, 2004. С. 301-303.

УДК 551.580

Рибченко Л.С., Савчук С.В.

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

### СКЛАДОВІ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА 1961-2020 РР.

Сонячна радіація є джерелом енергії Сонця, що формує тепловий баланс і термічний режим Землі. Видима частина сонячної радіації – є основою життя на земній поверхні, а її надходження визначається висотою й азимутом Сонця, що формує тривалість дня.

Проникаючи крізь атмосферу, сонячна радіація поглинається та розсіюється газами й аерозолями, частково відбиваючись від підстильної поверхні. Радіація, що поглинається земною поверхнею, перетворюється на тепло та нагріває атмосферу, верхні шари ґрунту та води, а від них повітря.

Короткохвильове випромінювання досягає Землі у вигляді прямої радіації від Сонця та розсіяної від небосхилу й хмарності, складаючи сумарну радіацію. Тривалість сонячного сьйва – характеристика радіаційного режиму, що визначається астрономічним чинником і циркуляцією атмосфери. Радіаційний баланс визначається різницею між отриманою земною поверхнею енергією й її витратою.

З метою отримання просторово-часового розподілу окремих складових радіаційного режиму влітку в Україні, використано архів спостережень актинометричної та метеорологічної мережі ЦГО імені Бориса Срезневського ДСНС України за 1961-2020 рр.

Згідно розрахунків, більша частина короткохвильової радіації надходить протягом теплого періоду року, зокрема влітку, чим визначається її вплив на динаміку кліматичного режиму. Протягом 80-90-х рр. ХХ ст. за умов варіації атмосферної циркуляції, що призвели до збільшення ясної та малохмарної погоди, відбувались істотні зміни в надходженні складових радіаційного режиму до земної поверхні. За цих умов за період дослідження, особливо в останнє 30-річчя влітку, зростала тривалість сонячного сьйва (рис. 1) і пряма сонячна радіація (рис. 2) при одночасному зменшенні розсіяної (рис. 3).

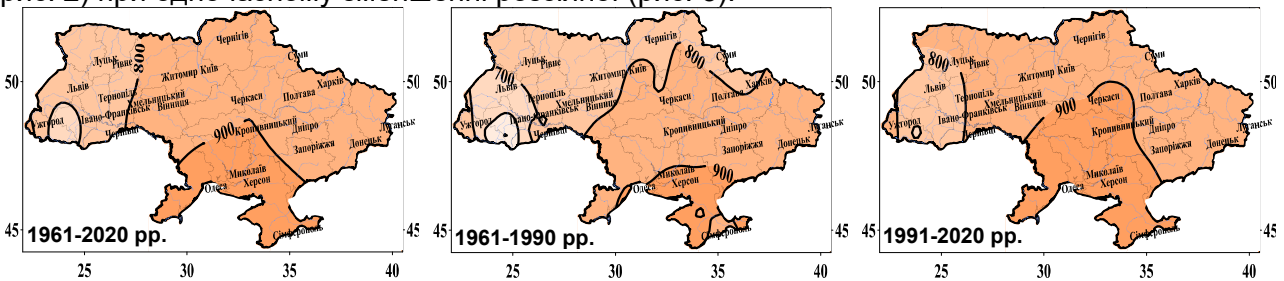


Рис. 1. Зміна тривалості сонячного сьйва (год) протягом 1961-2020 рр. влітку в Україні

Тривалість сонячного сьйва влітку за 1961-2020 рр. збільшувалась із заходу, Українських Карпат на південь, АР Крим, змінюючись від 635 год у горах Карпат до 945 год на південному заході. В 1961-1990 рр. вона коливалась із 483 год в Українських Карпатах до 1010 год на півдні; зокрема в 1991-2020 рр. – від 800 год на півночі до 900 год у Степу й 986 год на південному заході при зниженні до 685 год в Українських Карпатах (рис. 1).

Пряма сонячна радіація влітку 1961-2020 рр. зростала з заходу, північного заходу, Українських Карпат на південь, змінюючись влітку від 602 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 1241 МДж/м<sup>2</sup> на південному заході. Влітку 1961-1990 рр. відбувалось її збільшення від 519 МДж/м<sup>2</sup> у горах Українських Карпатах до 1252 Дж/м<sup>2</sup> в АР Крим, а в 1991-2020 рр. – від 685 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 1324 МДж/м<sup>2</sup> на південному заході (рис. 2).

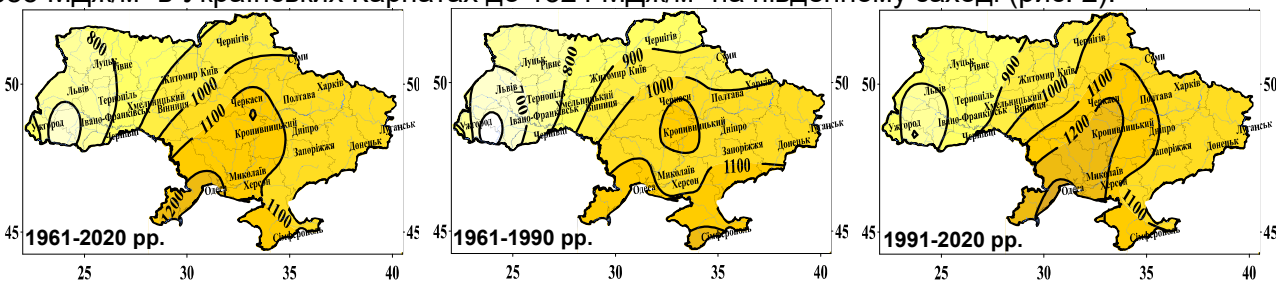


Рис. 2. Зміна прямої сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>) протягом 1961-2020 рр. влітку в Україні

Просторові зміни розсіяної сонячної радіації за період дослідження більш рівномірні за територію. Найменшими за 60 років є її значення в Українських Карпатах і центрі, найбільші – на сході та півночі, коливаючись влітку від 685 МДж/м<sup>2</sup> у центрі до 819 МДж/м<sup>2</sup> на північному сході. Впродовж літа першого 30-річчя періоду дослідження вона становила від 692 МДж/м<sup>2</sup> у центрі до 871 МДж/м<sup>2</sup> на півночі, а у другому 30-річчі – від 661 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 777 МДж/м<sup>2</sup> на північному заході (рис. 3).

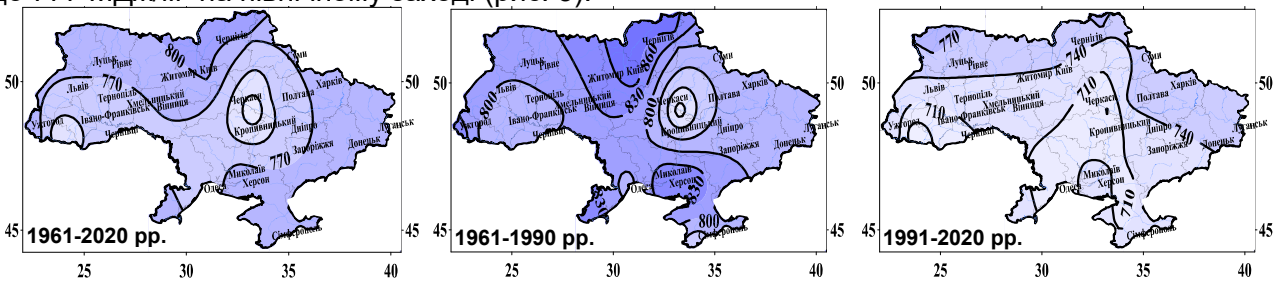


Рис. 3. Зміна розсіяної сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>) протягом 1961-2020 рр. влітку в Україні

На територіальний розподіл сумарної сонячної радіації за досліджуваний період більше вплинуло надходження прямої радіації, ніж розсіяної. Вона збільшувалась влітку із заходу, північного заходу, Українських Карпат на південь, змінюючись від 1324 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 1999 МДж/м<sup>2</sup> на південному заході. У 1961-1990 рр. вона становила від 1308 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 2009 МДж/м<sup>2</sup> у горах Криму, зокрема в 1991-2020 рр. – від 1340 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 2013 МДж/м<sup>2</sup> на південному заході (рис. 4).

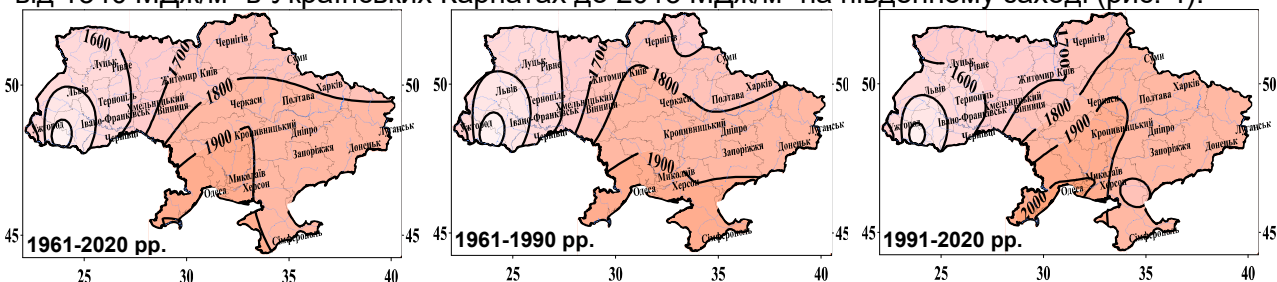


Рис. 4. Зміна сумарної сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>) протягом 1961-2020 рр. влітку в Україні

Територіальний розподіл радіаційного балансу короткохвильової сонячної радіації за 1961-2020 рр. відбиває зміни тривалості сонячного сяйва, прямої та особливо сумарної сонячної радіації. Він збільшувався з заходу, північного заходу, Українських Карпат на південь, зокрема влітку від 656 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 1068 МДж/м<sup>2</sup> на південному заході. В 1961-1990 рр. зростання відбувалось від 621 МДж/м<sup>2</sup> на північному заході до 1059 МДж/м<sup>2</sup> у Кримських горах; а в 1991-2020 рр. – від 678 МДж/м<sup>2</sup> в Українських Карпатах до 1110 МДж/м<sup>2</sup> на південному заході країни (рис. 4).

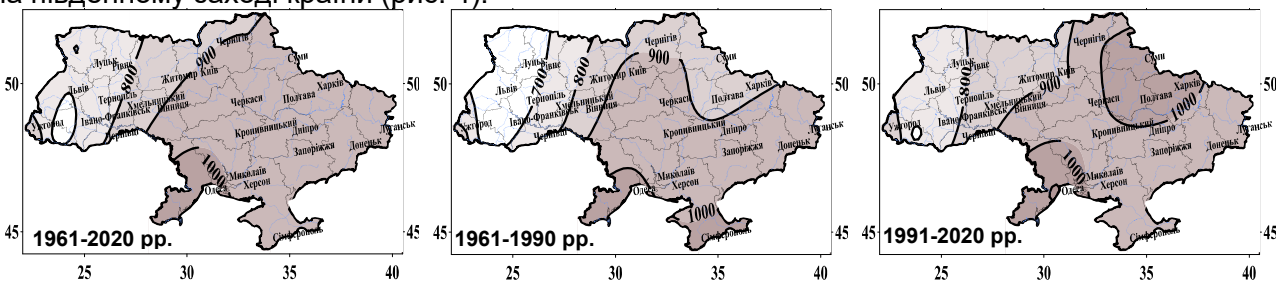


Рис. 5. Зміна радіаційного балансу короткохвильової сонячної радіації (МДж/м<sup>2</sup>) протягом 1961-2020 рр. влітку в Україні

За отриманими результатами зроблено висновок, що істотні зміни в надходженні складових радіаційного режиму сонячної радіації до земної поверхні відбувались за умов варіації атмосферної циркуляції протягом 80-90-х рр. ХХ ст., що призвели до збільшення ясної та малохмарної погоди.

У зв'язку з цим, системні зміни у надходженні сонячної радіації через природні й антропогенні чинники в 1961-2020 рр., зокрема в останньому 30-річчі, призвели влітку до зростання тривалості сонячного сяйва, прямої та сумарної сонячної радіації й, як наслідок, радіаційного балансу короткохвильової сонячної радіації повсюдно в Україні зі збільшенням із заходу, Українських Карпат на південь, АР Крим.

Одночасно зменшувалась розсіяна сонячна радіація, особливо влітку 1991-2020 рр.

УДК 551.510.42; 614.841.42

Савенець, М.В., Надточій Л.М.

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

## **ЗМІНА ХАРАКТЕРИСТИК АЕРОЗОЛЬНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВНАСЛІДОК РАКЕТНИХ УДАРІВ ПО ОБ'ЄКТАМ ПРОМИСЛОВОСТІ**

*У дослідженнях представлено аналіз змін аерозольних характеристик атмосферного повітря внаслідок ракетних ударів по нафтобазах та електростанціям на основі даних супутникового зондування. Виявлено зв'язок із аерозольною оптичною товщею, експонентною Ангстрема та масовою часткою аерозолю в атмосфері.*

Повномасштабна війна в Україні, викликана військовою агресією російської федерації, спричинила значний вплив на довкілля. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря після ракетних ударів по об'єктах промисловості чинять значний вплив на екосистеми та здоров'я населення, і можуть переноситися й осідати на відстані багатьох кілометрів від місця удару. Враховуючи проблеми із просторовим охопленням даними наземного моніторингу, часто наслідки таких ракетних ударів можна виявити тільки за допомогою супутникового зондування. Серед забруднюючих речовин, значна маса яких викидається в атмосферне повітря та може бути виявлена за даними супутникового зондування, є аерозольні компоненти, особливо внаслідок ракетних ударів з послідуємим горінням нафтобаз, нафтопереробних заводів та теплоелектростанцій (ТЕЦ). Метою проведених досліджень стало встановлення можливостей використання супутникового моніторингу аерозольного забруднення атмосфери для виявлення наслідків ракетних ударів по об'єктах промисловості.

Дослідження проводились на основі даних супутника Terra (EOS AM-1) з приладом Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) на борту за період 24 лютого – 31 грудня 2022 року (завантажених із системи NASA's Earth Observing System Data and Information System, EOSDIS, <https://search.earthdata.nasa.gov/search/>). Аналіз здійснено для ключових аерозольних характеристик, які можливо отримати за допомогою дистанційного зондування – аерозольної оптичної товщі (aerosol optical thickness, AOT), експоненти Ангстрема (Angstrom exponent, AE), та масової частки аерозолю у вертикальному стовпі атмосфери (mass concentration land, MCL). Для узгодження локацій виявлених шлейфів забрудненого повітря, використано дані метеорологічних параметрів із реаналізу ERA5 [1]. Інформацію про дати ракетних обстрілів нафтобаз, ТЕЦ та руйнування отримано за даними системи «Ecodozor: екологічні наслідки та ризики бойових дій в Україні» (<https://ecodozor.org/>).

Загалом проаналізовано більше 100 випадків влучання ракет та ударних БПЛА Shahed рф у нафтобази та ТЕЦ на території України. Під час проведених досліджень встановлено, що лише у 20% випадків влучань по досліджуваним об'єктам, над територією була відсутня хмарність, яка б дозволяла використання даних супутникових спостережень. Аналізуючи аерозольні характеристики виявлено, що в усіх випадках найбільш показовою є використання MCL для оцінювання масштабів емісії аерозолю й подальшого перенесення.

Встановлено найбільш типові зміни аерозольних характеристик. На приклад, внаслідок ракетного удару по нафтобазі у с. Калинівка, Фастівського району на Київщині, пожежа тривала 5 днів (ракетний удар нанесено ввечері 24 березня 2022 р.). Максимальні значення MCL досягали  $24.2 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>, а середні коливались в межах  $5.8-15.9 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>. До ракетного удару максимальні значення MCL не перевищували  $5.5 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>, а середні значення коливались у межах фонових показників  $0.8-3.8 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>. AOT досягла максимального значення 26 березня і дорівнювала 0.7. Іншим типовим прикладом став ракетний удар по нафтобазі у м. Дубно, Рівненської області здійсненого ввечері 26 березня 2022 р., внаслідок чого нафтобазу було зруйновано. Максимальні значення MCL відмічались 28 березня і досягли  $19.0 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup> (рис.1), середні значення варіювали в межах  $2.6-6.6 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>. Типовими фоновими показниками для цього району є максимальні значення MCL нижче

$5.0 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup> із середніми в межах  $0.3-2.2 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>. АЕ є єдиною аерозольною характеристикою, наслідки зміни якої не вдалося виявити після ракетних ударів. Незважаючи на те, що очікуваним є збільшення кількості великодисперсної моди аерозолі й відповідне зменшення АЕ до 0-0.5, подібних закономірностей встановити не вдалося. У першу чергу, через недостатню точність супутникового зондування.

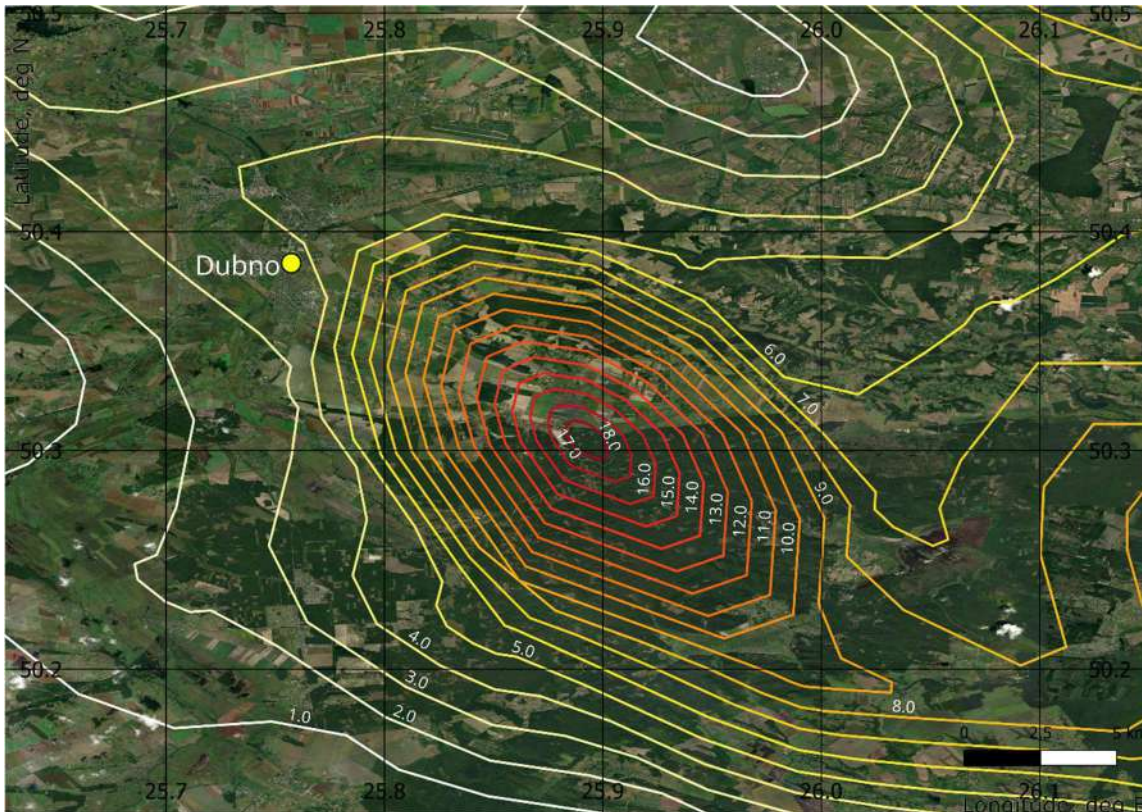


Рис. 1. Масова концентрація аерозолі (MCL,  $10^{-6}$ г/см<sup>2</sup>) у повітрі 28 березня 2022 р. після ракетних обстрілів нафтобази у м. Дубно (її розташування позначено жовтим пунсоном)

Перенесення шлейфів забрудненого повітря аерозольними частками спостерігалось на відстанях, що перевищували 40 км від місця ракетного удару. На прикладі рис. 1 чітко простежується перенесення осередку високого вмісту аерозолі за вітром. При цьому, осередок максимальних значень MCL перевищує  $18.0 \times 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup> та знаходиться на відстані більше 10 км від місця пожежі.

У результаті проведених досліджень, встановлено, що MCL та частково АОТ дозволяють оцінювати наслідки ракетних ударів по об'єктам промисловості, у першу чергу по нафтобазам. У той же час, не вдалося виявити статистично надійних змін показника АЕ. Незважаючи на переваги супутникового зондування та його часту роль як єдиного джерела спостережень, більшість наслідків неможливо дослідити через наявну хмарність.

Проведені дослідження об'єднані на основі результатів, отриманих в рамках виконання НДР 0124U000391 «Розроблення програмно-моделюючих засобів оцінювання стану забруднення атмосферного повітря над територією України» (2024-2026 рр.) та додаткової відомчої НДР, керівниками яких є молоді вчені НАН України 0124U002056 «Дослідження характеристик аерозольного забруднення атмосферного повітря під час воєнних дій на території України» (2024 р.).

#### Список використаної літератури

- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J.-N. (2023). *ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present*. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). <https://doi.org/10.24381/cds.adbb2d47> (Accessed on 02.05.2024).

UDK 556.166

S. Snizhko<sup>1</sup>, M. Bertola<sup>2</sup>, E. Porhun<sup>1</sup>, I. Oleksienko<sup>1</sup>, G. Blöschl<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine;

<sup>2</sup>Vienna University of Technology, Vienna, Austria

## DETERMINATION OF THE ROLE OF PRECIPITATION IN THE FORMATION OF THE FLOODS ON THE MOUNTAIN RIVERS OF UKRAINIAN CARPATHIANS IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE (CASE STUDY- RIVER OPIR)

The Opir basin is located on the eastern slope of the Carpathian Mountains and flows in a northeasterly direction and empties into the Dniester River, the Black Sea basin. The river basin covers an area of 843 km<sup>2</sup>. The river is 58 km long. The maximum discharges of the Opir River are either caused by spring snowmelt or are formed as a result of summer and autumn heavy rains, which cover considerable areas. In the mountains, rain driven peaks usually exceed the peaks of spring floods and sometimes become catastrophic (July 1980, July 2010, July 2008, June 2020).

Blöschl et al. (2013) suggest that mean annual precipitation is useful as a parameter not only for describing the direct effect on runoff generation at the event scale, but also its indirect effect on longer-term soil moisture availability and still longer-term landscape, soil and vegetation evolution processes.

On the other hand, a growing body of research points to significant increasing trends in extreme precipitation across parts of Europe over the past decades, in particular in the north, leading to major flooding (Van den Besselaar et al., 2013; Łupikasza et al., 2010). Increases in precipitation events with high precipitation quantiles have been observed in regional studies (Hulme et al., 1998; Groisman et al., 2004) which may increase the frequency of flooding. However, as stated by Beven (1993), flood generation and runoff are a highly nonlinear system, which is exposed to the natural and spatial/temporal variability of meteorology, topography, soil, vegetation, climate, groundwater conditions, and the channel drainage system. Therefore, other factors additional to rainfall also need to be considered (Blöschl et al., 2017; Beurton and Thielen, 2009).

To evaluate the role of precipitation in flood formation, we used data from daily observations of the Boris Sreznevsky Central Geophysical Observatory on water discharge (Skole gauge) and precipitation (Slavske meteorological station) for the period from 1961 to 2020. 21925 values of water discharge and 11413 values of precipitation were used in total. As a case study, let's consider the possibility of precipitation's influence on the formation of maximum water flows using the example of the Opir River.

If we compare a series of precipitation with a series of daily water flows, we can see a certain existing relationship between them (Fig. 1).

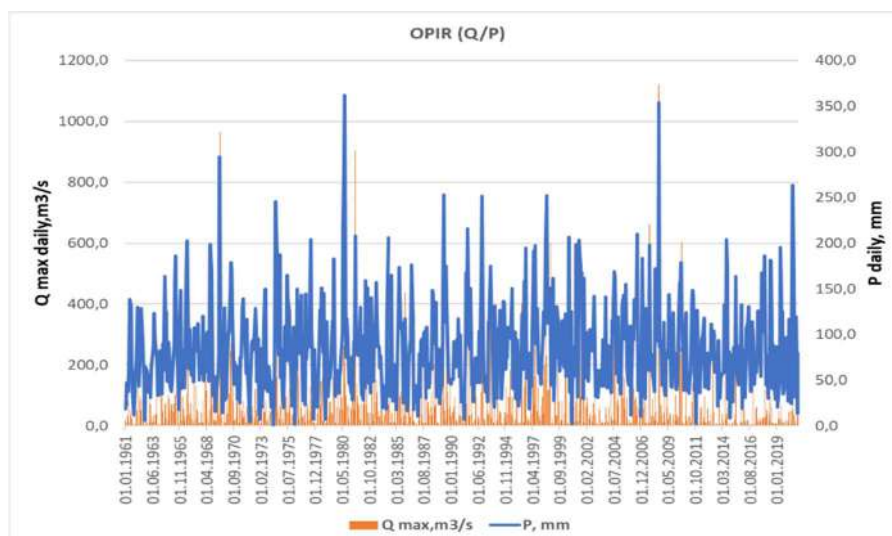


Fig. 1. Chronological graph of changes in daily precipitation and maximum daily runoff on the Opir River (eastern slope of the Carpathians)



To statistically confirm the presence of precipitation influence on the formation of the maximum water flow, a correlation analysis of series of monthly precipitation amounts and average monthly water flows for 2 climatic periods was conducted separately. A graphical representation of these relationships in the form of a correlation field and a regression equation is shown in Figure 2.

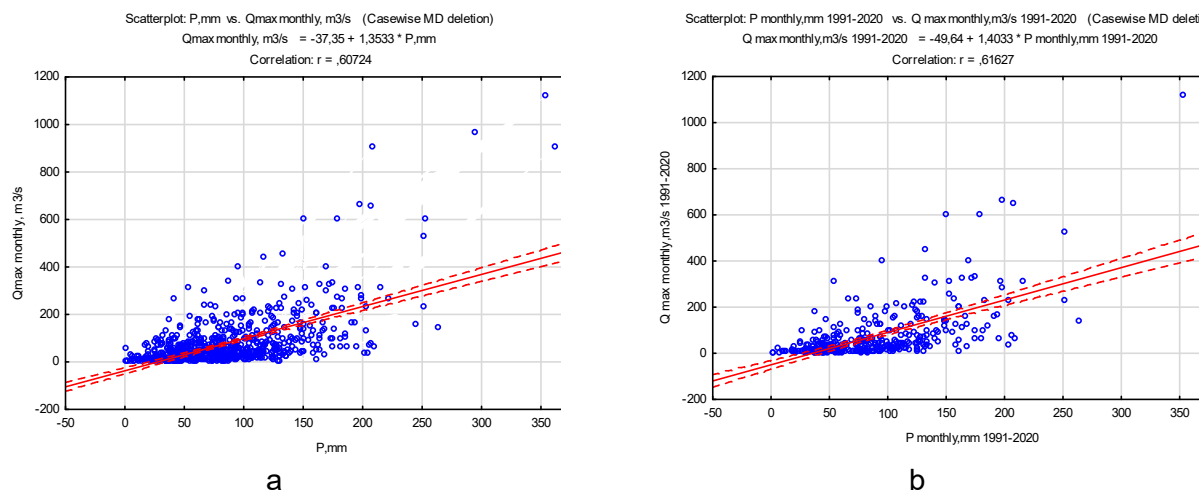


Fig. 2. Regression relationship between precipitation and maximum runoff (a-1961-1990; b-1991-2020).

The dependence of maximum water runoff on precipitation is also well illustrated by the graphs of the distribution of circular kernel density of the day of occurrence of the annual maximum runoff (density Q) and the annual maximum precipitation (density P) (Figure 3).

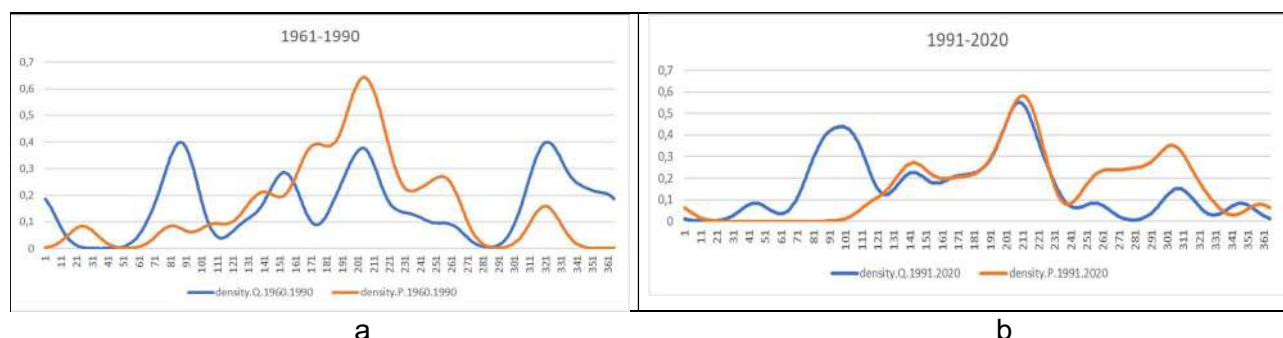


Fig. 3. Distribution of circular kernel density of the day of occurrence of the annual maximum runoff (density Q) and annual maximum precipitation (density P) for the first climatic period 1961-1990 (a) and climatic period 1991-2020 (b).

The conclusion that can be drawn from the studied dependencies is that the maximum precipitation values are quite closely related to the maximum water flows. The synchronicity of changes in the circular kernel density for both comparative values explains the nature of the formation of summer and autumn floods on the Opir River due to precipitation. Only in the period from February to April is the asynchrony of these processes observed. Spring floods in the basin are formed mainly by snowmelt.

## References

- Beven, K., (1993): Riverine flooding in a warmer Britain. *Geographical Journal*, 159: 157–161. Blöschl, G. et al. (2017): Changing climate shifts timing of European floods, *Science*, 357: 588–590. Blöschl, G., et al., (2013): *Runoff Prediction in Ungauged Basins: Synthesis across Processes, Places and Scales*. Cambridge University Press, 465 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139235761>. Groisman, P.Y. et al., (2004): Contemporary changes of the hydrological cycle over the contiguous United States: trends. *J. Hydrometeorol.*, 5, 64–85. Hulme, M., Osborn, T.J., Johns, T.C., (1998): Precipitation sensitivity to global warming: comparisons of observations with HadCM2 simulations. *Geophys. Res. Lett.*, 25, 3379–3382. Łupikasza, E., Hansel, S, Matschullat, J., (2010): Regional and seasonal variability of extreme precipitation trends in southern Poland and central-eastern Germany 1951-2006. *International Journal of Climatology*, 31, 2249–2271. Van den Besselaar, E., Klein Tank, A., Buishand, T., (2013): Trends in European precipitation extremes over 1951-2010. *International Journal of Climatology*, 33, 12, 2682–2689.

UDK 551.584.5

**Olga Shevchenko<sup>1</sup>, Hanna Lappalainen<sup>2</sup>, Andrii Gozhyk<sup>1</sup>, Sergiy Snizhko<sup>1</sup>, Sergii Zapototskyi<sup>1</sup>, Alexander Mahura<sup>2</sup>, Alexander Baklanov<sup>3</sup>, Laura Riuttanen<sup>2</sup>, Valeriya Ovcharuk<sup>4</sup>, Oleh Shablii<sup>4</sup>, Sergiy Stepanenko<sup>4</sup>, Alexander Markarov<sup>5</sup>, Arsen Aproyan<sup>5</sup>, Yvonne Billimore<sup>6</sup>, and Piritta Puhto<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine;*

<sup>2</sup>*University of Helsinki, INAR Physics, Helsinki, Finland;*

<sup>3</sup>*University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark;*

<sup>4</sup>*Odessa I.I. Mechnikov National University, Odesa Ukraine;*

<sup>5</sup>*Yerevan State University, Yerevan, Armenia;*

<sup>6</sup>*Bioart – Bioart Society, Helsinki, Finland*

### **CLUVEX PROJECT EXPERIENCE: VIRTUAL EXCHANGES AS A VALUABLE COMPLEMENT TO TRADITIONAL PHYSICAL STUDENTS' MOBILITY IN THE FIELD OF CLIMATE CHANGE RESEARCH**

According to EU Youth Strategy 2019–2027 all young people should have the necessary resources to participate in society. Climate University for Virtual Exchanges (CLUVEX; <https://www.atm.helsinki.fi/cluvex>; 1 Jul 2023 – 30 Jun 2026) is a 3-year project conducted by two European Erasmus+ program countries Finland (UHEL) as the coordinator and Denmark (UCPH), and the Neighbourhood East countries – Ukraine (OMNU and TSNUK) and Armenia (YSU), as well as an art-and-science non-profit association, the BioArt Society (<https://bioartsociety.fi>), based in Finland. The project heeds the three keywords of the EU Youth Strategy 2019–2027 “engages, connects and empower” and involves university students from Europe and Neighbourhood East countries in novel learning and digesting of soft skills by virtual exchange, but also at the same time, encourages to open-mindedness and supporting the development of interpersonal and intercultural skills. Soft skills in the proposed project context are “enabling the individuals to make decisions, solve problems, think critically and creatively, communicate effectively, recognize the emotions of others, build relationships at physical and emotional level” as determined by World Health Organization (2003). Youth and young academics have a crucial role to take the lead in the collective behaviour change needed to mitigate climate change (Blakemore, 2018). Youth is also the time when behavioural and well-being problems can emerge or worsen with consequences that stick long into adulthood (Paus et al, 2008; Salmela-Aro, 2017).

CLUVEX aims to connect students from European and Neighbourhood East universities and involve them in climate-related topics, including ideas for adapting to and mitigating the effects of climate change and advancing the green agenda. Moreover, CLUVEX emphasizes the development of interdisciplinary, green, and soft skills among students. In practice, CLUVEX is responsible for designing and organizing a series of interactive online training events known as "Virtual Exchanges" (VE). These VEs are structured to include educational materials and engage students, professors, teachers, and researchers collaboratively in small groups.

During the project, a total of 5 VE Calls will be initiated, spanning both the Spring and Autumn semesters and starting from Autumn 2024. Each VE Call will extend invitations to 500 students from CLUVEX Universities and other institutions in European and Neighbourhood East countries to participate in VE training weeks. The main motivation is to cultivate a new generation of young Climate Messengers with the skills and knowledge to foster climate awareness and sustainability strategies within their home organizations and future professional endeavours.

During VE week, various activities will take place, including plenary sessions, discussions, and exercises focused on specific climate change topics within smaller groups. CLUVEX is rooted in atmospheric sciences research and builds from the Climate University (<https://climateuniversity.fi>). The goal is that after participating in VE, participants will gain a deeper understanding of climate-related issues and foster meaningful connections with their peers. Note, CLUVEX also leverages its networks - Una Europa (alliance of 11 European universities) and the WMO's Global Campus initiative in Europe and Neighbourhood East, to attract a diverse array of participants.

During the first year of the project, the CLUVEX Partners are focused on designing the VE concept and exercises, training VE moderators/ facilitators, conducting a study to understand the challenges and opportunities associated with online learning and communication. As an exciting

innovation, the BioArt Society will bring artistic perspectives by offering VE lectures and creative exercises that explore how contemporary art contributes to public discourse on climate change.

VE cooperation will serve as a valuable complement to traditional physical mobility opportunities in the field of climate change research. CLUVEX plays a vital role in addressing the complex web of decisions and issues related to climate change, where the Neighbourhood East region holds also significant position on a global scale. The emergence of new Climate Messengers, equipped with expertise in climate awareness and sustainability strategies, is highly relevant in today's labour markets. These individuals are well-positioned to contribute to the critical work of advancing climate-related initiatives in a world undergoing transformative changes.

The CLUVEX contributes to exchange of knowledge and experience, research findings, which will equip the students to be active contributors for the transition to green societies. The CLUVEX partners have a special expertise in this task as carrying out frontier research in atmospheric sciences (climate change and air quality, clean air in the cities) and educators of young scientists who can become facilitators of ecological renaissance in various spheres of their employment. The project has, as addressed in the European Education Area, an ambitious geopolitical dimension and is contributing to the attainment of the 2030 Sustainable Development Goals (SDGs). CLUVEX fits into the climate action aims, it will also recognize United Nation SDGs. The project has scientific capacity especially to address thematic and science related to the 2030 SDGs. In particular, SDGs 11, 12 and 13 call us to 'take urgent action to combat climate change and its impacts' (SDG 13), to 'ensure sustainable consumption and production patterns' (SDG 12) and to 'make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable' (SDG 11, UN 2015, 26-28). Many of the specific targets listed under these goals focus on raising awareness about climate friendliness and sustainable lifestyle as well as on supporting sustainable national and international policy-making, business and use of resources. CLUVEX acknowledges that different societies, communities and individuals all have specific needs and makes a special effort in the Europe - Neighbourhood East countries context. Climate change is a key driver of climate-related risks, but it is not the only one. The regional impacts of climate change also depend on the development of environmental, socio-economic, political, and technological conditions at the regional scale.

### References

*Blakemore S-J. (2018): Avoiding Social Risk in Adolescence. Current Directions in Psychological Science. 27(2):116-122. doi:10.1177/0963721417738144; Paus, T., Keshavan, M., Giedd, J. N. (2008). Why do many psychiatric disorders emerge during adolescence? National Review of Neuroscience, 9, 947–957. doi:10.1038/nrn2513; Salmela-Aro et al. (2016): Integrating the light and dark sides of student engagement using person-oriented and situation-specific approaches. Learning and Instruction, 43, 61-70. doi:10.1016/j.learninstruc.2016.01.001*

УДК 551.586

**Шевченко О.Г., Костирко І., Семиліт І.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

### ОСОБЛИВОСТІ БІОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ КРИВОГО РОГУ

**Вступ.** Кривий Ріг належить до найбільших міст України – він є сьомим за кількістю населення та другим за площею містом нашої держави. Кривий Ріг є потужним промисловим центром та відомий низкою екологічних проблем, серед яких, перш за все, забруднення повітря, водних об'єктів та ґрунтів. Проте, в останні роки у Кривому Розі, як і на всій території України, посилилися прояви глобальної зміни клімату, що виявляється у підвищенні температури повітря, зростанні частоти тропічних ночей та хвиль тепла, змінах у режимі випадання опадів та повторюваності стихійних гідрометеорологічних явищ. Зростання повторюваності днів з тепловим стресом та термічного навантаження на людей у літній період призводить до зниження комфортності території для проживання, погіршення самопочуття, підвищення частоти певних видів захворювань, а в окремих випадках (наприклад, під час потужних або тривалих хвиль тепла) навіть – до зростання смертності. Саме тому оцінка біоклімату Кривого Рогу є важливою науковою та прикладною задачею, адже її результати

можуть бути використані для розробки заходів адаптації до проявів зміни клімату та зниження негативного впливу спеки на населення міста.

**Матеріали та методи дослідження.** Для виконання задач даного дослідження було використано дані щоденних строкових спостережень за температурою та вологістю повітря, хмарністю та швидкістю вітру, виміряні на метеорологічній станції Кривий Ріг (48°02' пн.ш., 33°13', 123 м над р.м.) у 1991–2020 рр., та отримані з архіву Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського. Для оцінки біоклімату було обрано індекс, який ґрунтується на рівнянні енергетичного балансу людини – фізіологічно-еквівалентну температуру (ФЕТ). Даний біокліматичний індекс був змодельований за допомогою програми «RayMan». Для оцінки біоклімату та визначення холодого/теплого стресу використано наступні градації ФЕТ (табл. 1).

Таблиця 1. Градації ФЕТ для різних ступенів тепловідчуття та фізіологічного навантаження на організм людини

ФЕТ (°C)	Тепловідчуття	Оцінка фізіологічного стресу
менше 4.0	дуже холодно	екстремальний холодний стрес
4.1–8.0	холодно	сильний холодний стрес
8.1–13.0	прохолодно	помірний холодний стрес
13.1–18.0	злегка прохолодно	легкий холодний стрес
18.1–23.0	комфортно	відсутність термічного стресу
23.1–29.0	злегка тепло	легкий тепловий стрес
29.1–35.0	тепло	помірний тепловий стрес
35.1–41.0	спекотно	сильний тепловий стрес
більше 41.0	дуже спекотно	екстремальний тепловий стрес

**Результати.** На основі змодельованих значень ФЕТ було визначено діапазони значень цього біокліматичного індексу о 12:00 за міжнародним скоординованим часом (UTC) для кожного місяця (Рис. 1), розраховано повторюваність різних градацій цього біокліматичного індексу для кожної декади (10 днів) та побудовано діаграми повторюваності різних ступенів термічного навантаження на людину в місті Кривий Ріг для всіх строків спостереження (Рис. 2) та для денних годин (09:00, 12:00, 15:00 та 18:00 UTC) за березень–листопад. Останнє було зроблено з метою детальнішого аналізу теплового стресу.

В результаті аналізу було встановлено наступні біокліматичні особливості міста Кривий Ріг в сучасний період:

1. Протягом досліджуваного періоду значення ФЕТ, 12:00 UTC, демонструють високу мінливість протягом року (Рис. 1). Найнижче значення ФЕТ (-31,7°C) спостерігалось в січні 2006 року. Найвище значення ФЕТ спостерігалось у липні 2007 року (52,9°C). Найбільші діапазони значень ФЕТ спостерігаються у перехідні сезони – у березні (48,1°C) та листопаді (47,3°C), а найнижчі – в червні, липні та грудні (39,3°C, 40,4°C та 40,3°C відповідно)

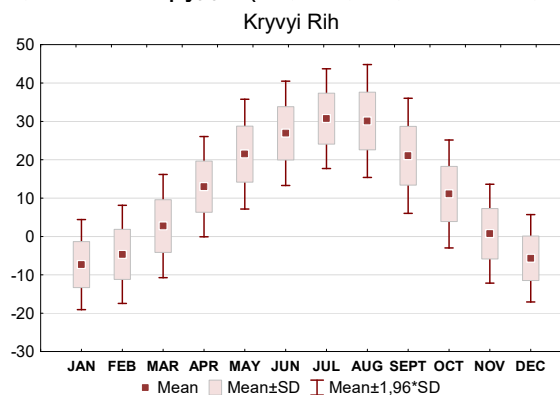


Рис. 1. Медіанні значення та діапазони коливань значень ФЕТ (°C) за 1991–2020 рр.

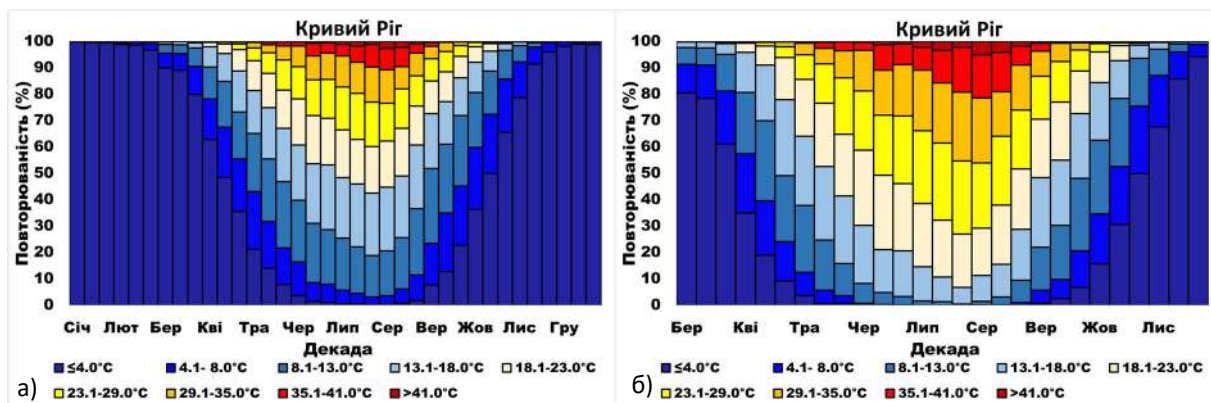


Рис. 2. Повторюваність різних градацій ФЕТ (°С) 1991–2020 рр. протягом дня (а) та в денні години (б)

2. У зимові місяці (грудень–лютий) у Кривому Розі домінує екстремальний холодний стрес (ФЕТ < 4°C). Його повторюваність взимку перевищує 96,5%.

3. З першої декади травня по останню декаду жовтня в місті зафіксовані дні з тепловим стресом різних градацій – від легкого до екстремального (Рис 2.а). Найвища повторюваність всіх градацій теплового стресу (ФЕТ > 23°C) спостерігалась з другої декади липня по першу декаду серпня і коливалась від 37,2% (друга декада липня) до 39,9% (третья декада липня), а сильного та екстремального теплового стресу (ФЕТ > 35°C) – з третьої декади липня по другу декаду серпня та перевищувала 9,5% з максимумом у першу декаду серпня (10,7%). Максимальна повторюваність екстремального теплового стресу відмічалась у першу декаду серпня та становила 2,5%.

4. Максимальна повторюваність всіх ступенів теплового стресу в денні години (Рис 2.б) спостерігалась з другої декади липня по першу декаду серпня та перевищувала 67% з максимумом 73% у третю декаду липня. Максимальна частота сильного та екстремального теплового стресу відмічалась з останньої декади липня по другу декаду серпня та перевищувала 19% з максимумом у першу декаду серпня (21,4%).

5. Найвища повторюваність комфортних умов протягом року (Рис 2.а) спостерігалась з першої декади травня по другу декаду вересня значення варіювались від 11,3% до 18,3%. Максимальна повторюваність комфортних умов у денні години (Рис 2.б) спостерігалась у першій декаді червня та становила 28,5%.

**Висновки.** Отже, несприятливі біокліматичні умови в місті Кривий Ріг спостерігаються в зимові місяці, коли повторюваність екстремального холодного стресу сягає понад 96,5%, та влітку, коли зростає повторюваність сильного та екстремального теплового стресу. Найвища повторюваність цих градацій фіксується з третьої декади липня по другу декаду серпня та перевищує 9,5% з максимумом у першу декаду серпня (10,7%). Найсприятливіші біокліматичні умови спостерігалися в травні – повторюваність комфортних умов сягає понад 11% за добу та понад – 21% у денні години), а повторюваність всіх градацій теплового стресу нижча, ніж влітку (7–18% протягом доби та 14–35% – у денні години).

УДК 551.58

Шпиг В.М., Ціла А.Ю.

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

## ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ЗАГАЛЬНОЇ ТА НИЖНЬОЇ ХМАРНOSTІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ВПРОДОВЖ 1981-2020 РР.

Хмарність є однією з важливих характеристик клімату. Аналіз кліматичних досліджень хмарного покриву та його фактичних змін над територією України, які виконувалися вітчизняними науковцями, показав, що вони ґрунтуються виключно на основі даних наземних спостережень. Особливості просторового розподілу окремих характеристик було отримано із

використанням багаторічних спостережень однакової довжини на всіх метеостанціях вітчизняної мережі. Мікро- та макрофізичні характеристики хмарності було отримано на основі даних літакових та аерологічних зондувань. Вітчизняні дослідження, які присвячені коливанням хмарності внаслідок змін клімату, виконані на основі даних наземних спостережень, причому у залежності від мети дослідження та часу його проведення, на рядах різної довжини.

У даному дослідженні виконано аналіз просторового розподілу загальної та нижньої хмарності на території України і проаналізовано зміни в окремі десятиліття по відношенню до нової кліматичної норми. В якості вхідних для цього дослідження слугували дані ERA5 щодо загальної та нижньої хмарності для кожного місяця впродовж року для періоду 1981-2020 рр.

Для кожного місяця року визначалися дві кліматичні норми: нова (для періоду 1991-2020 рр.) та попередня (для періоду 1981-2010 рр.). Досліджуваний період розбивався на чотири десятиліття: 1981-1990 рр., 1991-2000 рр., 2001-2010 рр. та 2011-2020 рр. У межах кожного десятиліття для кожного місяця року здійснювалося осереднення. Далі у кожній точці простору визначалося відхилення загальної та нижньої хмарності для даного десятиліття у порівнянні із новою кліматичною нормою. Також для кожного місяця року досліджувалися особливості у просторовому розподілі загальної та нижньої хмарності для двох кліматичних норм.

Аналіз отриманих результатів показав, що над територією України вищі значення як загальної, так і нижньої хмарності, характерні для холодного періоду з максимумом у січні, а нижчі – у теплий з мінімумом у липні-серпні. Так, у зимові місяці найбільші значення мають місце у січні, а найменші – у грудні. Загальна хмарність знаходилася в межах 5-10 балів. Нижня ж мала значні коливання від 2 до 9 балів. З наближенням до теплого періоду року хмарний покрив поступово зменшується. В цілому у весняні місяці загальна хмарність коливається від 4 до 9,5 балів. Нижня хмарність знаходилася в межах від 3-7 балів у березні до 1-7 балів у травні. У літні місяці фіксувався мінімум хмарності. Для загальної хмарності він припадав на серпень, для нижньої – на липень. Загальна хмарність знаходилася в межах 4-8 балів. Нижня хмарність знаходилася в межах 1-5 балів, досягаючи 6,5-7 балів у Карпатському регіоні. В осінні місяці загальна хмарність знаходилася в межах 4-9,5, інколи 10 балів. Значення нижньої хмарності коливалися у межах від 1-9 балів

У північних та західних регіонах значення загальної хмарності є найвищими. Дещо меншою загальна є у центральних та східних регіонах і найменшою – у південних. Найвищі значення нижньої хмарності спостерігаються на півночі України, в окремі десятиліття – на сході та заході. Найменші її значення, як і для загальної хмарності, фіксуються у південних регіонах. У полі як загальної, так і нижньої хмарності було виявлено дві особливості просторового розподілу: 1) у Карпатах та Кримських горах середні місячні величини хмарності є більшими (до декількох балів) у порівнянні із прилеглими територіями; 2) у теплу частину року акваторія Чорного та Азовського морів є областю найнижчих значень хмарного покриття.

Аналіз змін хмарного покриття впродовж останніх чотирьох десятиліть у порівнянні із новою кліматичною нормою показав, що над територією України вони мали коливальний характер, в окремі десятиліття спостерігалися як зменшення хмарності, так і її збільшення.

УДК 551.5

Яцишен А.О., Мансарлійський В.Ф.

*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна*

## **МІЖРІВНЕВИЙ ОБМІН У ГРАНИЧНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ ЯК ЧИННИК ЕВОЛЮЦІЇ РАДІАЦІЙНИХ ТУМАНІВ**

Міжривневий обмін у граничному шарі атмосфери має значний вплив на низку характеристик радіаційних туманів – час його утворення і розсіяння, інтенсивність, вертикальну потужність. Остання характеристика суттєво впливає на час розсіяння туману, точність прогнозу якого, у свою чергу, має актуальність у багатьох сферах діяльності.

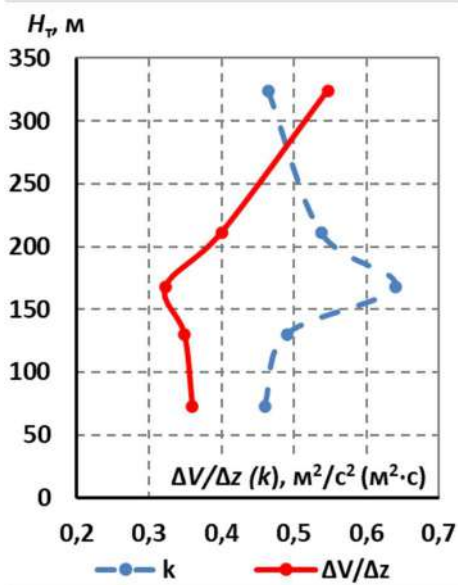
Метою дослідження є визначення впливу міжривневого обміну в граничному шарі атмосфери на утворення та еволюцію радіаційних туманів.

Для цього у граничному шарі атмосфери розраховувалися такі характеристики як коефіцієнт турбулентного обміну у дні з радіаційними туманами та значення вертикальної потужності туману, після чого досліджувався зв'язок між цими величинами. У якості вихідних використовувалися дані радіозондування настанції Лінденберг (Німеччина), доцільність використання яких пояснюється їх 6-годинною дискретністю у часі.

Для виявлення залежності інтенсивності туману від величини коефіцієнту турбулентного обміну  $k$ , були проведені відповідні розрахунки. Одночасно за методом Геффера була розрахована вертикальна потужність шару туману  $H_T$ , значення температури повітря  $t_0$  і швидкості вітру  $u_0$  біля поверхні землі та на верхній межі шару туману ( $t_n$  і  $u_n$ ), крім цього був розрахований вертикальний градієнт температури  $\gamma$  і зсув вітру  $|\Delta V/\Delta z|$  у шарі туману.

За результатами розрахунків були побудовані графіки залежності коефіцієнту турбулентного обміну  $k$  від товщини граничного шару атмосфери в дні з туманом за 18, 24, 06 і 12 годин. Результати засвідчили, що перед утворенням туману спостерігається відносно стійка залежність між висотою граничного шару і коефіцієнтом турбулентного обміну. Значення коефіцієнту турбулентного обміну коливається в межах від 0,2 до 3 м<sup>2</sup>/с, але в основному не перевищують 2,5 м<sup>2</sup>/с, в той час як висота граничного шару не перевищує 1000 м і в основному коливається від 150 до 600 м (коефіцієнт кореляції  $r = 0,84$ ).

Після цього визначені середні значення коефіцієнту турбулентного обміну для туманів різної вертикальної потужності, за якими був побудована відповідна залежність.



Залежності вертикальної потужності шару туману  $H_T$  від коефіцієнту турбулентного обміну  $k$  і вертикального зсуву вітру  $\Delta V/\Delta z$ .

З неї видно, що зв'язок між збільшенням коефіцієнту турбулентного обміну  $k$  і потужністю шару туману  $H_T$  спостерігається лише до висоти 170 м, а вище за цей рівень спостерігається абсолютно зворотній зв'язок (стабільне зменшення значення коефіцієнту турбулентного обміну зі збільшенням товщини шару туману).

Крім цього, одержана залежність середніх значень швидкості вітру в шарі туману і його вертикальну потужність, який свідчить, що загальний хід розподілу середніх значень швидкостей вітру в залежності від потужності шару туману в цілому повторює загальний хід розподілу коефіцієнту турбулентного обміну. Побудова залежності між середніми значеннями вертикального зсуву вітру і коефіцієнту турбулентного обміну для туманів різної вертикальної потужності показала, що для туманів з середньою вертикальною потужністю до 170 м спостерігається збільшення коефіцієнту турбулентного перемішування, а для туманів більшої потужності він поступово зменшується. При цьому значення вертикального зсуву вітру навпаки зменшуються до 170 м і збільшуються для туманів більшої вертикальної потужності.

УДК 551.5

Яцишен А.О., Міщенко Н.М., Грушевський О.М.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

## ВПЛИВ ТУРБУЛЕНТНИХ ПОТОКІВ ТЕПЛА У ГРАНИЧНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ НА ЕВОЛЮЦІЮ РАДІАЦІЙНИХ ТУМАНІВ

Актуальність прогнозу туману завжди є високою через вплив цього явища на широкий спектр галузей народного господарства. Широкомасштабна агресія російської федерації на територію України додала ще один її аспект – вплив на ефективність ведення сучасних бойових дій. Тумани є суттєвим чинником, який потребує врахування при веденні повітряної

розвідки і нанесенні ударів безпілотними літальними апаратами, дальності виявлення противника тепловізорами, прихованому маневрі військ тощо.

Оскільки радіаційним туманам характерна властивість вагомого внеску локальних процесів, що впливають на їх утворення та еволюцію, то і їх проноз має базуватися на характеристиках, які можуть бути діагностовані з необхідною точністю і часовою дискретністю у окремо взятій точці простору.

Величина радіаційного зниження температури, необхідна для утворення туману, залежить від багатьох факторів – турбулентного переносу тепла й вологи, наявності або відсутності їх адвекції, а також процесів конденсації і випаровування з підстильної поверхні.

Процес охолодження повітря, який є необхідною умовою утворення туману, відбувається у граничному шарі завдяки турбулентному перемішуванню у вертикальній площині, кількісним виразом якого є коефіцієнт турбулентності. Турбулентний потік тепла, який розраховується за формулою

$$Q_T = c_p \rho k (\gamma - \gamma_a), \quad (1)$$

де  $c_p = 1,03$  Дж/кг·К – питома теплоємність повітря при сталому тиску;  
 $\rho = 1,3$  кг/м<sup>3</sup> – густина повітря;  $k$  – коефіцієнт турбулентності, м<sup>2</sup>/с;  
 $\gamma$  – вертикальний градієнт температури повітря, °С/м;  
 $\gamma_a = 0,0098$  °С/м – сухоадіабатичний градієнт температури;

через співвідношення з величиною ефективного випромінювання підстильної поверхні визначає тип стратифікації граничного шару. Рівність величин турбулентного потоку і ефективного випромінювання означатиме утворення рівноважних умов (ізотермія), за умови  $E_0 > c_p \cdot \rho \cdot k \cdot \gamma_a$  (2) спостерігатиметься приземна інверсія, а при  $E_0 < c_p \cdot \rho \cdot k \cdot \gamma_a$  (3) – піднесена.

Таким чином, вказаний критерій дає змогу здійснювати прогноз еволюції туману, оскільки коливання видимості у ньому пов'язані з вертикальною перебудовою температурно-вологісної стратифікації. До утворення туману і на початку його існування виконується умова (2), що зумовлює утворення приземної інверсії, погіршення видимості біля поверхні землі і, у той же час, зниження величини ефективного випромінювання підстильної поверхні. Після цього випромінюючою поверхнею стає верхня межа шару туману, турбулентний потік тепла спрямовується вниз, приземна інверсія трансформується у піднесену (або взагалі руйнується), видимість біля землі покращується, що є свідченням виконання умови (3).

Прогностична цінність формули (1) полягає у тому, що три величини, які входять до неї, є відносно сталими, а прогностичні значення температури у граничному шарі атмосфери досить ефективно визначаються наявними чисельними моделями. Певні ускладнення виникають з розрахунком коефіцієнта турбулентності, які зумовлюються його варіативністю залежно від висоти та типу стратифікації атмосфери.

Для врахування типу стратифікації при виборі алгоритму розрахунку коефіцієнта турбулентності усі її види для випадку туманів були розділені на 5 типів – піднесена та приземна інверсії ( $\gamma \leq -0,3$  °С/100 м), піднесена та приземна ізотермії ( $-0,3 < \gamma \leq 0,0$  °С/100 м) і падіння температури з висотою ( $\gamma \geq 0,3$  °С/100 м). За кожен строк зондування (18, 00, 06 та 12 СГЧ) визначався тип стратифікації і розраховувалася його повторюваність від загальної кількості випадків. Аналіз одержаних результатів показує, що піднесені інверсія та ізотермія або не спостерігалися при утворенні туманів, або їх повторюваність є незначною (4,8%) незалежно від строку зондування. Для строку 00 СГЧ повторюваність приземного затримуючого шару становить 76,2%, а для строку 06 СГЧ – 95,3%.

для розрахунку коефіцієнта турбулентності в умовах утворення радіаційних туманів доцільною для використання виглядає так звана 4-а формула Лайхтмана, яка одержана у припущенні незмінності температурних градієнтів з висотою

$$k = \frac{2l(\lg e)^2}{\left( \frac{d \lg \left[ (u_g - u)^2 + v^2 \right]}{dz} \right)^2}, \quad (4)$$



де  $l = 2\omega \cdot \sin\phi$  – параметр Коріоліса;

$u, v$  – зональна і меридіональна складові швидкості вітру.

Результати розрахунку коефіцієнта турбулентності для відібраних випадків туману, показують, що турбулентний обмін майже відсутній у шарі інверсії. Його величина поступово зростає зі збільшенням вертикальної потужності шару, що пояснюється наближенням швидкості вітру до геострофічних значень і, відповідно, зростанням різниці  $u_g - u$ . Характерною рисою є те, що максимальні значення  $k$  спостерігаються від 00 до 06 СГЧ, тобто, у період формування затримуючого шару. З аналізу рис. 1 видно, що у момент заходу Сонця спостерігається приблизна рівність значень турбулентних потоків тепла на всіх рівнях ГША. Для періоду утворення приземного затримуючого шару (18-00 СГЧ) є характерним збільшення турбулентних потоків тепла з його верхніх шарів – чим вище розташований шар, тим інтенсивніше відбувається теплопередача. У той же час у приземному шарі 0-200 м відбувається зменшення інтенсивності турбулентних потоків тепла через формування над ним затримуючого шару. Після досягнення максимальних значень, в період з 00 СГЧ до 06 СГЧ, спостерігається зменшення інтенсивності теплопередачі, при цьому приземний шар майже не віддає тепло у вище розташовані шари – інтенсивність інверсії починає зменшуватися.

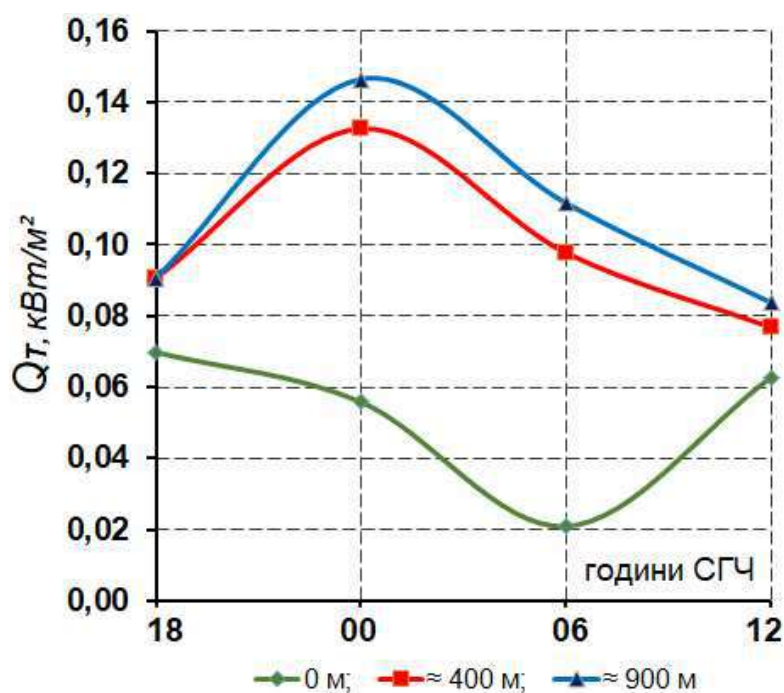


Рис. Часова еволюція осереднених турбулентних потоків тепла ( $Q_t$ , кВт/м<sup>2</sup>) у ГША в радіаційних туманах

Таким чином, інтенсивність турбулентних потоків тепла у тумані визначається розподілом у ньому коефіцієнта турбулентності, пікові значення якого спостерігаються при максимальній інтенсивності інверсії поблизу її верхньої межі. Періоди до початку утворення туману і після його розсіювання характеризуються приблизною рівністю значень турбулентних потоків тепла у всьому ГША. При утворенні туману відбувається зменшення теплопередачі від приземного шару та її інтенсивне збільшення з верхніх шарів затримуючого шару.

Процес деградації затримуючого шару і зменшення інтенсивності туману супроводжується збільшенням значень турбулентних потоків тепла від приземного шару і зменшенням від верхніх шарів граничного шару атмосфери. Вирівнювання значень турбулентних потоків тепла у ГША є ознакою розсіювання туману і, відповідно, може використовуватися як прогностичний алгоритм за умови задовільного прогнозу температурної стратифікації у ГША.

## **РЕЛЬЄФ ЗЕМЛІ: РІЗНОМАНІТТЯ ФОРМ ТА ІДЕЙ**

УДК 551.4

**Байрак Г.Р.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна*

### **ТИПИ СКЕЛЬ БЕСКИДІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

В Бескидах Українських Карпат налічується більше десятка груп скель, які привабливі для туристів та є цінними природоохоронними об'єктами. Скелі цікаві своїми морфологічними формами, чим вони різноманітніші і масивніші, тим привабливіші для показу й досліджень. Зі скелями пов'язані історичні події з життя русичів, опришків, січових стрільців та українських повстанців. Їх вивчають етнографи, археологи, геологи, геоморфологи, екологи та краєзнавці. Наукова спільнота зацікавлена цими об'єктами, тому актуальним постає питання систематизації їхніх морфологічних форм.

Скелі складені здебільшого пісковиками ямненської світи палеоцену нижньо-палеогенового віку (56–66 мільйонів років), а скелі Розгірче утворені пісковиками вигодської світи еоцену (середній палеоген, 34–56 мільйонів років) [2]. Порооди формувались на глибині 4 800–5 000 м за часів існування тут прадавнього океану Тетис, що засвідчують коралові рештки і морські черепашки у пісковиках. Скелі значно розчленовані тріщинами різного генезису і ступеня розкриття: вертикальними тектонічними, вивітрювання, біогенними, бортового відпору та горизонтальними літологічними. На поверхні скель спостерігаються сліди вибіркового вивітрювання різних за складом шарів пісковика, ділянки стільникового вивітрювання, різні антропогенні знаки – від давніх доісторичних до відміток християнської доби. Характерним для скель є те, що вони мають заокруглені контури і, здебільшого, згладжені форми, які є наслідком вивітрювання, злущування пісковиків та обточування їхньої поверхні піщинками у складі пилових бур минулих холодних геологічних періодів і дощовими краплями сучасної епохи.

На основі багаторічних досліджень відслонень масивних пісковиків у Сколівських та Придністерських Бескидах, які утворюють різноманітні скелі, ми виокремили два їхні класи: скелі-останці і скельні відслонення [4]. Першого класу скелі – це ізольовані кам'яні брили чи горби. Скелі другого класу – це виходи міцних порід у вигляді вертикальних стінок.

Скелі-останці поділяємо на чотири типи: шпилеподібні, пасмоподібні, аркові та складних форм. Найпоширенішими у Бескидах є перші два типи, отож виокремимо їхні підтипи.

Шпилеподібний тип містить такі підтипи: 1) вежа – скеля, площа поперечного перерізу якої від основи до вершини практично незмінна; 3) шпиль (шпиль) – скеля, площа поперечного перерізу якої зменшується з висотою; 4) голка – різновид скелі, який має вузьку основу і вершину; 5) гриб – скеля, площа поперечного перерізу незмінна або зменшується, а вершина в кілька разів ширша за основу.

Пасмоподібний тип має підтипи: 1) стіна (ребра, огорожа, брама) – пасмоподібна форма, висота якої більша за ширину основи. Приналежність до того чи іншого підтипу залежить від довжини форми та її суцільності – стіна за формою суцільніша, ніж ребра; 2) блок (стіл) – кубоподібна форма, висота та ширина якої приблизно однакові; 3) плита – видовжена форма, ширина основи якої більша за висоту.

Скелі складних форм поділяємо на два підтипи: 1) предметно визначених форм, тобто ті, які нагадують певні об'єкти – корабель, вітрило, тварину тощо [5], і брилові – невизначених форм, скупчення масивних гліб різної форми.

У класі скельних відслонень вирізняємо три типи: урвища, ущелини і кутові. Всі вони є прямовисним закінченням схилу, складеним кристалічними породами. Скелі-урвища – це великі у десятки метрів уступи на схилі гори у вигляді суцільної стіни тривалого простягання або її трапецієподібних чи прямокутних окремоностей. Ущелиноподібний тип – це скелі із взаємопаралельними схилами. Типи кутових скель мають вигляд наріжних великих каменів на бокових перегибах схилу (табл.).

Описані типи скель різною мірою представлені в скельних комплексах Бескидів. Найбільше розповсюджений клас скелі-останців, а серед його підтипів – скелі-вежі і шпильці, які

трапляються практично в усіх скельних комплексах Бескидів. Значно поширені невисокі скелі-блоки – як у корінному заляганні, так і відірвані від основи, що є наслідком обвалів.

Підтип скель у вигляді стіни знаходимо в Уричі та Ямельниці [1]. Брилові підтипи складних скель представлені в західній частині хребта Ключ, у західній частині урочища Н. Кінець в Ямельниці, а також центральному великому масиву у Бубнищі [3]. Трапляються унікальні типи скель, що нагадують різні предмети – вітрило, птаха чи гриб. Найменше поширений підтип “голка”. У класі скельних відслонень рівнозначно розповсюджені типи урвищ та ущелин, які спостерігаємо у групах скель Соколівець, Пожерниця, Тишівниця, Ключ, в урочищі Бичкова в Ямельниці. Яскравим прикладом типу кутових скель є скеля-печерний монастир у Розгірче.

**Таблиця. Морфологічна класифікація скельних утворень Бескидів Українських Карпат**

Класи	Типи	Підтипи	Назви скель та місцеположення	
1	2	3	4	
Останці	Шпиле-подібні	Вежа	“Великий Камінь”, “Малий Камінь” (Урич); “Шията”, пд.-зх. група, Матьхова, Н. Кінець (Ямельниця); окремі скелі поблизу г. Соколівець і Пожерниця; “Голець”, “Безіменна”, “Шуршун”, “Відьма”, “Мала Австрійка”, “Хрест” (Бубнище)	
		Шпиця	“Окремий Камінь”, “Жолоб”, “Мала Скеля” (Урич); пд.-зх. і урочище Матьхова (Ямельниця); “Одинець”, “Тюльпан”, “Лялька” (Бубнище)	
		Голка	“Гострий Камінь” (Урич); “В.Австрійка” (Бубнище)	
		Гриб	Урочища Бичкова, Н. Кінець (Ямельниця)	
	Пасмо-подібні	Стіна	“Велике Крило”, “Мале Крило” (Урич); урочище Данилова, східна частина урочища Н. Кінець (Ямельниця).	
		Блок	“Мала Скеля” (Урич); пд.-зх. група, окремі скелі в урочищах Данилова, Матьхова, Н. Кінець (Ямельниця); скелі поблизу гір Пожерниця і Соколівець; “Ворота” (Розгірче); г. Ключ; “Колобок” та ін. (Бубнище)	
		Плита	“Жертовник” (Урич); окремі скелі в урочищах Н. Кінець (Ямельниця), хребта Ключ, Бубнища	
	Аркові		Хребет Ключ; дугоподібні елементи на скелях у Бубнищі та Ямельниці	
	Складні	Предметно-визначені		“Сокіл” (Ключ); “Броненосець” (Бубнище)
		Брилові		Західна скеля урочища Н. Кінець (Ямельниця); “Острів Паски” (Ключ); “Основний Масив”, “Кінь” (Бубнище)
Відслонення	Урвища		Пд.-сх. група г. Соколівець; поблизу г. Пожерниця; “Княжі скелі” (Тишівниця)	
	Ущелини		Урочище Бичкова (Ямельниця); хребет Ключ; відрізок р. Кам’янки; пд. Основного масиву (Бубнище)	
	Кутові		Урочища Бичкова, Данилова (Ямельниця); скеля-монастир у Розгірче; хребет Ключ	

**Висновки.** У будь-якій науці класифікація є першим кроком до поглибленого вивчення предмета дослідження. Правильна класифікація дає адекватне уявлення про природу досліджуваних об’єктів, способи і характер їхнього формування.

Подана морфологічна класифікація скель є спробою систематизувати різноманітні скельні утворення Бескидів. Класифікація дає змогу визначити їхню цінність для охорони і збереження як об’єктів геолого-геоморфологічної спадщини, оскільки багато скель належать до природоохоронних об’єднань: Сколівський національний парк (Ключ-Кам’янка), природний ландшафтний заказник (Бубниські скелі) або історико-культурний заповідник (“Тустанський Камінь”). У наукових дослідженнях класифікація дає змогу з’ясувати ступінь руйнації скель екзогенними чинниками і, відповідно, стадію формування скельних утворень.

**Список використаної літератури:**

1. Байрак Г. Ямельницькі скелі як атракції геотуристичних маршрутів Бескидами // Геотуризм: практика і досвід: Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (22–24 жовтня 2020, Львів). Львів: Каменяр, 2020. С. 40–42.

2. Волошин П. Інженерно-геоморфологічна характеристика Урицьких скель // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій: Збірник наук. праць. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2012. С. 172–180.
3. Слуцький С. Бубніські скелі, 1984. Інтернет ресурс. Режим доступу: <http://www.karpaty.com.ua/?chapter=12&item=374>
4. Bayrak G. Morphologic classification of the Beskids rocks in the Ukrainian Carpathians // Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories. 2019. Вип. 1 (9). С. 117–132. <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2019.1.2806>
5. Mazurski, K. Skalne fantazje przyrody. Rocznik Jeleniogorski. 1972. Т. X. S. 65–81.

УДК 551.8:551.311.3

Богуцький А.Б.<sup>1</sup>, Томенюк О.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, м. Львів, Україна

### УКРАЇНСЬКІ УЧЕНІ – КОРИФЕЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛЕСІВ

У цьому році світова наукова громадськість відзначає 200-річчя терміну «лес», який увів у науковий обіг німецький мінералог Карл Цезар фон Леонгард. Для України вивчення лесів має винятково важливе значення, оскільки ними вкрито потужним плащем понад 70 % території України. З лесами пов'язана практично вся господарська діяльність людини, на них сформовані чорноземні ґрунти – одне з найбільших багатств України.

Серед найвидатніших дослідників лесів гордо звучать імена українських учених Павла Тутковського, Володимира Крокоса, Юрія Полянського, Максима Веклича та ін. Згадаємо основні досягнення цих учених у лесовій проблематиці.

Акад. **Павло Аполлонович Тутковський** (1858–1930) – один з найвидатніших українських учених, організаторів і популяризаторів науки (рис. 1). Роки його наукової діяльності припали на кінець XIX–початок XX ст. Він проводив дослідження у галузях геології, мінералогії, геоморфології, гідрогеології, землезнавства, мікропалеонтології. Учений створив низку гіпотез і теорій, що збагатили світову науку. Аналізуючи науковий доробок дослідника, важко усвідомити, що це могла зробити одна людина.



Рис. 1. Павло Тутковський

Постать великого ученого часто згадується тепер, коли науковий світ відзначає 200 років терміну «лес». Академік П. Тутковський є фундатором вивчення четвертинних відкладів України, зокрема їхнього найпоширенішого генетичного типу – лесів. Дослідник створив еолово-льодовикову гіпотезу походження лесів (1899) [5], багато зробив у вивченні озерного лесу, а також викопних пустель Північної півкулі. Дуже влучно суть еолової гіпотези походження лесу П. Тутковського пояснив акад. В. Різниченко: *«За цією теорією, над просторами великого плейстоценового льодовика повинен був утворитися майже постійний барометричний максимум, а наслідком того – велетенський малорухливий антициклон; від осередку його походили невиводні сухі вітри – фени льодовикової доби. Фени ці мали напрям до периферії льодовика; вплив їх поширювався далеко за межі периферії. Коли льодовик відсунувся на північ, коли почали згасати явища льодовикової доби, велика крижана пустеля залишила по собі натомість цілковиту кам'яну, глинясту та піскову пустелю, що стала тоді за арену ще чинних сухих льодовикових фенів; арена ця дедалі поширювалася і являла зону розвіювання, звідки фени розносили пил далеко на південь. Зоні розвіювання відповідала багато ширша зона навіювання і відкладання лесу. Закінчує свою працю П. Тутковський висновком, блискучим і щодо глибини теоретичної синтетичної думки, і щодо художньо-поетичної правди... Розповівши про те, як за часів великого зледеніння крижана пустеля опанувала широкі простори, як вона породила моренову і як із цієї моренової пустелі підо*

впливом еолових чинників постали найродючіші лесові степи, П. Тутковський свою теоретичну будову завершує такими словами: “із хаосу льодів і каміння виникли квітчасті степи й лани, з крижаного царства смерти народилося нове, могутнє життя”» [3].

Внесок академіка Павла Тутковського в українську і світову науку беззаперечний. Як визнання заслуг ученого у 2007 р. Національною академією наук України була заснована Премія НАН України імені Павла Тутковського, яка вручається Відділенням наук про Землю НАН України за видатні наукові роботи в галузі геології, географії, океанології, геоecології, кліматології та метеорології.

Проф. **Володимир Іванович Крокос** (1889–1936) – яскравий представник одеської геологічної школи. В Одесі він розпочав наукові дослідження під керівництвом знаменитого професора Володимира Ласкарева на території Бессарабії й Поділля. Науковець брав активну участь в експедиційних дослідженнях ґрунтів різних регіонів України, приділяючи особливу увагу ґрунтоутворним породам. Він проводив також палеонтологічні розкопки, впровадив метод глибокого шурфування і буріння на різних елементах рельєфу. Водночас з науковими експедиційними роботами В. Крокос викладав у школах Одеси, її університетах, Інституті народної освіти.



Рис. 2. Володимир Крокос

Досліднику вдалося нагромадити великий фактичний матеріал і опублікувати його окремою монографією “Матеріали до характеристики четвертинних покладів східної та південної України” (1927) [1], яку він захистив як докторську дисертацію. Оponentами дисертації В. Крокоса були акад. П. Тутковський, акад. В. Різниченко, проф. Б. Лічков. Після захисту дисертації В. Крокос отримав запрошення від П. Тутковського переїхати до Києва, де він згодом став першим деканом геолого-географічного факультету Київського університету.

Вивчення лесів було наріжним каменем наукової діяльності В. Крокоса. Він вважав, що лесові горизонти формувалися під час зледенінь і дотримувався полігліціалізму, а палеоґрунтові горизонти формувалися у міжльодовикові епохи. І лесовим, і палеоґрунтовим горизонтам учений надавав стратиграфічного значення, присвоюючи окремим горизонтам місцеві назви, при цьому

лесові горизонти він називав за назвами річок (наприклад, бузький, удайський тощо). Стратиграфічна схема лесово-ґрунтової серії України В. Крокоса не втратила свого значення і сьогодні. Вона лежить в основі усіх стратиграфічних побудов.

Підкреслимо, що є усі підстави розглядати проф. В. Крокоса як видатного ґрунтознавця, геолога-четвертинника, стратиграфа й основоположника лесової стратиграфії України.

Ще одним ученим, хто здійснив істотний внесок у вивчення лесів України у 20–30-х роках ХХ ст., є проф. **Юрій Іванович Полянський** (1892–1975). Між двома світовими війнами він працював у Львові, який на той час перебував під польською владою. Серед наукової спадщини українського дослідника можна виділити низку ґрунтових статей і монографій, присвячених вивченню стратиграфії плейстоцену, лесовій та палеолітичній проблематиці, дослідженню питань палеогеографії та палеогеоморфології Волино-Поділля. Беззаперечно, провідне місце серед усіх праць Ю. Полянського посідає монографія “Подільські етюди: тераси, леси і морфологія Галицького Поділля над Дністром”, видана 1929 р. і захищена як дисертація [2]. Багато уваги вчений приділяв польовим дослідженням.

Серед найважливіших здобутків ученого у вивченні лесів, які опирались на новий фактичний матеріал, варто відзначити, що він розвивав теорію еолового походження лесів. Застосувавши нові на той час комплексні методи досліджень, уперше розділив лесовий покрив Волино-Поділля на три окремі різновікові горизонти, які відповідають трьом епохам зледенінь. Виділені горизонти лесів схарактеризував викопними флорою та фауною, зокрема малакофауною, визначення якої проводив самостійно. На підставі знайдених рослинних і тваринних решток спробував зробити кліматичні реконструкції часу акумуляції плейстоценових відкладів. Також дослідник висловив прогресивну ідею залучення покривних лесово-ґрунтових товщ терас до розв’язання проблеми часу їхнього формування і поширення

(для долини Дністра); важливе місце відводив питанням залягання різновікових лесів на терасах (теорія “леси та тераси”).

Ю. Полянський переконливо довів, що горизонти лесів поділені або викопними ґрунтами, або перервами в осадконагромадженні. Надавав важливого стратиграфічного значення горизонтам викопних ґрунтів; зокрема, навіювання лесового матеріалу пов'язував з холодними та сухими льодовиковими періодами, викопні ґрунти – з теплими й вологими міжльодовиковими періодами, що було досить прогресивно на той час. Вчений звернув увагу на хронологічне відношення лесів до епох покривних зледенінь, на підставі чого проводив кореляцію лесових відкладів Волино-Поділля з моренними відкладами Західної Європи та Середнього Придніпров'я.

Під час стратиграфічних досліджень плейстоценових відкладів Середнього Придністер'я Ю. Полянський відкрив низку стоянок палеолітичної людини. Знахідки артефактів учений прив'язував до певних стратиграфічних горизонтів, що давало змогу точніше хронологічно датувати як самі палеолітичні артефакти, так і лесово-ґрунтові товщі.

Вважаємо, що проф. Ю. Полянський займає чільне місце серед корифеїв дослідження лесів як учений-новатор, прихильник комплексного підходу до наукових пошуків.

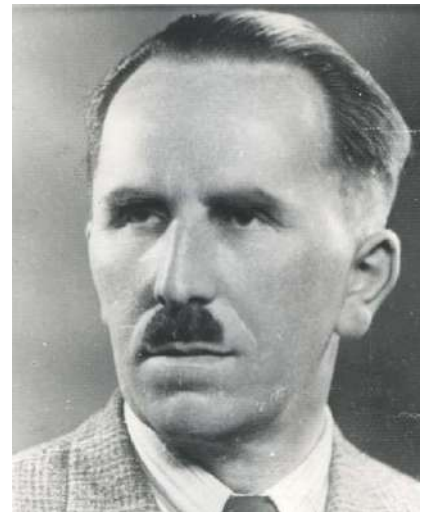


Рис. 3. Юрій Полянський

Професор **Максим Федорович Веклич** (1924–2001) – видатний український учений, Заслужений діяч науки УРСР. Він багато зробив у галузях геології, зокрема четвертинної та геології розсипищ, географії, палеогеографії, стратиграфії, палеогеоморфології, палеоландшафтознавства тощо. Його наукове життя пов'язане з Інститутом геологічних наук та Інститутом географії НАН України. Науковий доробок ученого складає понад 400 наукових праць, з них 35 монографій.



Рис. 4. Максим Веклич

Великі заслуги має М. Веклич у вивченні лесів України. Варто відзначити комплексне вивчення майже 200 опорних розрізів четвертинних відкладів України, створення стратиграфічних схем кайнозою [4], розробку теоретичних основ палеопедології та ін. Головний здобуток наукового життя М. Веклича – створений ним відділ палеогеографії Інституту географії НАН України, який переріс у потужну палеогеографічну школу, що продовжує робити великий внесок у вивчення лесів нашої держави. Науковець підготував 5 докторів та 10 кандидатів наук. Підкреслимо, що під керівництвом ученого створена низка палеогеографічних карт

головних етапів розвитку природи у четвертинному періоді України. Постає проф. М. Веклича заслужено стоїть в одному ряду з корифеями дослідників лесів світу.

#### Список використаної літератури

1. Крокос В. І. Матеріали до характеристики четвертинних покладів східної і південної України // Матеріали дослідження ґрунтів України. Секція ґрунтознавства. Харків, 1927. Т. 9. Вип. 5. С. 1–325.
2. Полянський Ю. П. Подільські етюди: тераси, леси і морфольогія галицького Поділля над Дністром // Зб. Матем.-природ.-лікар. секції НТШ. 1929. Т. 20. 191 с.
3. Різниченко В. І. Академік Павло Тутковський (огляд його наукової діяльності) // Збірник пам'яті академіка Павла Аполоновича Тутковського. Київ, 1931. Т. 1. С. 1–17.
4. Стратиграфічна схема четвертинних відкладів України. Пояснювальна записка / Веклич М. Ф., Сіренко Н. О., Матвіїшина Ж. М. та ін. // Стратиграфічні схеми фанерозою і докембрію України. К., 1993. 40 с. + 4 табл. (рос.).
5. Тутковський П. А. До питання про спосіб утворення лесу // Землезнавство. 1899. Кн. I-II. С. 213–311. (рос.).

УДК: 551.89:551.343

**Бончковський О.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

### ГЕОКРІОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПАЛЕОМЕРЗЛОТНИХ СТРУКТУР ВОЛИНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Палеокріогенні утворення несуть важливу інформацію про давній клімат та геокріологічні умови, розшифрування якої дозволяє не лише відносно оцінити умови їх формування, а й реконструювати кількісні палеокліматичні параметри. Надійними індикаторами багаторічної мерзлоти є тільки псевдоморфози за повторно-жильним льодом, крупномасштабні кріотурбації, плями-медальйони та термокарстові утворення. Інші типи палеокріогенних утворень могли формуватися як в умовах багаторічної мерзлоти, так і глибокого сезонного промерзання.

Палеокріогенні утворення Волинської височини вивчено у понад 10 лесово-ґрунтових розрізах, що дозволило на основі морфогенетичних особливостей палеомерзлотних структур реконструювати геокріологічні умови їхнього формування. Для холодних етапів та фаз визначено такі типи геокріологічних умов: глибоке сезонне промерзання, острівна, спорадична, дискретна і континуальна кріолітоzona. Нижче реконструйовані геокріологічні умови для найбільших похолодань середнього та пізнього плейстоцену Волинської височини (таблиця 1).

Таблиця 1. Геокріологічні умови утворення палеомерзлотних структур Волинської височини

Палеогеографічний етап (за Веклич та ін., 1993; Герасименко, 2004)	Стадія, фаза кріогенезу	Палеокріогенний етап (за Богуцький, 1990)	Киснево-ізоотопна стадія/ підстадія	Геокріологічні умови
Середньо-завадівський	ZV <sub>2</sub>		MIS 10	Глибоке сезонне промерзання ?
Пізньозавадівський	ZV <sub>3b1-b2</sub>		MIS 9b	Глибоке сезонне промерзання
Орільський	or	Бояницький	MIS 8	Дискретна кріолітоzona
Потягайлівський	pt <sub>2</sub>		MIS 7d	Глибоке сезонне промерзання
	pt <sub>3b-c</sub>		MIS 7b	Глибоке сезонне промерзання
Дніпровський		Ярмолинецький	MIS 6	Дискретна кріолітоzona
		Тернопільський		Континуальна кріолітоzona
		Лановецький		Континуальна кріолітоzona
		Збаразький		Дискретна кріолітоzona ?
Тясминський	ts	Торчинський, фаза «А»	MIS 5d	Острівна кріолітоzona / глибоке сезонне промерзання
Прилуцький	pl <sub>2</sub>		MIS 5b	Глибоке сезонне промерзання
Удайський	ud	Торчинський, фаза «Б»	MIS 4	Континуальна кріолітоzona
Витачівський	vt <sub>2</sub>	Басівкутський, фаза «А»	MIS 3	Дискретна кріолітоzona / глибоке сезонне промерзання ?
Бузький	bg	Басівкутський, фаза «Б»	MIS 2	Континуальна кріолітоzona
Дофінівський	df <sub>2</sub>	Рівненський		Континуальна кріолітоzona
	df <sub>3</sub>	Красилівський		Дискретна кріолітоzona
Причорноморський	pc <sub>1</sub>			Континуальна кріолітоzona
	pc <sub>3</sub>			Глибоке сезонне промерзання

У *середньому плейстоцені* умови континуальної кріолітозони реконструювано тільки для другої половини дніпровського часу (MIS 6), що відповідає тернопільському та лановецькому палеокріогенним етапам. У цей час формувалися псевдоморфози за повторно-жильним льодом, а частіше соліфлюкційні текстури та кріотурбації.

Умови дискретної кріолітозони реконструйовано для першої половини (ярмолинецький палеокріогенний етап) та кінця дніпровського часу (збаразький палеокріогенний етап), коли формувалися переважно потужні первинно-ґрунтові жили або структури перехідні до псевдоморфоз за повторно-жильним льодом; повсюдно поширювалися соліфлюкційні текстури. У розрізах центральної частини Волинської височини, у зоні поширення пізньодніпровських еолових пісків, закладалися первинно-піщані жили.

Крім того, дискретне поширення багаторічномерзлих порід вірогідно мало місце в орільський час (бояницький палеокріогенний етап), коли за нашими дослідженнями формувалися первинно-ґрунтові жили та соліфлюкційні текстури. Проте, дані інших науковців (Tomeniuk and Bogucki, 2022) дозволяють припустити існування в цей час дискретної кріолітозони.

Кріогенез в умовах глибокого сезонного промерзання відбувався переважно впродовж похолодань всередині теплих палеогеографічних етапів ( $ZV_{3b1-b2}$ ,  $pt_2$ ,  $pt_{3b-c}$ ) що відповідають холодним підстадіям киснево-ізопотної шкали MIS 9b, MIS7d, MIS7b. У цей час формувалися переважно первинно-ґрунтові жили та, вірогідно, тріщини кріогенного усихання, що свідчить про їх утворення в холодних та посушливих умовах. Геокріологічні умови середньозавадівського палеокріогенного комплексу (MIS 10) на основі обмеженої кількості вивчених розрізів з обережністю можна реконструювати як умови глибокого сезонного промерзання.

У *пізньому плейстоцені* умови континуальної кріолітозони реконструйовано для удайського, бузького, середньодофінівського і ранньопрічорноморського часу. Найбільші (до 6 м в глибину) псевдоморфози за повторно-жильним льодом утворювалися впродовж останнього (красилівського) палеокріогенного етапу, що відображає надзвичайно суворі кліматичні умови. Припускаємо, що деградація льодяних клинів відбулася ще до початку голоцену – упродовж інтерстадіалів белінг-алеред. Це підтверджують педоседименти зі специфічною «зебристою» структурою, які заповнюють псевдоморфози за повторно-жильним льодом.

Умови дискретної кріолітозони реконструйовано для пізньодофінівського часу, коли утворювалися тундроглейові ґрунти із системою кріотурбацій. Тундроглейові ґрунти витачівського та бузького часу також формувалися в умовах багаторічної мерзлоти, однак вірогідно спорадичної.

Для стадіалів тясминського та середньоприлуцького часів реконструйовано умови глибокого сезонного промерзання. Однак, присутність у зниженнях рельєфу крупномасштабних кріотурбацій свідчить про можливе існування у тясминський час окремих осередків багаторічномерзлих порід у зниженнях рельєфу, на схилах північної експозиції або у торфових відкладах.

Остання фаза кріогенезу на досліджуваній території відбулася у пізньому дріасі, коли у заплавах ґрунтах сформувалася система кріотурбацій, яка, проте, не містить індикаторів існування багаторічної мерзлоти.

Отже, найбільша аградація багаторічної мерзлоти на території Волинської височини пов'язана з «холодними» киснево-ізопними стадіями MIS 8, MIS 6, MIS 4, MIS 2. Впродовж стадіальних похолодань (MIS 9b, MIS 7d, MIS 7b, MIS 5d, MIS 5b) кріогенез відбувався в умовах глибокого сезонного промерзання часто континентального типу.



УДК 551.4:338.48

Бортник С.Ю., Ковтонюк О.В., Погорільчук Н.М.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## РОЗВИТОК ГЕОТУРИСТИЧНОГО НАПРЯМКУ НА ГЕОГРАФІЧНОМУ ФАКУЛЬТЕТІ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Пізнавальний туризм є одним з перспективних напрямів туристичної галузі в Світі, який ґрунтується на синтезі задоволення, естетичних, духовних та освітніх і, звісно, рекреаційних потреб людини. Природничу складову пізнавального туризму значною мірою забезпечує геотуризм, що фокусується не лише на об'єктах, процесах та явищах неживої природи, а й крім цього формує усвідомлення значимості рельєфу земної поверхні та його речовинної основи для суспільства, відчуття місця та його природної унікальності.

На кафедрі землезнавства та геоморфології географічного факультету КНУТШ протягом 75 років розвивалися та розвиваються різні наукові школи, зокрема: палеогеографічного та палеогеоморфологічного спрямування, структурно-геоморфологічного та морфоструктурного аналізу, еколого-геоморфологічних досліджень, регіонального геоморфологічного аналізу тощо. Велика кількість фактичного матеріалу та теоретичні напрацювання у цих напрямках, а також усвідомлення необхідності популяризації знань про нашу планету та її регіони стали підґрунтям для розвитку геотуристичного напрямку, зокрема, через підготовку фахівців у окресленій галузі.

З 2018 року на кафедрі розпочалася підготовка з геотуризму в межах освітньо-професійної програми «Природнича географія» (ОП Бакалавр), а з 2022 року – освітньо-наукової програми «Геоморфологія та палеогеографія» (ОП Магістр). Розробка проєктів цих програм та їх змістовного наповнення проводилася з урахуванням досвіду закордонних навчальних закладів, що пропонують освітні послуги у галузі геотуризму. З 2024 року блок спеціалізації «Геоморфологія, геотуризм та природоохоронна справа» включено до складу ОП «Ґрунтознавство, управління земельними ресурсами та територіальне планування».

В рамках згаданих освітніх програм викладачами кафедри було розроблено низку авторських навчальних дисциплін, які забезпечують набуття знань та вмінь у галузі геотуризму, а саме: «Геотуристичні атракції Світу», «Геотуристичні атракції України», «Геотуристичне проєктування», «Камінь в архітектурі та мистецтві», «Організація, правові та економічні основи геотуризму», «Ревіталізація та валоризація природних та природно-антропогенних об'єктів», «Геотуристичні маршрути та стежки Світу», «Геотуризм на природоохоронних територіях», «Освіта та геотуризм».

В цілому, викладачами кафедри розроблялись наукові та освітні питання в галузі геотуризму та отримано результати у таких напрямках:

- **Науково-методологічні засади геотуризму, класифікації геолого-геоморфологічних пам'яток та геосайтів.** Започаткування цього напрямку на кафедрі пов'язане з ім'ям Е. Палієнка, який у своєму підручнику «Пошукова та інженерна геоморфологія» (1979) виклав основи охорони рельєфу, запропонував розглядати геологічні та геоморфологічні пам'ятки як єдине ціле та навіть класифікації цих об'єктів за розмірами, генезисом та призначенням. В подальшому ідею щодо методологічної єдності геолого-геоморфологічних пам'яток як геотуристичних об'єктів розвивали у своїх працях професори кафедри В. Стецюк та С. Бортник, а генетична класифікація стала певним праобразом сучасних класифікацій геологічних пам'яток природи та геосайтів за предметними ознаками, пропонувананих українськими дослідниками. У 1999 році співавтором класифікації геосайтів України, розробленої в рамках проєкту «ProGeo» (1999), виступила Н. Герасименко, нині - професор кафедри.

- **Геоосвіта.** Викладачі кафедри беруть активну участь у конференціях та воркшопах, польових семінарах, присвячених вивченню георізноманіття та розвитку геотуризму на теренах Польщі та України (Кельце, 2015; Вроцлав, 2017; Хенціни, 2019; Львів, 2016 - 2024). Набуті знання та навички реалізовані при розробці структури та змісту освітніх програм, забезпеченні їх геотуристичними компонентами, проєктуванні геотуристичних маршрутів для навчальних польових практик. Багаторічний досвід роботи професора В. Стецюка у галузі дослідження геолого-геоморфологічних пам'яток був підсумований ним у серії навчальних видань, зокрема «Геолого-геоморфологічні пам'ятки України» (у співавторстві) та «Геолого-геоморфологічні пам'ятки природних регіонів України (на прикладі Причорноморської низовини)».

- **Оцінка геотуристичного потенціалу та привабливості геологічних пам'яток України.** Застосуванню та порівняльному аналізу різних методик оцінки об'єктів георізноманіття території України присвячені роботи доцентів кафедри Н. Погорільчук та О. Ковтонюк. Результати розрахунків щодо їх геотуристичної привабливості опубліковані у

фахових виданнях та матеріалах конференцій, зокрема регулярної тематичної конференції «Геотуризм: практика і досвід», а також використовуються у викладанні таких дисциплін як «Геотуристичне проектування», «Ревіталізація та валоризація природних та природно-антропогенних об'єктів» тощо.

• **Аналіз геотуристичного потенціалу геоархеологічних пам'яток, постмайнингових та белігеративних об'єктів, проблеми їх ревіталізації.** Дослідження в рамках науково-дослідної теми «Реконструкція природних умов ареалів проживання людини на території України в доісторичний та історичний час» (науковий керівник професор Н. Герасименко) стали поштовхом до аналізу геоархеологічних пам'яток як об'єктів з потужним геотуристичним потенціалом. Мультидисциплінарний підхід у вивченні геоархеологічних пам'яток забезпечує отримання важливої інформації не лише про компоненти живої природи, але і розуміння впливу на середовище прадавньої людини рельєфу та рельєфотвірних процесів тощо. Досвід викладання прикладних геоморфологічних дисциплін, багаторічні навчальні польові практики у різних регіонах України також дали можливість розглядати деякі белігеративні та гірничо-видобувні об'єкти в якості привабливих геотуристичних дестинацій. Результати цих досліджень представлено у матеріалах тематичних конференцій, фахових виданнях та використовуються при викладанні дисципліни «Геотуристичні атракції України».

• **Проектування нових геотуристичних маршрутів.** Багаторічний досвід роботи у різноманітних наукових проєктах, участь у польових практиках викладачів кафедри створили підґрунтя для розробки авторських маршрутів як навчального, так і туристичного призначення. Зокрема, професор кафедри О. Комлев в результаті співпраці за україно-польськими проєктами щодо вивчення бурштиноносних формацій разом зі співавторами розробив низку концептів щодо українського сегменту геотуристичного транскордонного маршруту «Бурштиновий шлях Європи». Професором Н. Герасименко представлено розробку геотуристичного маршруту геотуристичними пам'ятками четвертинного періоду Правобережжя Київського Придніпров'я. Доцентами О. Ковтонюк та Н. Погорільчук разом зі співавторами запропоновано ряд навчальних геотуристичних маршрутів для професійно-орієнтованої практики. Цінний досвід був отриманий під час проведення першої міжнародної навчальної маршрутної практики професійного спрямування теренами України та Польщі (професор С. Бортник, доценти Т. Лаврук, Н. Погорільчук, О. Підкова та співробітники Ягеллонського університету Я. Шманьда та М. Луць).

• **Використання колекцій мінералів та гірських порід у навчанні та популяризації геотуризму та геоосвіти.** Зібрання мінералів та гірських порід навчально-методичного кабінету загальної геології та геоморфології кафедри землезнавства та геоморфології також є потужною базою для розвитку питань геотуризму, адже робота з різноманітними колекціями сприяє розумінню мінералогічних та петрографічних геосайтів, що також є атрактивними та пізнавальними геотуристичними об'єктами. Результати досліджень колекцій представлено у матеріалах конференцій доцентами кафедри Н. Погорільчук та О. Ковтонюк та використовуються при викладанні дисципліни «Камінь в архітектурі та мистецтві», «Літолого-петрографічна основа рельєфу», «Структурна геоморфологія» тощо.

• **Дослідження георізноманіття Канівських дислокацій як перспективного регіону для створення геопарку.** Багаторічні дослідження рельєфу та рельєфотвірних відкладів території Канівських дислокацій проводилися не одним поколінням викладачів кафедри (Е. Палієнко, Ю. Кошик, В. Тимофєєв, В. Стецюк, С. Бортник, Н. Погорільчук, О. Ковтонюк). Це стало невід'ємною складовою комплексної навчальної практики на базі Канівського природного заповідника упродовж понад 50 років. Унікальність цього складного та цікавого в геологічному та геоморфологічному відношеннях регіону спонукала наукове товариство розглядати його в якості перспективного для проектування та створення геопарку. В останні роки співробітниками кафедри напрацьовані матеріали щодо визначення та опису місць особливого геолого-геоморфологічного інтересу, а також проаналізовані додаткові культурні та природні цінності цієї території та обґрунтовано рекомендації щодо створення геопарку.

• **Дослідження геотуристичного потенціалу Карпатського регіону.**

З часу здобуття Україною Незалежності ще одним місцем проведення навчальної професійно-орієнтованої практики для студентів географічного факультету є університетська база «Ясіня», що знаходиться в урочищі «Апшинець» Ясінянської сільської територіальної громади Рахівського району Закарпатської області. Викладачами кафедри (Е. Палієнком, В. Огородніковим, О. Комлевим, О. Ковтонюк, Т. Лаврук, Є. Цвєлих та ін.) в різні роки проводилися дослідження цікавих з геологічної та геоморфологічної точки зору об'єктів території, які можна вирізнити як геотуристичні атракції. Ними опубліковані численні матеріали у вітчизняних та зарубіжних виданнях, який підкреслюють великий геотуристичний потенціал цього району Українських Карпат. Особлива увага приділялась і приділяється природоохоронному аспекту геотуристичної діяльності, який є особливо важливим для Карпат в цілому.

УДК 911.52, 001.18; 008.2

Герасименко Н.П.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ДОВКІЛЛЯ У ЛІСОСТЕПУ ТА СТЕПУ УКРАЇНИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА МАТЕРІАЛЬНІ КУЛЬТУРИ ЛЮДИНИ ВІД НЕОЛІТУ ДО СЕРЕДНІХ ВІКІВ**

Дослідження ґрунтових світ і пилкових сукцесій у розрізах 35 археологічних пам'яток території лісостепової та степової зони України, досліджених автором, відображає різкі зміни довкілля, зокрема клімату, які суттєво впливали на розвиток давніх суспільств. Неолітичні землеробські культури вперше (після глобальної кліматичної події 8200 BP, кінець VII тис. до н.е.) з'явилися на території південно-західного Степу України, який на той час являв собою лісостеп. Поширення широколистяних лісів на сірих опідзолених ґрунтах і мезофітних (злаково-різнотравних) степів на типових та вилугуваних чорноземах свідчить про значно м'якший та океанічніший від сучасного клімат (Безусько та ін., 2011). На сході Лісостепу та Степу України неолітичні культури із елементами землеробства з'являються дещо пізніше (на початку VI тис. до н.е.). Залісення території тут також було вищим від тепер: схили долин і балок займали широколисті ліси із дубу, липи, в'язу, з ліщиною у підліску, степи були мезофітними. Ця тепла фаза змінилася похолоданням та зростанням посушливості клімату біля 7000 BP (років тому), що відображене зниженням інтенсивності глинного вивітрювання у ґрунтах.

Розвиток землеробства та скотарства досягає найвищих значень у середньому голоцені у час існування трипільської культури, яка також проникає на терени України із заходу, у межі сучасного Дністровсько-Бузького лісостепу (біля 7400 BP), який на той час належав до зони широколистяних лісів. У їхньому складі значну роль відігравали такі високомезофільні породи як граб, липа широколиста та явір, що відображає високе зволоження клімату. Свого zenіту трипільська культура досягає після короткострокового похолодання (біля 6000 BP) на початку IV тис. до н.е. Мезофільні ліси у межах сучасного лісостепу сягають долини Дніпра. Граб, який тепер не зростає у степовій зоні, зустрічався навіть на Задонецькій рівнині, на відстані понад 500 км від східної межі його сучасного ареалу. У вологому кліматі поселення трипільської культури були розташовані переважно на вододілах. Провідною галуззю господарства було м'ясо-молочне тваринництво, землеробство особливого розвитку досягало у межах сучасного лісостепу.

Після 5500 BP значне скорочення площ лісів, зникнення із їхнього складу грабу, просування степової зони на північ і різка зміна процесів лісового педогенезу гумусо-аккумулятивними відображають аридизацію та похолодання клімату. У цей час поселення розташовуються переважно біля річок та балок, у стадах пізньотрипільських племен домінують вівці, кози, частково коні. Кінцевий занепад трипільської культури припадає на закінчення цієї посушливої фази (початок III тис. до н.е.).

Найбільші контрасти у змінах клімату, особливо його зволоження, були у суббореальному періоді, який відповідає бронзовій добі. Після 4900 cal BP, клімат став вологішим і прохолоднішим. Мали місце високі повені, відбувалися поширення мішаних лісів та мезофітних степів на південь (лісостеп на Донеччині), із розвитком лісового ґрунтоутворення (у степовій зоні у балках та на схилах). У складі лісів переважали бореальні дерева (сосна, береза, вільха). Поселення культур ранньої бронзи (переважно ямної) розташовувалися на вододільних рівнинах і біля річок, у складі стада переважала велика рогата худоба, злакові культури вирощували у долинах, розвинулися деревообробні ремесла.

Впродовж 4400-4000 cal BP мала місце найбільша посуха в історії середнього і пізнього голоцену (глобальна кліматична подія 4200 cal BP). На території України у цей час степова зона поширювалася у межі Лісостепу, далеко на північ і північний захід від свого сучасного положення, а сухостепова (полиново-злакова) зона - у межі сучасного північного (мезофітного) степу. Формування сірих опідзолених ґрунтів змінилося чорноземоутворенням, а на місці сучасних південних чорноземів розвивалися каштановоподібні ґрунти (на схилах – навіть лесоподібні прошарки). Типовими у межах зони сучасного степу були густі тріщини усихання (Gerasimenko, 1997). На півдні більшої частини степової зони України існували лише тимчасові поселення скотарів середньої бронзи.

Фаза 4000-3400 cal BP, напроти, відзначалася високим зволоженням, хоча клімат був прохолоднішим, ніж у середньому голоцені (у час існування неолітичних та енеолітичних

культури). Зона лісостепу і підзона північного (мезофітного) степу поширювалися далеко на південь, і широколисті ліси займали навіть долини нижніх течій степових річок (Albert et al., 2020). Проте високомезофільний граб вже не зростав у межах сучасного східного степу. Сухостепова зона не існувала на території України, а усі культури пізньої бронзи відносилися до осілих. У межах сучасного південно-західного та південного степу розвивалася землеробська сабатинівська культура. Так, у безстічній області між рр. Дніпром та Молочною, де зараз землеробство неможливе без іригації, за давніми пласкими балками існувала густа мережа поселень (Гершкович, Герасименко, 2021).

Впродовж наступної фази 3400-2700 cal BP, клімат знову став посушливим, а також і прохолодним. Сухий степ із слабо гумусованими карбонатними ґрунтами займав значну частину сучасного злакового і навіть різнотравно-злакового степу із добре розвиненими чорноземами. Степова зона просувалася у південні межі сучасного Лісостепу. Суттєво скоротилися площі лісів, у складі яких значну роль відігравали бореальні породи. У степовій зоні зустрічалися лише тимчасові поселення скотарів, за виключенням території нижніх течій рр. Дніпра та Південного Бугу, де існувала землеробська білозерська культура фінальної бронзи.

Рання залізна доба почалася із вологої фази 2700-2200 BP (VII-III ст. до н.е.), коли багата трав'яниста рослинність степової зони підтримувала інтенсивне тваринництво скіфів, продуктивне землеробство грецьких колоній Чорного та Азовського морів. Лісова рослинність домінувала у північній частині сучасного Лісостепу та в останній раз займала значні площі у степових долинах та балках. Цей час позначений найбільшим приростом гумусового горизонту у чорноземах. У північній частині сучасної степової зони та у лісостепу рільництво розвивалося скіфами-орачами. Впродовж наступної посушливої і теплої фази 2200-1600 BP (II ст. до н.е. – IV ст. н.е.) степова зона просунулася далеко на північ у межі сучасного Лісостепу, а південні терени України займали сухі степи. Кочові племена сарматів панували у степах та південній частині лісостепової зони. Проте у північній та західній частинах Лісостепу, співвідношення тепла та зволоження було оптимальним для розквіту широколистої флори та розвитку осілого господарства (зростає густина поселень землеробських зарубинецької та черняхівської культур). У Степу черняхівська культура поширювалася лише вздовж Дніпра та на узбережжі Чорного моря. Короткотривалі фази вологішого клімату, позначені деяким поширенням лісостепу та мезофітного степу на південь, мали місце 1600-1400 BP (V-VI ст. н.е.) і 1200-1000 BP (VIII-X ст. н.е.). Впродовж першої із них людність пеньківської культури практикувала рільництво у річкових долинах північного степу; впродовж другої із фаз – поселення салтівської культури існували біля річкових долин у східному степу України. На тлі м'якого клімату 1100-800 BP (IX-XII ст. н.е.) у Лісостепу існувала могутня держава Київської Русі, частина кочових племен північного степу приймали осілий спосіб життя, а на узбережжі Чорного моря процвітали візантійські колонії. Проте через значні простори степової зони послідовно просувалися хвилі кочівників, які набули особливо руйнівної сили після настання посушливого періоду 800 BP (XIII ст. н.е.). Слід зазначити, що для останніх 2000 років реконструкції кліматичної етапності утруднені через антропогенний вплив на давнє довкілля. У доповіді будуть представлені схеми змін положення рослинних та ґрунтових зон і провінцій впродовж середнього і пізнього голоцену.

### Список використаної літератури

Безусько Л.Г., Мосякін С.Л., Безусько А.Г. Закономірності та тенденції розвитку рослинного покриву України у пізньому плейстоцені та голоцені. К.: Альтерпрес, 2011. 448 с.

Гершкович Я.П., Герасименко Н.П. Рільництво у населення степового Дніпровського Лівобережжя у середині II тис. до н.е. *Археологія і давня історія України*. 2021. Вип. 2 (39)с. 318-329.

Albert B., Innes J., Kremetskyi K. et al., 2020. What was the ecological impact of a *Trypillia* megasite occupation? Multi-proxy palaeo-environmental investigations at Nebelivka, Ukraine. *Vegetation History and Archaeobotany*. 2020. #29 P. 15–34.

Gerasimenko N. Environmental and climatic changes between 3 and 5 ka BP in Southeastern Ukraine. *Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1997. P.371-399.

УДК: 550.834+551.791

Главацький Д.В., Бахмутов В.Г., Шпира В.В., Якушно В.І.

*Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ, Україна*

## **МАГНІОСТРАТИГРАФІЯ І ПЕТРОМАГНЕТИЗМ ЛЕСОВО-ҐРУНТОВОГО РОЗРІЗУ ДОЛИНСЬКЕ (ПРИЧОРНОМОРСЬКА НИЗОВИНА)**

Магніостратиграфічні дослідження четвертинних відкладів дозволяють встановлювати надійні хронологічні репери плейстоцену – інверсії геомагнітного поля, що відбулися 2,58 млн рр. тому (межа Гаус–Матуяма) та 773 тис. рр. тому (межа Матуяма–Брюнес). Петромагнітна характеристика лесово-ґрунтових розрізів відображає палеокліматичну ритміку в плейстоцені: теплі і холодні палеогеографічні етапи. В останні роки завдяки закупівлі нового обладнання в Інституті геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України проводяться детальні палеомагнітні дослідження лесово-ґрунтової формації України із переглядом існуючих магніостратиграфічних шкал. Так, границю Матуяма–Брюнес було встановлено у розрізах Роксолани і В'язівок у широкинському кліматоліті, а не у мартононьському, як вважали раніше. Значну увагу приділено вимірам магнітної сприйнятливості і кореляції віддалених розрізів за концентраційно-чутливими петромагнітними параметрами.

За результатами нових палеомагнітних досліджень, проведених на розрізі Долинське (лівобережне низов'я р. Дунай), межу Матуяма–Брюнес визначено на глибині 22,8 м у підшві нижньоширокиньського горизонту ( $sh_{1b_1}$ ), а не в мартононьському горизонті згідно попередніх даних. «Триплет» характерних похованих ґрунтів, який раніше відносили до мартононьського кліматоліту, інтерпретується нами як завадівський кліматоліт. Пробні палеомагнітні дослідження давніших гідроморфних ґрунтів, лесів і педоседиментів від богданівського до крижанівського горизонтів виявились неінформативними через вторинну деструкцію магнітних мінералів – носіїв первинної залишкової намагніченості.

Нові дані добре узгоджуються з аналогічними результатами, отриманими раніше на розрізах Роксолани та В'язівок, де межу Матуяма–Брюнес було визначено на тому ж стратиграфічному рівні – у нижньоширокиньському субкліматоліті. Це підтверджує надійність палеомагнітного методу при побудові кореляційних схем стратиграфічно повних розрізів.

На відміну від континентальних записів плейстоцену в Китаї та Центральній Європі, де межу Матуяма–Брюнес часто визначали у лесовому горизонті (який відповідає етапу похолодання), в українській субаеральній формації межу Матуяма–Брюнес встановлено у ґрунтовому горизонті (який відповідає потеплінню), при цьому в хроні Брюнес виділено вісім, а не сім циклів зледеніння–потепління. Це може засвідчувати стратиграфічну повноту лесово-ґрунтової формації України, яку можна порівняти з еталонними глобальними морськими і континентальними палеокліматичними архівами.

Записи магнітної сприйнятливості та характеристики похованих ґрунтів у розрізі Долинське вказують на перехідний характер розрізу між лесово-ґрунтовими відкладами східної та південно-східної Європи. Наші дані підтверджують, що добре розвинений рубифікований педокомплекс S4 в Україні (нижньозавадівський субкліматоліт) та горизонти S5 в Румунії, Болгарії і Сербії корелюють з теплою MIS 11. Крім того, пропонуємо кореляцію рубифікованого педокомплексу S6 в Румунії та Болгарії, і подвійного педокомплексу V-S7–V-S8 в Сербії з S6 в Україні (мартононьський кліматоліт), добре розвиненим педокомплексом субсередземноморського типу, який відповідає MIS 15. Нижній похований ґрунт нижньоширокиньського субкліматоліту ( $sh_{1b_1}$ ), на нашу думку, доцільно корелювати з педокомплексом V-S9 у Сербії та MIS 19.

Подальші магніостратиграфічні дослідження опорних розрізів із різних регіонів України дозволять провести надійну кореляцію лесово-ґрунтових відкладів льодовикової та позальодовикової зон української субаеральної формації, що у свою чергу послужить основою для вдосконалення модифікованої схеми четвертинних відкладів України.

УДК 551.243:551.432](477.85)

Годзінська І.Л., Чев'юк М.Д.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
м. Чернівці, Україна*

## **ВПЛИВ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ТЕРИТОРІЇ НА СУЧАСНІ РИСИ РЕЛЬЄФУ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ (НА ПРИКЛАДІ ПУТИЛЬСЬКОГО НИЗЬКОГІР'Я)**

Путильське низькогір'я є частиною Ворохтянсько-Путильського давньотерасового низькогір'я та південно-східною частиною Ясинянсько-Черемоської прадолини. Розміщується південніше Шурдинського низькогір'я в межах Буковинських Карпат. Характеризується низькими гірськими хребтами, які мають невиразні, пласкі та округлі вершини й виположені схили. Абсолютні висоти тут коливаються в межах 850-950 м. Найвищі точки досягають висоти до 1100 м. Добре простежується на загальному фоні ланцюг невисоких хребтів – Гребінь, Плоский, Гробище, Семакова, Рижа. Схили ускладнені зсувними, опливними та яружно-балковими формами. Значну площу займають широкі терасові долини річок Путили і Сучави. Тут висоти знижуються до 600 м. Долина річки Путили характеризується добре вираженими терасованими рівнями, на яких розміщуються села [4, 5]

Путильське низькогір'я належить до Кросненської структурно-фаціальної зони Карпатської складчастої гірської споруди. Простягається витягнутою неширокою смугою, що має загальний карпатський напрямок. Ця ділянка складена потужними шарами сцементованих осадових уламкових порід - пісковиками та аргілітами олігоценного віку. Саме поширення тут нестійких до процесів денудації гірських порід зумовило формуванню низькогірного (600 - 700 м) рельєфу.

Широкі синклінали та вузькі гребенеподібні антиклінали переважають в тектонічній будові Кросненської зони. Також тут спостерігаються насуви, які не утворюють стислих лусок. Середня ширина лусок становить 1-3 км. Головні антиклінали і синклінали Центральної карпатської зони ускладнені дрібною складчастістю. Для фронтальної частини скиб та лусок характерна складчастість вищих порядків, яка має нахил порід на крилах 70-80°. Путильське низькогір'я відповідає одній із найбільш занурених частин [1, 2].

У басейні р. Путили та її притоків у нижній частині верхньокросненських відкладів, простежується пачка темно сірих та чорних у вивіреному стані менілітоподібних аргілітів загальною потужністю 5-10 м. Дані аргіліти сильно опідзолені. Ця менілітоподібна пачка аргілітів є умовною границею верхньокросненської підсвіти.

У літологічному складі переважають відклади плейстоцену та голоцену четвертинного періоду. У Буковинських Карпатах характеризуються майже суцільним поширенням. Загальна потужність четвертинних відкладів змінюється від 1-2 у верхніх частинах схилів до 8 м у підніжжях.

Плейстоценовий відділ представлений деснянським ступенем верхньої ланки неоплейстоценового розділу. Голоценовий відділ репрезентований голоценовим ступенем.

Плейстоценовий відділ включає:

- елювіально-делювіальні відклади (поширені в горах, де покривають виположені вододільні ділянки); представлені піщаними суглинками, піском, щебнем із брилами. Потужність даних відкладів коливається в межах від 0,5 до 3,5 м;

- делювіально-колювіальні відклади (поширені на крутих схилових ділянках); репрезентовані суглинком, супіском, насиченим щебнем та брилами. Потужність даних відкладів змінюється у верхній частині та біля підніжжя і становить 0,2-0,5 м та 6,5 м відповідно;

- делювіально-зсувні відклади представлені зсувами-блоками, які зміщені без порушення суцільності шарів. У нижній частині деплясивного зсуву дістали розвиток вали, які складені обводненими ґрунтами, змішаними із глинисто-щебенним делювіальним матеріалом. Невеликі зсувні тіла-спливи утворені глинистими ґрунтами, насиченими піском та щебнем. Потужність даних відкладів коливається від 5 до 30 м.

Голоценовий відділ презентований алювіальними відкладами, які заповнюють заплаву водотоків. В основному ці частини долини складені галечником із валунами, різнозернистим піском та супіском. Потужність алювію досягає 2 м [1].

У геоморфологічному відношенні територія Путильського низькогір'я розташована в межах Зовнішньокарпатської морфоструктури, а саме відповідає Путильському району низьких гір. Загалом, Путильське низькогір'я відноситься до району денудаційно-аккумулятивного рельєфу з поширенням структурно-денудаційних уступів. На даній території прослідковується прояв різних геоморфологічних процесів, серед яких варто виокремити:

- осипи (крутосхилі поверхні),
- зсуви (стабілізовані, розвиваються на правому та лівому березі річки Путили),
- площинна та лінійна ерозія (по усій території).

В результаті даних процесів утворюються конуси виносу та шлейфи. Здебільшого вони приурочені до правого та лівого бортів р. Путили та верхів'я її приток. Зокрема правого борту та верхів'я р. Сторонець (ліва притока р. Путили). По лівому борту р. Путили прослідковуються останці XVI тераси та денудаційні останці на вододільній поверхні між р. Черепанка та р. Путили [1].

Загальне зниження рельєфу даної області пов'язане з наявністю крупного синклінорія та з поширенням менш стійких проти ерозії порід палеогенового флішу (менілітова і кросненська світи) [3]. Основні риси рельєфу Путильського низькогір'я були закладені у пліоценовий час.

### Список використаної літератури

1. Ващенко В. О., Євтушко Т. Л., Британ А. Й. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М-35-XXXII (Чернівці), L-35-II (Кимпулунг-Молдовенеск). Карпатська серія. Чернівецька, Івано-Франківська, Тернопільська області України. Київ : Міністерство екології та природних ресурсів України, Державна геологічна служба, Національна акціонерна компанія «Надра України», Дочірнє підприємство «Західукргеологія», 2003. 89 с.

2. Географічна енциклопедія України: у 3 т. / за ред. О. М. Маринича. Київ: «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1993. Т. 3 : П-Я. 480 с.

3. Костенюк, Л., Заблотовська, Н. (2022). Особливості руслових процесів на гірських річках в межах Ворохто-Путильського низькогір'я (басейн Черемошу): *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: географія, 52(1), 2022. С. 51-59.

4. Природа Чернівецької області / за ред. К. Геренчука. Львів: Вища школа, 1978. 160 с.

5. Холявчук Д., Поп'юк Я., Костюк У., Годзінська І. Буковинські Карпати: Рельєф і клімат: Путівник. *Рельєф і клімат* : Матеріали II Міжнародної конференції, м. Чернівці, 26–28 вересня 2018. Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. С 111–134.

УДК 551.4.01

Горішний П. М.

*Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна*

### МОРФОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ПОДІЛЬНОСТІ РЕЛЬЄФУ

**Подільність і неподільність рельєфу.** Подільність рельєфу – це можливість виокремити складові частини рельєфу. Неподільність – неможливість поділити рельєф за основними визначеними критеріями (наприклад, за лініями випуклого та увігнутого перегину, які поділяють рельєф на різнонахилені поверхні). Подільність і неподільність рельєфу відповідає дискретному і континуальному підходам у дослідженні рельєфу, запропоновані І. Черваньовим (1987, 1990). Більша частина геоморфологічних завдань виконується в межах дискретного підходу, менша – континуального.

Існує *природна і штучна подільність рельєфу*. Штучно рельєф можна поділити на окремі однакові геометричні частини (квадрати, шестикутники, трикутники тощо). Природна подільність базується на морфологічній структурі рельєфу. Рельєф земної поверхні з метою його аналізу поділяють на складові частини різної розмірності на основі його природної подільності (переважно на елементи рельєфу). У більшості випадків це зводиться до виділення ліній випуклих і увігнутих перегинів, які поділяють рельєф по вертикалі.

Процедури поділу рельєфу входять до системи організації складових частин рельєфу (за О. Ласточкіним, 1991), яка передбачає вирішення таких взаємопов'язаних проблем:

1. Відбір основних параметрів рельєфу. Визначення морфологічних характеристик, необхідних і достатніх для вираження і фіксації морфологічних особливостей елементів рельєфу.
2. Дискретизація – виявлення природної подільності земної поверхні.
3. Елементаризація – пошуки і визначення критеріїв подільності і неподільності земної поверхні. Виявлення кінцевої множини елементів, дотримання принципів елементарності.
4. Формалізація – чітке визначення елементів згідно із сформульованими критеріями.
5. Систематика елементів.
6. Розроблення принципів і критеріїв синтезу даних про морфологію рельєфу – виділення, визначення і систематика частин рельєфу, створених з елементів або геоморфосистем.

**Критерії подільності елементів рельєфу. Точкові і лінійні елементи** поділяють за їхнім розташуванням у профілі та плані (лінійні елементи – тільки у профілі). Точкові елементи вирізняють за розташуванням у профілі: вершинні, днищеві, випуклих перегинів (брівки), увігнутих перегинів (підніжжя). Вершинні та днищеві точки бувають двох видів: а) розташовані, відповідно, на гребенях і тальвегах; б) розташовані поза цими чи якимись іншими лініями (Горішний, 2022). За розташуванням у плані розрізняють такі точки: 1) кінцеві; 2) поворотні; 3) злиття, гирлові, розвилочні (близькі за змістом); 4) перетину. Одна точка може бути схарактеризована у частині випадків одночасно у профілі і плані. О. Ласточкін (1991) пропонує поділ точкових елементів на основі перетину різних типів ліній. Наприклад, сідловинна точка розташована на перетині гребеня і тальвега.

Виділяють загалом сім типів лінійних елементів рельєфу: 1) гребені; 2) тальвеги; 3) випуклі перегини (брівки); 4) увігнуті перегини (підніжжя); 5) максимальних ухилів; 6) мінімальних ухилів; 7) морфоізографи. Перші шість ліній поділяють рельєф по вертикалі, остання – у плані.

**Площинні (поверхневі) елементи** поділяють за такими головними критеріями: 1) відносна крутість (нахиленість); 2) вертикальна кривизна; 3) горизонтальна кривизна; 4) відносне гіпсометричне положення (розміщення по вертикалі).

За відносною крутістю (нахиленістю) виділяють: а) субгоризонтальні елементи і б) нахилені елементи (схили). Субгоризонтальні площинні елементи – це вершинні поверхні межиріч, поверхні сходинок (схиліві сходинок), днища долин і улоговин. Нахилені елементи за цим критерієм поділяють на порівняно круті і порівняно пологі.

Критерії *вертикальна і горизонтальна кривизна* визначають поділ на випуклі, увігнуті і прямі схили у профілі і плані. Одним з перших схили різної форми у профілі і плані (лише випуклі та увігнуті) виділив на картах А. Аанда (1948), які він називав картами відрогів і терас. Ю. Єфремов (1949) вперше визначив і зобразив графічно 9 основних схилівих поверхонь за їхньою формою у профілі і плані, Г. Ріхтер (1962) позначив їх на гіпсометричній карті.

За відносним гіпсометричним положенням виділяють: 1) верхні, 2) схиліві (проміжні) і 3) нижні елементи. Крім того виокремлюють привершинні, вздовжгребеневі, придолінні, вздовжтальвегові елементи рельєфу.

**Критерії подільності форм рельєфу** такі: 1) знак (додатні або від'ємні); 2) складність; 3) поперечний профіль; 4) планові обриси; 5) замкнутість (Горішний, 2022).

*Знак* означає додатний або від'ємний об'єм форм рельєфу. Це головний критерій виокремлення форм.

*Прості форми* рельєфу складаються з одного площинного елемента. Додатні форми складаються з випуклих у плані схилівих елементів, від'ємні – з увігнутих. *Складні форми* рельєфу складаються з двох і більше площинних елементів (Горішний, 2022). *Складені форми* містять декілька різнорангових форм. О. Спірідонов (1970) розглядав такі форми рельєфу і дав приклади їхнього графічного зображення. Будь-яку форму рельєфу можна описати за допомогою суми більш простих форм. Різнопорядкові форми існують у взаємовкладеному вигляді, тобто кожна форма є частиною іншої, більшої за розмірами форми (Табидзе, 1985). З іншої сторони, ця ж форма сама містить форми нижчого таксономічного рангу. Ця особливість властива формам всіх таксономічних рангів, від найбільших до дрібних і найдрібніших.



За *плановими обрисами* форми рельєфу поділяють на ізометричні і витягнуті, які відрізняються коефіцієнтом форми. Також вони характеризуються більшою чи меншою звивистістю контурів.

*Поперечний профіль*. Прості форми за поперечним профілем поділяють на прямі, увігнуті та випуклі, а також на гостро-(вершинні, днищеві) і округло-(вершинні, днищеві). Складні форми за цим критерієм класифікують на такі основні типи: гостро-, округло- і плосковершинні та гостро-, округло- і плоскоднищеві.

*Замкнутість*. Форми рельєфу бувають замкнутими і незамкнутими. За М. Живаго і В. Піотровським (1971) замкнута форма рельєфу – це форма, обмежена з усіх сторін схилами або лініями (підшови, бровок, вододільною). Незамкнутою формою рельєфу вважають форму, в якій немає схилів з однієї чи навіть з двох боків. Однорангові замкнуті форми не з'єднуються між собою, а незамкнуті – з'єднуються (від'ємні з від'ємними, додатні з додатними). З'єднання форм відбувається по нахиленим або вертикальним площинам.

**Критерії виділення угруповань форм і типів рельєфу**. Складні сукупності елементів і форм рельєфу (угруповання форм рельєфу, морфологічні комплекси, типи рельєфу) виділяють переважно за морфографічними ознаками, які виражаються у рисунку горизонталей. Важливою складовою цієї проблеми є виявлення головних (визначальних) форм, а також співвідношення цих форм (додатних і від'ємних) у морфологічному комплексі (Гнатюк, 2012).

У зв'язку з тим, що лише морфографічних ознак при цьому буває недостатньо, то для кожного угруповання (морфологічного комплексу) знаходять ще характерні (середні, найбільші, найменші) кількісні показники, які також входять у його визначення. Найчастіше такими показниками є абсолютна висота, відносна висота, інтенсивність горизонтального розчленування і кут нахилу земної поверхні.

При картографуванні морфологічних комплексів мезорельєфу вирішуються завдання: виділення ділянок земної поверхні з морфологічно подібним рельєфом; віднесення виділених ділянок рельєфу до морфологічних комплексів певного типу, їх ототожнення

Оскільки морфологічні комплекси (чи типи рельєфу) виділяють емпіричним шляхом, то необхідно для кожного регіону розробити класифікацію таких комплексів, в якій були б зазначені критерії виділення усіх таксономічних одиниць і представлені їх основні типи. Важливо, щоб дана класифікація була упорядкована якомога повніше, а самі типи морфологічних комплексів мали розпізнавальні ознаки з однозначним ототожненням й виділенням.

УДК 910.3:551.4:556.5

Дубіс Л.Ф., Рибак Н.Б.

*Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ МОРФОДИНАМІКИ ВУЗЛІВ ЗЛИТТЯ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІСТРА У МЕЖАХ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИДІВ І ПЕРЕДКАРПАТСЬКОЇ ВИСОЧИНИ**

Вузли злиття річок є ключовими елементами у структурній організації та функціонуванні річкових систем. Вони є базисом ерозії для річки меншого порядку. Особливості їхньої морфодинаміки визначаються взаємодією водних потоків двох річок, зміною їхньої транспортуючої здатності залежно від різних локальних природних умов. Узли злиття можуть мати значний вплив на розвиток горизонтальних і вертикальних руслових деформацій, транспорт і акумуляцію алювіальних відкладів вниз та вгору за течією від місця злиття річок, формування повеней.

Питання морфології та морфодинаміки вузлів злиття річок добре висвітлено у низці закордонних публікацій, у тім числі розкрито особливості їхньої морфології, механізми седиментації відкладів, структуру та взаємодію водних потоків у межах вузлів злиття під час паводків [1–4]. Проте в Україні ці питання є маловивченими.

Дослідженнями охоплено вузли злиття річок басейну Дністра у межах Сколівських Бескидів (Українські Карпати) та Передкарпатської височини. Відповідно до обраних критеріїв

(величини басейну, особливостей гідрологічного режиму, геолого-геоморфологічних умов) виокремлено 10 вузлів злиття річок, утворених правобережними притоками Дністра. Чотири з них мають площу басейну понад 1 400 м<sup>2</sup> та безпосередньо впадають у Дністер (Стрий, Свіча, Лімниця та Бистриця). Шість інших вузлів злиття утворені злиттям малих річок, площею водозбору меншою 2 000 м<sup>2</sup> або довжина яких не перевищує 100 км (Опір–Стрий, Сукіль–Свіча, Мізунка–Свіча, Лужанка–Свіча, Чечва–Лімниця, Бистриця Надвірнянська–Бистриця Солотвинська).

Дослідження передусім ґрунтувалися на аналізі супутникових знімків Landsat 5–8 та Sentinel 1–2 та ресурсу Google Earth Pro за період 2006–2022 рр. із використанням програмного середовища QGIS. Опрацьовано 80 супутникових знімків, у тім числі 8 знімків для кожного із виокремлених вузлів злиття. Для чіткішого відображення контурів русла та акумулятивних форм використано супутникові знімки різних спектральних діапазонів, зроблених під час найнижчих рівнів води у річках. Аналізовані супутникові знімки охоплюють період проходження максимальних паводків у 2008 та 2010 рр., що є важливим для морфодинаміки вузлів злиття.

За особливостями морфодинаміки виокремлено три групи вузлів злиття: стабільні, де за досліджуваний період не зафіксовано жодних зміщень; із незначними зміщеннями (від 10 м до 57 м); значними зміщеннями (від 160 м до 350 м). До стабільних зачислено вузли злиття річок Орява–Опір, Мізунка–Свіча, Лімниця–Дністер, Бистриця–Дністер. Перші два вузли локалізовані у Скибових Карпатах, де долини річок є вузькими, русла річок врізані у корінні породи. Вузли злиття Лімниця–Дністер і Бистриця–Дністер локалізовані у межах Передкарпатської височини та відзначаються зміною конфігурації акумулятивних форм (у гирлі притоки формується дельта виповнення, а у руслі Дністра – дельта висунення). До другої групи відносимо вузли злиття Стрий–Дністер, Опір–Стрий, Сукіль–Свіча. Зміщення місця впадіння у вузлах злиття Стрий–Дністер та Опір–Стрий відбувається внаслідок горизонтальних руслових деформацій притоки, натомість русло головної ріки є стабільним, а у вузлі злиття Сукіль–Свіча зміщуються русло головної ріки – Свічі [5]. До третьої групи зачислено вузли злиття Свіча–Дністер, Лужанка–Свіча, Чечва–Лімниця, Бистриця Надвірнянська–Бистриця Солотвинська. Зміщення вузлів злиття Свіча–Дністер та Чечва–Лімниця зумовлене горизонтальними русловими деформаціями приток, а вузлів Лужанка–Свіча та Бистриця Надвірнянська–Бистриця Солотвинська міграцією акумулятивних форм у їхніх руслах.

### Список використаної літератури

1. Ali H.L., Yusuf B., Mohammed T.A., Shimizu Y., Ab Razak M.S., Rehan B.M. Improving the hydro-morpho dynamics of a river confluence by using vanes. *Resources*, 2019. 8(1):9. <https://doi.org/10.3390/resources8010009>
2. Best J.L., Rhoads B. Sediment transport, bed morphology and the sedimentology of river channel confluences. In: Rice S.P., Roy A.G., Rhoads B. (eds) *River confluences, tributaries and the fluvial network*. John Wiley and Sons, Chichester, 2008. P. 45–72. DOI: 10.1002/9780470760383.ch4
3. Biron P., Roy A.G., Best J.L., Boyer C.J. Bed morphology and sedimentology at the confluence of unequal depth channels. *Geomorphology*. 1993. 8(2). P. 115–129. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(93\)90032-W](https://doi.org/10.1016/0169-555X(93)90032-W)
4. Parsons D.R., Best J.L., Lane S.N., Kostaschuk R.A., Hardy R.J., Orfeo O., Szupiany R.N. Large river channel confluences. *River confluences, tributaries and the fluvial network*. John Wiley and Sons, Chichester, 2008. P. 73–91.
5. Rybak N., Dubis L., Bubniak A., Bubniak I. Morphodynamics of the confluence of the Svicha and Sukil rivers. *Presented at the International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2021»*, EAGE Publications BV, 2021. P. 1–5.

УДК 523.4+551.4  
Кирилюк С.М.

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
м. Чернівці, Україна*

### РЕЛЬЄФ РЕГІОНУ *PLANUM AUSTRALE*, МАРС

Регіон *Planum Australe* охоплює південний полюс Марса (рис. 1). Його площа має поперечники близько 1600 км на 1200 км. Головна особливість цього регіону – наявність полярних шаруватих товщ відмін різного походження з різкими межами між шаруватими відкладами та кратерами (відміною називаємо сусідні або взагалі взаємодоповнюючі варіації об'єктів рельєфу, які можуть бути відзначені, зафіксовані, інтерпретовані за вихідними орбітальними і похідними інтерпретаційними даними цих складових природи планети). В межах регіону розташоване ще одне утворення – Південний каньйон (*Chasma Australe*), яке є подібним до екваторіальних долин-каньйонів. Плато характеризується переважно рівнинним рельєфом з шаруватими відкладами. В південній частині регіону поширені відміни *Chasma Australe*. Їхній рельєф характеризується слабо хвилястою поверхнею з поодинокими невисокими пагорбами, які складені шаруватими гірськими породами. Ці відміни, здебільшого, дотичні до залишкової полярної шапки. Загалом їх потужність сильно варіюється і за детальними знімками товщину шаруватих відкладів можна оцінити від одиниць до кількох десятків метрів. Достеменно встановлено, що значна кількість відмін вкрита залишковими полярними льодами, які сягають потужності від 1 до 2 км. Крижані поверхні, як правило, являють собою порівняно плоскі ділянки з периферійними уступами, нахил яких коливається від 1° до 5°. Інколи, системи уступів утворюють жолоби. Також на периферії крижаних пластів формуються специфічні відміни у вигляді прогалін. Це явище викликане таненням криги під час весняно-літнього сезону. Відповідно, найтонші шари на периферії крижаних пластів зникають, повністю відкриваючи денну поверхню.

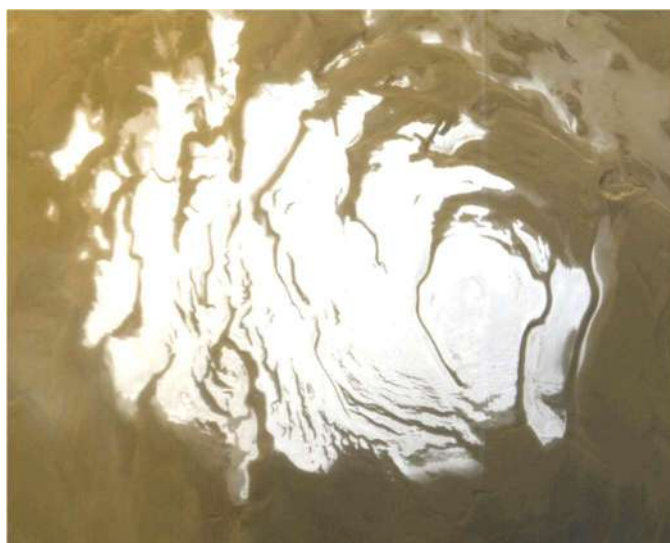


Рис. 1. *Planum Australe* (NASA/JPL-Caltech/Malin Space Science Systems)

Ще одними характерними відмінами в межах південного полюсу Марса є так звані «марсіанські павуки». Їх формування пов'язане із CO<sub>2</sub>. Опинившись в пустотах криги під поверхнею, CO<sub>2</sub> може з плином часу просочуватися назовні. Цей процес активізується коли настає весняно-літній сезон і крига починає танути. Газ створює тиск, і врешті-решт проривається назовні, підіймаючи при цьому пісок і пил у повітря та поступово «розмиваючи» ґрунт. Це унікальні для Марса утворення, які формуються завдяки «газовій ерозії».

Пісок і пил поступово осідає на поверхню і відкладається на ній у вигляді темних смуг або каналів. Ці канали мають розмір від кількох десятків до сотень метрів в поперечнику і часто сходяться в центральній частині утворень. Якщо спостерігати їх зверху – вони схожі на павуків. Увесь процес формування такого «павука» займає близько тисячі марсіанських років (1 900 земних років).

Найдавнішими гірськими породами та складеними ними відмінами в регіоні є місцевості, сформовані в гесперійський період і які є основою *Chasma Australe*. Загалом ці гірські породи відрізняються від згаданих вище шаруватих порід та відмін присутністю численних дрібних і молодих ударних кратерів, місцевостями гірського типу та звивистими лавовими гребенями, що вказує на їхнє вулканічне походження. Достатньо різка межа між покривними елементами рельєфу, що розташовуються вище, та нижчими шаруватими відкладами, що відслонюються в межах уступів, свідчать, що шаруваті відміни залягають вище вулканічних поверхонь, а їхнє розташування в бортах *Chasma Australe* передбачає, що долина формувалася внаслідок комплексної денудації шаруватих відкладів.

Поширеними відмінами в регіоні є осередки пилових накопичень. Більшість із них має яскраво-червоне забарвлення і нерівномірно поширені в межах південного полюсу планети. За попередньою оцінкою товщина пилових накопичень не перевищує кількох метрів. Загалом, ці відміни достатньо мобільні та зазнають значних змін і перерозподілу по периферії південної полярної шапки, особливо під час потужних пилових бур. Більшість піщаних та пилових накопичень в регіоні генетично пов'язані з продуктами руйнування шаруватих відмін. Подекуди піщані осередки залягають у вигляді пористих базальтових гранул (оцінюємо через специфічність кольору та особливостей залягання і їхнього приурочення до очевидних лінз вулканічних інтрузій, включених у шаруваті відміни). Також тут спостерігаються залягання невеликих за розмірами сіруватих піщаних відмін з ниткоподібним виглядом. Ймовірно, що значна частина матеріалу цих відмін складається із залишків гірських порід і здебільшого сформована з магнітних залізистих пилинок. Поверхневі відклади вулканічних рівнин в межах *Planum Australe* піддатливі до інтенсивної ерозії, що в свій час призвело до формування великої долини *Chasma Australe*.

Форми ударних кратерів на вулканічних рівнинах вирізняються звивистими валами, які сягають близько 1 км в ширину та 20 км завдовжки. Не варто виключати можливості вулканічного походження значної їхньої частини з подальшою льодовиковою обробкою. Також тут чітко виокремлюються відміни вулканічного походження, вік яких можна оцінити як час між гесперійським та нойським періодами. Ці відміни складені грубо-уламковим матеріалом, який локально виходить на поверхню. Фундамент цих порід лежить в основі інших сусідніх відмін. Загалом, більша їх частина вкрита товщею шаруватих відкладів або їх деградованих аналогів на поверхні крижаних пластів.

В центральній частині *Planum Australe* в межах крижаних пластів спостерігаються смуги пилових відкладів з паралельним простягання по відношенню один до одного і які часто тягнуться на десятки кілометрів. Багаторічні залишкові водяні крижані пласти вкриті кригою CO<sub>2</sub>, яка в залежності від сезону може збільшуватися в об'ємі або зменшуватися. Під час літнього сезону, коли кількість криги CO<sub>2</sub> зменшується, на поверхні формуються водно-крижані відміни з високим рівнем альbedo, які через розчленованість місцевості, що вкрита кригою H<sub>2</sub>O, призводять до розривів у крижаній поверхні. Через те, що поверхні, позбавлені криги, отримують більшу кількість сонячної радіації, такі ділянки значно збільшуються протягом літа. Відкриті літні ділянки, що прилягають до залишкової крижаної шапки та її сезонних відрогів, часто простягаються на північ далеко за межі основного крижаного щита, а взимку знову вкриваються шаром криги. В їх межах чергуються дві поверхні – з високим альbedo (крижані поверхні), з низьким – крижані поверхні, перекриті пилом. Відміни регіону *Planum Australe* мають одну із найвищих динамік зміни альbedo протягом марсіанського року.

UDK 355.1:504(477)

Iryna KOVALCHUK

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

## **ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MILITARY ACTIONS BY THE AGGRESSOR ON THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF UKRAINE**

The full-scale Russian invasion has caused enormous damage not only to Ukraine's economic and cultural sectors but also to the corresponding areas of the natural environment. According to the State Environmental Inspectorate, as of June 17, 2024, preliminary estimates of the damages amounted to UAH 2.478 trillion. Considering the damages in terms of their impact on the

environment, it is noteworthy that air pollution has resulted in damages of UAH 1.17 trillion, land resource pollution has caused damages of UAH 1.12 trillion, and water resource pollution has led to damages of UAH 83.94 billion (Table 1) [3].

**Table 1. Amount of Damages by Environmental Impact Area**

Types of Damages	Amount of Damages
Air Pollution Due To	
forest fires and other vegetation damages	1,02 trillion UAH
crude oil fires	138,13 trillion UAH
emissions of pollutants into the air	6,46 trillion UAH
destruction of objects	6,04 trillion UAH
Land Resource Pollution Due To	
land contamination	1,11 trillion UAH
soil contamination	16,51 trillion UAH
Water Resource Pollution Due To	
pollution of water bodies	40,69 trillion UAH
unauthorized extraction and/or use of water	26,43 trillion UAH
pollution of water bodies	8,79 trillion UAH
pollution of marine waters	8,03 trillion UAH

*Data source: State Environmental Inspectorate of Ukraine [1].*

Soil contamination by fuels, lubricants, and other types of products, occurs due to the movement and damage of ground military equipment. Soils that contain fuels and lubricants are characterized by reduced water permeability and disrupted biochemical and microbiological processes. The result was the deterioration of water and air regimes, nutrient cycling, root nutrition of plants, and the inhibition of their growth and development, leading to their complete death.

Russian troops, by attacking port infrastructure along the coasts of the Black and Azov Seas and ships at anchorages, caused pollution of the waters and the spread of toxic substances into the sea. Petroleum products negatively impact marine biocenoses by forming a film on the water surface, which disrupts the exchange of energy, heat, moisture, and gases between marine waters and the atmospheric air. Additionally, petroleum products have a direct negative impact on the physicochemical and hydrological conditions, leading to the death of fish, marine birds, and microorganisms. It is worth noting that the most devastating impacts on Ukraine's environment have been:

1. On March 13, 2022, the destruction of the Oskil Reservoir dam, whose water was used for drinking, irrigation and industrial purposes in the Donbas region, as well as for hydroelectric power and fisheries. As a result of the dam being hit by a projectile, 76% of the water volume was discharged, destroying the reservoir ecosystem and the loss of valuable fish species and other resources [1].

2. The detonation of the Kakhovka Hydroelectric Power Station dam by occupying Russian troops on June 6, 2023, caused flooding on the left bank of the Dnipro River in Kherson Oblast. This led to the loss of the ability to irrigate agricultural lands in Kherson. As of June 8, 2023, the water level in the Kakhovka Reservoir was 12.5 meters, below the so-called "dead" point (12.70 meters), preventing water intake for communities (Apostolivska, Zelenodolska, Hrushivska, Vakulivska, Pershotravnevska, Marhanetska, Myrivska, and Tokmakivska territorial communities in Dnipropetrovsk region) and for Zaporizhzhia Nuclear Power Plant needs [1].

3. Destruction of nature reserves – Kinburn Spit was burned, the entire preserved area of the Dzharylgach National Nature Park (1588 hectares) was destroyed [2], Oleshky Sands were blocked, and biotic components of reserve objects were burned (natural reserve "Cretaceous Flora", Lyman district of Donetsk region, «Holy Mountains» National Nature Park located in Sloviansk, Lyman, and Bakhmut districts of Donetsk region, a branch of Luhansk Natural Reserve "Tryokhizbensky Step", National Nature Park "Metetida" located in Novoazovsk, Mangush, and Nikolsk districts of Donetsk region).

4. Destruction of sewage treatment facilities in Mariupol, Berdiansk, and other small towns in the Azov Sea basin led to a sanitary disaster due to the lack of clean water for household and drinking purposes among the local population, increasing the risk of acute intestinal infections. It should be

noted that wastewater also pollutes the Sea of Azov because instead of entering the sewerage system, it immediately flows into rivers, mixes with groundwater, and eventually reaches the sea.

5. Heavy mining of territories and destruction of soils during shelling and bombing. About 30% of Ukraine's territory is mined (approximately 174,000 square kilometers) [2], significantly reducing biodiversity and destroying the most fertile chernozems in the southern and eastern parts of the country. It is also important to remember the areas covered in craters after artillery shelling, which may become unsuitable for agricultural use due to the high concentration of chemicals contained in explosives. These chemicals can remain in the soil for a long time and seep into groundwater.

6. From fires in forested areas, cities, and oil depots, which Russian troops actively shelled almost daily since the beginning of the full-scale invasion, 49,281,151 tons of harmful emissions have entered the atmosphere. Also, 69,655 hectares of forests and other plantings were burned [3]. This particularly affects Donetsk, Luhansk, Zaporizhzhia, and Kharkiv regions, where thousands of artificial and natural forest plantings have been burned. This situation will make these territories, which are already water-deficient even more vulnerable to climate change.

7. Destruction of cities – Since the beginning of the full-scale invasion, the highest number of completely (no less than 80-90% of the buildings and infrastructure) destroyed cities has been recorded in the Donbas region. A vivid example is Mariupol, where over 95% of all buildings, including civilian ones, have been destroyed, and Bakhmut, where 80% of the city has been destroyed and there are no utilities (no gas, water, or electricity). Also, in the Donetsk region, Volnovakha, Vuhledar, Maryinka, Lyman, and Soledar have been virtually destroyed.

In the Luhansk region, during active fighting, cities such as Severodonetsk, Popasna, Rubizhne, Shchastia, and Kreminna were almost completely destroyed. The city of Lysychansk is in a slightly "better" situation, where communications and residential buildings are 60% destroyed.

Significant destruction has also occurred in de-occupied cities in the Kharkiv region, particularly Kupiansk and Izium, as well as the city of Kherson, where 30-40% of all buildings have been damaged.

It should be noted that such destruction not only leads to the formation of enormous amounts of waste but also requires the involvement of large quantities of natural resources for the rebuilding of cities. It is worth mentioning that conducting a thorough evaluation of the adverse environmental effects of the war at present is unachievable. This situation arises as a consequence of the hazards involved in the collection of statistical data during the protracted and intense military operations that are taking place across close to 20% of Ukraine's territory, along with the deliberate omission of specific information in the media for tactical advantages. Nevertheless, it is abundantly clear that as the duration of the war prolongs, the extent of harm it will cause to the environment will proportionally increase, leading to even more dire repercussions for the well-being of forthcoming generations.

## References

1. Official resource of the State Environmental Inspection of Ukraine. <https://www.dei.gov.ua/>. Accessed 14 June 2024.
2. Official resource of the Media Platform on Ukraine's Environmental Policy "Ecopolitika". <https://ecopolitic.com.ua/ua/>. Accessed 16 June 2024.
3. Official resource of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. <https://ecozagroza.gov.ua/>. Accessed 15 June 2024.

УДК 551.4.07

**Комлев О.О.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## ГЕОМОРФОГЕНЕЗ І НОВА ПАРАДИГМА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

Наша планета нині переживає значну активізацію природних процесів, що мають часто катастрофічний характер. Напрямки досліджень природничих наук повинні це враховувати. Це відноситься і до науки геоморфології, якою нароблений значний потенціал, достатній для участі у новій актуальній проблематиці. Для цього геоморфологія повинна змінити нинішню

провідну парадигму своєї науки. Вочевидь, що морфодинамічна парадигма вичерпала себе на рівні концепції і постали нові проблеми перед людством може вирішувати тільки частково. Парадигмальна модель науки Т. Куна дозволяє оцінювати нинішній стан геоморфології як «кризовий» і вимагає зміни провідної парадигми. На наш погляд, визначити її зміст дозволяє аналіз попередніх провідних парадигм (концепцій) геоморфології і оцінка їх внеску в теорію геоморфогенезу, основи якої заклав У. Девіс концепцією *географічного циклу*, яка згодом перетворилася в загальну теорію геоморфології - *циклічності морфогенезу* і з'явилася *наука геоморфологія*. До того відбувалось емпіричне накопичення даних про рельєф (морфологію) земної поверхні, який все більше показував свою значимість для розвитку людської цивілізації. Наука геоморфологія починалась з *морфологічної* парадигми. Наступні парадигми - *морфогенетична, історико-генетична* (палеогеоморфологія), *морфодинамічна парадигми* в новій актуальній проблематиці не можуть достатньо вирішувати посталі проблеми людства і фізичного існування тіла планети. Геоморфології необхідна зміна парадигми. На наш погляд, для цього склались усі необхідні внутрішні (вичерпання провідної парадигми) і зовнішні (вимоги нової суспільної парадигми і нові отримані знання) причини.

Нова парадигма геоморфології може спиратися на міцний фундамент: загальну теорію власного об'єкту і накопичений інформаційно-методичний потенціал. Цьому сприяють і інші умови: усвідомлення лідерами суспільства обмеженості життєвого простору, природних ресурсів, власних можливостей; становлення постіндустріального інформаційного суспільства; провалу крупних соціальних історичних проектів; негативних наслідків лібералізації багатьох сфер життя суспільства. Необхідно також враховувати і інші тенденції, які проявляються в сучасній науці: поглиблення досліджень власних об'єктів; множинність і багатоваріантність отриманих висновків; переінтерпретація результатів, отриманих раніше; відхід від строгої формалізації; комерціалізацію у використанні отриманих знань, яка впливає більше на їх зберігання і обробку, а не примноження; відновлення простої доступної мови пояснень; появи активних суб'єктів, які впливають на напрямки досліджень і їх результати.

Нова парадигма в геоморфології повинна спиратись на **нову суспільну парадигму гуманізму і досягнення** науки. Суспільна парадигма гуманізму - це захисна реакція суспільства власного середовища проживання – планети Земля від наслідків нераціонального природокористування і спроба замінити їх новими (екологізація, біосферне природокористування). Вона *реалізується через духовну сферу*: в естетичному сприйнятті навколишнього природного середовища (зокрема, розвиток пізнавального природничого туризму), етиці - вихованню в окремій людині нових металевих рис. Досягнення сучасної науки вплинули на загальну методологію наукових досліджень - *теорію систем*. Її значно посилила синергетика. Відзначається загальна тенденція збільшення системності наукових досліджень. Розвиток космічних досліджень дають цінний порівняльний матеріал, важливий для вивчення Землі і інших планет. Вони провокують до перегляду усталених уявлень про структуру і функціонування надсистеми Земля і її підсистем з загальних, планетарних, космічних, а останнім часом, і з позицій номогенезу. Нова парадигма не зможе повністю спиратися тільки на науку, яка, в цілому, пояснює *чому, що і як*, але не дає відповіді на питання для чого? Тому, в науковій літературі все частіше починають згадувати номогенез (визначеність).

В новій парадигмі геоморфології номогенетичний аспект може бути присутній побічно. Концепція номогенезу дозволяє відтворити виконання на нашій планеті деякого метапроекту, ключовим містом якої є виникнення певного природно-географічного середовища, в якому може існувати **живе** – *біосфера і людина* і базові елементи якого *геологія, рельєф і клімат*. В структурі цієї метасистеми розташовується *історико-динамічна геоморфосистема*.

Практично одночасно з морфогенетичною, історико-генетичною, морфодинамічною парадигмами, геоморфологію охопив загальний тренд наук про Землю - створення планетарних **мегасистем**, елементами яких є геологічні, геофізичні, геоморфологічні, палеогеографічні геосистеми [1,2,6,7]. В цих мегасистемах взаємодіють земна поверхня, літосфера і астеносфера, процеси денудації земної поверхні, акумуляція уламкового матеріалу в западинах материків і океанів, фізико-хімічні і петро-мінеральні перетворення у верхній мантії і астеносфері, а також тектогенез, магматизм (плутонізм), метаморфізм. Завдяки безперервній взаємодії цих чинників, мегасистема постійно відтворюється і тому є *автоколивальною*.

На планетарному етапі розвитку Землі поступово складались передумови появи *геоморфосистеми*. Це: розділення атмосфери на атмосферу і гідросферу, зниження

температури атмосфери, поява осадового геологічного процесу, екзогенного морфогенезу, магматизму, тектоніки. Морфодинамічна парадигма конкретизує об'єкт геоморфології як *геоморфосистему*, змістом якої є *морфолітогенез*. Направлений, ритмічно-циклічний розвиток геоморфосистеми відбувається упродовж планетарного етапу, що дозволяє її називати *історико-динамічною*. Вона є об'єктом вивчення *морфохронодинамічної* концепції геоморфології. З часом, історико-динамічна геоморфосистема почала активніше реагувати на зовнішні впливи і здійснювати певні синергетичні акти. Вона стала одним з чинників формування осадового і гранітно-метаморфічного шарів земної кори, в просторі яких існує простір-час геоморфосистеми - *геоморфолітосфера* [3-7].

Морфохронодинамічна концепція використовує палеогеоморфологію, як фактологічну основу вивчення історії та еволюції історико-динамічної морфосистеми Землі і геоморфолітосфери. Морфохронодинамічна концепція дозволяє виявляти еволюційні тренди геоморфосистеми і всієї планетарної системи, які важливі для діагностики і прогнозування їх станів. Зокрема їх ускладнення, ріст контрастності висот експонованої поверхні, зменшення тривалості циклів морфогенезу. Морфохронодинамічна концепція дозволяє створювати статичні моделі геоморфолітосфери і здійснювати їх динамічні інтерпретації на основі аналізу карт статичної і динамічної. Карти статичної передають склад, будову, структуру геоморфолітосфери. Карти динамічної відображують історичну, еволюційну, функціональну динаміку історико-динамічної геоморфосистеми, дозволяють вести *наскрізне прогнозування*.

### Список використаної літератури

1. Бондарчук В.Г. Очерки по региональной тектоорогении. - К.: Наукова думка, 1972. - 259 с. 2. 163. Кинг Л. Морфология Земли. - М.: Прогресс, 1967. - 560 с. 3. Комлев О.О. Про основні поняття і проблеми палеогеоморфології // Укр. геогр. журн. - 1977. - №3. - С. 59-63. 4. Комлев О.О. Про зміст сучасної концепції геоморфології // Укр. географ. журн.- 2002. - №2. - С.10-16. 5. Комлев О.О. Рельєф Землі і геоморфологічна форма руху матерії // Фіз. географія та геоморфологія. - 2003. - № 44. - С.5-9. 6. Комлев О.О. Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. К.,2005. - 47 с. 7. Комлев О.О. Морфохронодинамічна парадигма геоморфології майбутнього // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Матеріали доповідей 12 науково-практичного семінару за міжнародної участі. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2021. С. 19-23.

УДК 551.5:556:1

Комлев О.О.<sup>1</sup>, Бортник С. Ю.<sup>1,2</sup>, Ковтонюк О.В.<sup>1</sup>, Лаврук Т.М.<sup>1</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>,  
Комлева М.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Jan Kochanowski University of Kielce, Кельце, Польща

### ОБОРОННА І ВІЙСЬКОВА ТЕМАТИКА КАФЕДРИ ЗЕМЛЕЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

На наш погляд, необхідно розділяти поняття **оборони** власної території в *мирний* та у *військовий* час. В мирний час країни охороняють свої кордони і, залежно від географічного положення, характеру кордонів (сухопутні, морські), країн-сусідів (дружелюбних, ворожих), використовують передові технічні засоби. В наш час, очевидно, що одна з основних ролей тут належить *радіолокаційним системам* (РЛС). Використання РЛС викликає різні проблеми, з яких найбільш важливою є *ідентифікація природи* об'єктів, які фіксуються на моніторах.

На кафедрі землезнавства та геоморфології оборонна тематика почала розвиватись у 80-і роки 20 століття саме у зв'язку з використанням РЛС професором (тоді доцентом) Юрієм Олександровичем Кошиком. В роки незалежності України, цей надзвичайно важливий для її оборони (і науки) напрямок з об'єктивних і суб'єктивних причин перестав розвиватися. В 2014 році, внаслідок російської агресії, Україна втратила доступ до значної частини своєї території і «морської» науки (інститути, лабораторії, науково-дослідні судна, бази даних багаторічних морських досліджень). Була розпочата робота по системному відновленню морської науки, тісно пов'язану із захистом протяжного, морського кордону України від сучасної військової техніки ворога. В період між 2014 і 2022 роками (до повномасштабного вторгнення Росії в



Україну) на кафедрі професором О.О. Комлевим були підготовлені пропозиції щодо участі в цій роботі. В цей період, відомства оборонного сектору України зацікавились дослідженнями, які у 80-90-ті роки 20 ст. були започатковані на географічному факультеті КНУ імені Тараса Шевченка кафедрами геоморфології та палеогеографії (Ю.О. Кошик, О.О. Комлев) і метеорології та кліматології (П.І. Кобзистий). Це були конкретні результати комплексних географічних досліджень в межах берегової зони Південно-Східного берегу Криму, де була необхідна інфраструктура для дослідження явища «ангел-ехо» (АЕ). АЕ - це відбитий радіосигнал від візуально невидимих об'єктів, що виникають над прибережною морською акваторією і фіксуються на моніторах РЛС. Метою тих досліджень було вивчення цих об'єктів за допомогою РЛС. Висловлені гіпотези походження АЕ пов'язують їх з природними і техногенними причинами. З природних причин утворення АЕ, основною є гіпотеза «терміків» - висхідних потоків повітря, з якими вгору піднімаються візуально невидимі скупчення водяної пари, які ще не перетворилися на хмари. Були досліджені просторово-часова динаміка АЕ, пов'язана з терміками, зв'язок їх з географічними чинниками (бризовою циркуляцією, рельєфом, експонованими гірськими породами, рослинністю, антропогенними і техногенними покриттями). Ці дослідження отримали досить високу оцінку експертів відомства, було рекомендовано їх продовжувати, проте об'єктивні причини завадили впровадженню досліджень. Нами підготовлений проект по відновленню робіт щодо вивчення АЕ РЛС в межах берегової зони морів України [1,5-9,12].

У 2023 році після підриву ворогом греблі Каховської ГЕС і спуску водосховища терміново постало питання вибору оптимальних шляхів перетину осушеного дна підрозділами ВСУ піхотою і різних видів військової техніки (танків, БТР). Актуальною стала інформація про рельєф осушеного дна і фізико-механічні властивості оголених донних відкладів. Співробітники кафедри землезнавства та геоморфології долучилися до підготовки відповідних рекомендацій. При цьому були використані результати робіт, які в 90-ті роки 20 ст. проводив професор кафедри, доктор геолого-мінералогічних наук Володимир Іванович Огородніков, щодо вивчення рельєфу дна і донних відкладів (літології, фізико-механічних властивостей, хімічного складу) водосховищ Дніпровського каскаду ГЕС. Розроблений прогноз можливих змін природних умов (клімату, рослинності) і процесів морфогенезу території Каховського водосховища (дна, схилів, прилеглих ділянок) внаслідок техногенної катастрофи, викликані діями російських агресорів. Осушення дна водосховища призведе до зменшення водної поверхні і вплине на мікроклімат. Відбудеться розвіювання виведених на експоновану поверхню донних відкладів. Кардинальні зміни відбудуться в геоморфосистемі внаслідок зниження базису ерозії Дніпра, зокрема, співвідношення процесів денудації та акумуляції. Прогнозується активізація схлиових (делювіальних) процесів, глибинної ерозії в ярах та балках, пов'язаних з долиною Дніпра. Також можливо отримають прояв поховані форми рельєфу (древні долини) [3,4].

Палеогеоморфологія представляє один з основних напрямків спеціалізації кафедри землезнавства та геоморфології. Нами постійно вивчаються нові напрямки і можливості використання палеогеоморфологічної інформації (зокрема похованого рельєфу). Особливий інтерес представляють поховані долини, які в геоморфолітосфері часто утворюють цілісні ланцюги підземної логістичної інфраструктури, які впливають на гідродинаміку підземних вод. Останнє має важливе значення для водопостачання (цивільного, промислового тощо), особливо територій великих міст. У зв'язку з військовими діями подібна палеогеоморфологічна інформація представляє значний практичний інтерес [2,3,10,11].

#### Список використаної літератури

1. Komliev O., Bortnyk S., Lyubitseva O., Perekheida V., Zhytkin S., Komlieva M. Geographical analysis of territory in order to identify of atmospheric «termals» (scientific and applied aspects) Conference Proceedings, XIV International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment", Nov 2020, Volume 2020, p.1 – 5, DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056098>. 2. Komliev A., Beydik A., Bortnyk S., Spitsia R., Zhytkin S., Filonenko Yu. The valley complex of the geomorpholithosphere of Kyiv and its meaning for monitoring and modelling of natural hazards // Conference Proceedings, 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2021, Volume 2021, p.1 – 5 DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K2107> 3. Komliev A., Beydik A., Bortnyk S., Spitsia R., Zhytkin S., Filonenko Yu. Geodynamic body of the geomorpholithosphere of Kyiv and some practical aspects // Conference Proceedings, Third EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and Impact on Communities, Sep 2021, Volume 2021, p.1 – 5 DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215K1021> 4. Бейдик О.О., Комлев О. О. Донець І. А. Географічний чинник під час військового протистояння // Інноваційні дослідження та перспективи розвитку науки і техніки у XXI столітті (збірник тез наукових доповідей учасників Міжнародної науково-

практичної конференції до 30-річчя Приватного навчального закладу «Міжнародний еколого-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука»). - Рівне, 2023.- С.147-149. 5. Кобзистий П.І., Комлев О.О., Кошик Ю.О. При вплив факторів атмосферної циркуляції, рельєфу земної поверхні і геологічної структури на утворення аномальних метеорологічних явищ у зонах морських узбереж // Вісник Київського університету. Географія. Вип.41. -1995. – С. 58-66. 6. Кобзистий П.І., Комлев А.А. Рельєф побережій и аномальные метеорологические явления // Исследование береговой зоны морей. Научное издание. К. Карбон. – С. 230-235. 7. Комлев О.О. Роль географічного аналізу при вирішенні завдань цивільного і оборонного значення у зонах морських узбереж // Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення (мат-ли VII міжн. наук.-практ. конф.). - Херсон. Видавничий дім «Гельветика» – 2017. – С.99-102. 8. Комлев О.О. Вплив рельєфу на гідрометеорологічні явища в зонах морських узбереж // Тези доповідей Першого Всеукраїнського Гідрометеорологічного з'їзду. Одеса, ТЕС, 2017.- С.302-303. 9. Комлев О.О. Досвід міжкафедрального співробітництва у вирішенні важливих завдань оборонного характеру // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія № 3 (54), 2019. – С.198-199. 10. Комлев О.О. Природно-логістична сітка геоморфолітосфери (цивільний та військовий аспекти) // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали міжн. наук.-практ. конф. Т.1. С. 29-31. –2019.- К. 11. Комлев О.О. «Древні поховані долини» як «ресурс» //Мат-ли 2 міжн. наук.-практ. конф. «Рельєф і клімат» . Чернівці, 2018. 11. Комлев О.О., Бейдик О.О., Бортник С.Ю., Спиця Р.О., Жилкін С.В., Філоненко Ю.М. «Геодинамічне тіло» геоморфолітосфери Києва як природна модель вивчення динаміки підземних вод // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Мат-ли VII міжн. наук.-практ. конф.- Львів.- 2021. С.295-297. 12. Комлев О.О., Бортник С.Ю., Запотоцький С.П., Любіцева О.О., Спиця Р.О., Комлева М.О., Жилкін С.В. Значення вивчення ангел-ехо для безпеки морських узбереж // II International conference «Maritime security of the Baltic-Black sea region: challengers and threats»: conference proceedings, (December 23, 2022, Odessa, Ukraine). Riga, Latvia: «Baltija Publishing». – P. 174-177.

УДК 551:551.8 (477)

Комлев О.О.<sup>1</sup>, Бортник С.Ю.<sup>1,2</sup>, Ремезова О.О.<sup>3</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Спиця Р.О.<sup>4</sup>, Жилкін С.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Jan Kochanowski University of Kielce, Кельце, Польща

<sup>3</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна

<sup>4</sup>Інститут географії НАН України, м. Київ, Україна

## ПОШУКОВА ГЕОМОРФОЛОГІЯ НА КАФЕДРІ ЗЕМЛЕЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

Напрямок *прогнозно-пошукових робіт* (ППР) різних видів мінеральних корисних копалин в Україні і за її межами існує на кафедрі геоморфології практично від її заснування в 1949 році. В той час була відкрита *Українська субпровінція титанових і титан-цирконієвих розсипних родовищ* світового значення, яка входить до розсипної провінції Східної Європи, і почалось її системне вивчення. Кафедра землезнавства та геоморфології практично весь час має дотичність до цього. На початку активну участь в цих роботах взяли засновник кафедри (тоді геоморфології) доктор сільськогосподарських наук, професор Петро Костійович Заморій і видатний наш випускник доктор геолого-мінералогічних наук, професор Максим Федорович Веклич. Так, М.Ф. Веклич видав ряд важливих фундаторських робіт, зокрема монографію «Палеогеоморфологія області Українського щита (мезозой, кайнозой)» (1966), в якій розглядалися теорія, методологія, методи палеогеоморфології, її значення в пошукових роботах розсипних корисних копалин. М.Ф. Веклич працював в інститутах Академії наук України, підтримував постійні контакти з кафедрою геоморфології.

В 1972 році на кафедрі геоморфології «титанова» тематика була відновлена. Тоді ще доцент Юрій Олександрович Кошик, а також Василь Микитович Чмихал та Вадим Михайлович Тимофеев створили *науково-дослідну групу* (згодом *Лабораторія палеогеоморфологічного аналізу*), об'єктом досліджень якої була Українська субпровінція титанових і титан-цирконієвих розсипних родовищ, а метою - розробка сучасної методики ППР *титанових і титан-цирконієвих розсипних родовищ* Українського щита (УЩ). Створена в Лабораторії методика поєднувала широкий комплекс методів, серед яких основним був *палеогеоморфологічний*, і була названа *комплексним палеогеоморфологічним аналізом* (КПГА). Лабораторія палеогеоморфологічного аналізу у складі кафедри (вже геоморфології та палеогеографії)

постійно розширювала свої функції, особливо у період її розквіту (80-ті-початок 90-х років 20 ст.). Тут проводились ППР на виявлення родовищ різних мінеральних корисних копалин - титану, алмазів, золота, вуглеводнів, фосфоритів, сапропелю, каолінів, будівельних матеріалів, підземних вод тощо. В цих роботах брали участь і студенти кафедри, які отримували практичний і науковий досвід. Їх дипломні роботи часто відзначалися на наукових студентських конференціях. Згодом, деякі студенти стали науковцями, успішно захистили кандидатські і докторські дисертації і нині працюють на кафедрі землезнавства та геоморфології, в академічних інститутах та інших установах. В Лабораторії розвивався *науково-дослідний* напрям, який дозволяв вдосконалювати методіку ППР. Накопичена інформація була систематизована, узагальнена, представлена на загальних і спеціальних картах, використовувалась при підготовці 12 кандидатських та 6 докторських дисертацій за напрямками геології, геоморфології, палеогеографії. На початку 90-х років, обсяги ППР мінеральних корисних копалин в Україні на певний час зменшились, але поступово відновлюються. В останні роки Національною геологічною кампанією України, іншими виробничими організаціями різних форм власності, були значно активізовані ППР багатьох видів корисних копалин України. Серед них інтерес представляють алмази, золото, титанові і титан-цирконієві розсипні родовища, важкі метали, торф, фосфорити, бурштин. ППР, пов'язані з цими корисними копалинами, виконуються спільно кафедрою землезнавства та геоморфології, відділу корисних копалин (завідувачка доктор геологічних наук О.О. Ремезова) Інституту геологічних наук НАНУ, відділу геоморфології та палеогеографії (завідувач кандидат географічних наук Р.О. Спиця) Інституту географії НАНУ, Інститутом Землі Польської Академії наук.

З 90-тих років 20 ст. у світі існує великий інтерес до українського бурштину, що стимулювало проведення ППР бурштину. За цих умов, виявився корисним досвід ППР різних видів корисних копалин, який був накопичений на кафедрі землезнавства та геоморфології. Найбільш важливі підсумки цих багаторічних робіт узагальнені, систематизовані, відображені на картографічних і інших моделях. Це дозволило розробити теорію і методологію морфохронодинамічної концепції геоморфології, створити методику, напрями її практичного використання на основі уявлень про «історико-динамічну геоморфосистему» і її матеріалізований простір-час - «геоморфолітосферу». Морфохронодинамічний підхід дозволяє досліджувати енергетичні перетворення, речовинні переміщення, передачу інформації, ентропійні обміни в геоморфолітосфері планети, що може бути використано для їх наскрізного (ретроспективного, актуального, перспективного) прогнозування, що важливо у пошуках корисних копалин, екології тощо.

Теоретичні і практичні розробки, палеогеоморфологічні дані, отримані проф. Комлевим О.О., широко використані ним в спільних міжнародних проектах, зокрема «Amber ways: deposits formation-mining. Scintific-methodical basis, rational usage» та «Amber deposits and characteristics» (за фінансуванням ЄС); виконанні прогнозно-пошукових робіт на різні корисні копалини на території України; дозволяють здійснювати й інші перспективні проекти, зокрема «Палеогеоморфологічний атлас України» як самостійний проект і як важлива частина «Геоморфологічного атласу України» нового покоління; створювати «прогнозно-пошукові системи» для різних видів корисних копалин, «моделі підземної природно-логістичної інфраструктурної сітки для цивільних і військових цілей» тощо.

#### Список використаної літератури

1. Бортник С. Ю. Морфоструктури центрального типу території України: просторово-часовий аналіз. Автореф. дис... д-ра геогр. наук. - К., 2002. - 45 с.
  2. Комлев А.А. Мезокайнозойский долинный морфолитогенез северо-западной части Украинского щита и его влияние на образование россыпей. Автореф. дисс... канд. геогр. наук. - К., 1988.- 24 с.
  3. Комлев О.О. Историко-динамичні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. Автореф. дис... д-ра геогр. наук. - К., 2005.- 47 с.
  4. Кошик Ю.А. Региональный палеогеоморфологический анализ древних платформенных равнин Украинского щита и Вольно-Подольской плиты. Автореф. дис... док-ра геогр. наук. - К., - 1990. - 45 с.
  5. Погорільчук Н.М. Басейнова організація мезозой-кайнозойського морфолитогенезу північного і центрального Волино-Поділля. Автореф. дис... канд. геогр. наук. - К., 2002. - 19 с.
  6. Ремезова О.О. Розшаровані титаноносні інтрузиви габро Коростенського плутону (північно-західна частина Українського щита). Автореф. дис... д-ра геол. наук. - К., 2011. - 36 с.
  7. Тимофеев В.М. Разломно-блоковые структуры и их отражение в рельефе северо-западной части Украинского щита (на прмере Коростенского плутона). Автореф. дисс... канд. геол.-мин. наук. - М., 1982.- 22 с.
- УДК 553.99.041(477)

Комлев О.О.<sup>1</sup>, Ремезова О.О.<sup>2</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Спиця Р.О.<sup>3</sup>, Філоненко Ю.М.<sup>4</sup>,  
Жилкін С.В.<sup>3</sup>, Комлева М.О.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Інститут географії НАН України, м. Київ, Україна

<sup>4</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна

## БУРШТИНОВА ФОРМАЦІЯ УКРАЇНИ (ПРОБЛЕМИ І ЗНАЧЕННЯ БУРШТИНОВОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ)

За роки незалежності в Україні виникла бурштинова галузь економіки, яка включає пошуки, видобуток і переробку бурштину. Нині бурштин став однією з візитівок України. Це важливо для нашої країни, оскільки у світі віками зберігається мода на ювелірні та інші вироби з бурштину. Бурштин як мінеральний вид постійно вивчається, відкриваються все нові його природні властивості і споживчі якості. Нині, бурштин і продукти його переробки (бурштинові кислоти, олія ін.) використовуються в медицині, фармацевтиці, парфумерії, машинобудівній, хімічній, меблевій, харчовій, харчосмаковій промисловостях, сільському господарстві. Український бурштин завдяки високій якості та різноманіттю різновидів за кольором та прозорістю вважається найбільш конкурентним на світових ринках видом вітчизняного кольорового каміння.

Розвиток бурштинової галузі в Україні викликав комплекс взаємопов'язаних проблем. Деякі з них, на певному етапі становили загрозу для національної безпеки України, зокрема: відсутність чіткої національної програми розвитку галузі; невідповідність рівня галузі її реальному потенціалу; незаконний видобуток бурштину; вплив на екологічний стан територій видобування; соціально-економічні наслідки в громадах. За останні роки, багато питань вирішені на законодавчому рівні України, а наукові проблеми - у контакті з зарубіжними колегами.

Разом з тим, ресурс бурштинової сировини родовищ єдиного в країні видобувного Прип'ятського бурштиноносного басейну (ПББ) вичерпується. Обмеженість сировинної бази – це основна проблема розвитку бурштинової галузі в Україні. Розширення її на цій території може відбуватися: 1) збільшенням видобутку бурштину на відомих родовищах або 2) відкриттям нових родовищ. Перший шлях лімітується природно-географічними умовами території (цінні лісові і земельні угіддя, болота). Другий шлях стратегічний і визначатиме розвиток бурштинової галузі в наступні роки. Основу його складає цілісна *прогнозно-пошукова система бурштину* (ППСБ), яка спирається на теорії утворення бурштину, системну методологію, комплексну методикку регіональних робіт. В ній використовуються певні базові поняття і терміни: на рівні теорії - *бурштиноносна формація* (БФ), на рівні практики - *бурштиноносний об'єкт* (БО). В основі організації бурштиноносною (як і інших осадових геологічних формацій) лежить важлива природна нерозривність процесів *тектогенезу, морфогенезу, літогенезу і рудогенезу*. БФ України тільки досліджується, але, в цілому, зрозумілі її просторово-часові параметри, структура, основні тренди трансформацій її «тіла». *Історико-динамічна геоморфосистема* впливала на БФ на всіх стадіях її еволюції: *накопичення* викопних смол; *перетворення* їх в бурштин-сукциніт і *утворення первинних розсіпів*; *руйнування* останніх, *переміщення* їх продуктів і *утворення* вторинних скупчень бурштину. Поняттям «бурштиноносний об'єкт» (БО) визначаються природні утворення або їх частини, які містять або можуть містити значні скупчення бурштину. БО можуть бути виявлені шляхом використання стратиграфічного, літолого-стратиграфічного, літологічного, структурно-тектонічного, палеогеоморфологічного, геоморфологічного методів. Комплексний аналіз дозволив виявляти на території ПББ генетичні типи пасток БО - *структурно-тектонічні, геоморфологічні, палеогеоморфологічні, морфолітогенетичні, комбіновані*. Перший шлях розширення сировинної бази бурштину нині основний. Але, він не дасть серйозного приросту для галузі і породжує відзначені вище проблеми. Другий шлях відносно дешевий, але наукомісткий, і вирішується створенням прогнозно-пошукової системи бурштину.

Проблеми екологічного і соціально-економічного характеру бурштинової галузі можуть вирішуватися розвитком *інформаційно-просвітницького* і *музейно-пізнавального* напрямків. Дитячий садок, школа, коледж, гімназія, училище, технікум, інститут, університет, олімпіади,

газети, радіо, телебачення, інтернет, конференції, виставки, експозиції в салонах та музеях, спеціалізовані музеї бурштину. Як видно з переліку, ці напрямки можна розвивати системно на основі існуючих організаційних форм. Інформаційно-просвітницький і музейно-пізнавальний напрямки розвитку бурштинової галузі відповідають *гуманістичній парадигмі*, яка все більше утверджується в суспільстві. На кафедрі землезнавства та геоморфології цьому відповідає напрямок підготовки фахівців – освітня програма *Геоморфологія та природопізнавальний туризм*. Деякі спеціальні дисципліни, які тут викладаються пов'язані і з бурштином. Вони інформують людей про історію бурштину, розробляються (разом з ІГН НАН України) пізнавально-комерційні маршрути на кшталт «Шляхами княгині Ольги», «Маршрутами академіка П.А.Тутковського», «Природні феномени Полісся». Бренди «Український бурштин», «Бурштин Полісся» існують, просуваються, відзначаються. На щорічних виставках і ярмарках (Гданськ, Брюгге) збільшуються експозиції виробів з українського бурштину і від українських виробників. Про український бурштин тепер все частіше пишуть у ЗМІ різних країн, не тільки України. На жаль, інколи в негативному аспекті через вище зазначені проблеми. Важлива форма популяризації знань про бурштин музейно-пізнавальна. Вона надзвичайно розвинута в сусідніх з Україною країнах. Так, у Польщі, експозицій, присвячених бурштину, в звичайних музеях тисячі, спеціалізованих музеїв бурштину - сотні. Вони не лише комерційні, але виконують і важливі суспільні функції, зокрема виховну для молоді (обов'язкові відвідини музеїв школярами, безкоштовні для входу у Дні відкритих дверей). В Україні наразі спеціальних музеїв бурштину мало. Вони тільки створюються як у обласних центрах, так і в районних, і, навіть у селах.

Крім матеріальних сфер, де використовується бурштин, існують і інші сфери, які розвивають суспільну *гуманістичну парадигму*. Зокрема, це виготовлення християнських ікон з використанням бурштину. Вони розвивають у людини високі духовні якості і дозволяють глибше зрозуміти нашу планету, Всесвіт, частиною якого є ми [1-10].

### Список використаної літератури

1. Комлев О.О. Мезозой-кайнозойські долинні комплекси – перспективні пошукові об'єкти на бурштин // «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (мат-ли Четвертої міжн. наук.-практ. конф., м. Трускавець). К., 2017 .- С.187-189.
2. Комлев О.О. Геоморфологічні засади розширення сировинної бази бурштину в Україні // Фізична географія та геоморфологія. 2018.- 4 (92).- С. 14-22.
3. Комлев О.О. Бурштинова галузь України:(проблема створення національної програми розвитку) // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки - 3(43). - 2020. – С. 23-28.
4. Комлев О. О., Бейдик, Комлева М.О. «Бурштинові» ікони Рівненщини як засіб поширення релігійного світобачення та пізнання законів всесвіту. // Наукова конференція «Суспільно-історичний розвиток християнства на Волині» м. Рівне, 7 жовтня 2022 року. С. 38-44.
5. Комлев О.О., Бортник С.Ю., Ремезова О.О. Геоморфосистемна основа для прогнозно-пошукової системи бурштину // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування (мат-ли VI міжн. наук.- практ. конф., Трускавець 2019). Т.1. К. – 2019. - С. 246-251.
6. Комлев О. О., Бортник С. Ю., Ремезова О. О., Жилкін С. В., Клімчук В. О., Комлева М.О. Бурштинова формація України – як об'єкт природничого пізнавального туризм // Геотуризм: практика і досвід (мат-ли IV міжн. наук.-практ. конф.). Львів.-Каменяр.-2020.- С. 77-79.
6. Комлев О. О., Нестеровський В.А. Бурштиноносні об'єкти (БО) території України: виділення, внутрішня зональність, якісний склад бурштину // Мінералогія: сьогоднішня і майбутня (мат-ли VIII наукових читань ім. акад. Є. Лазаренка). – Львів. - 2014. - С. 80-83.
7. Комлев О.О., Ремезова О.О., Філоненко Ю.М. Басейнові історико-динамічні геоморфосистеми як прогнозно-пошукові одиниці на осадові корисні копалини Українського щита і суміжних западин // Український Бурштиновий Світ (тези доповідей Першої міжнародної конференції). К. - 2007. - С. 69-72.
8. Комлев О.О., Ремезова О.О., Філоненко Ю.М. Геоморфолого-палеогеоморфологічна основа пошукових робіт на бурштин // Український бурштиновий світ. – К.: 2008. – С. 95-100.
9. Олександр Комлев, Олександр Бейдик, Олена Ремезова, Маріанна Комлева Бурштинові ікони: вічне, сакральне, пізнавальне (церкви, музеї) // Геологічні музеї і колекції: їх роль в науці освіті та туризмі. Львів- 2023. – С.128-129.
10. Remezova E., Matsui V., Komliev O., Naumenko U. Geological aspects of amber mining in Ukraine // Amberif 2018. International Fair of Amber, Jewellery and Gemstones. - Gdansk, Poland.-2018. – P.104-108.

УДК 551.4

Комлев О.О.<sup>1</sup>, Ремезова О.О.<sup>2</sup>, Погорільчук Н.М.<sup>1</sup>, Спиця Р.О.<sup>4</sup>, Філоненко Ю.М.<sup>3</sup>, Жилкін С.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна

<sup>4</sup>Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна

## РЕГІОНАЛЬНИЙ МОРФОХРОНОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГЕОМОРФОЛІТОСФЕРИ (ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА)

Регіональний рівень досліджень є *основним* в науках про Землю. У геоморфології він представлений *регіональним геоморфологічним аналізом*. Такий статус регіональних досліджень зберігається і при зміні провідних парадигм геоморфології. Питанням теорії, методології, методам регіональних геоморфологічних досліджень присвячені численні роботи в Україні і за її межами [1-7]. У 70-х роках 20 ст. в геоморфології проявились тенденції до визнання її *самостійного* статусу, необхідності  *нової*  методології досліджень рельєфу, *розширення* і  *диференціації*  її об'єкту - рельєфу, *введення* нових понять. Це згодом призвело до заміни *морфогенетичної* парадигми. Стрімке накопичення аналітичної інформації про рельєф вимагало її аналізу і *синтезу*. Були визначені напрямки синтезу на основі: 1) *статичних* моделей рельєфу; 2) *динамічних* моделей рельєфу; 3) інтеграції *місцевої* і *типологічної* інформації про рельєф на різних за площею територіях.

Морфодинамічна парадигма, яка змінила морфогенетичну, привнесла в геоморфологію нові базові поняття - *геоморфологічна формація* (ГФ), *висхідний літодинамічний потік* (ВЛП), *низхідний літодинамічний потік* (НЛП), які відобразили одну з найважливіших планетарних властивостей – наявність *речовинно-енергетичних колообігів* і роль *рельєфу* для їх *діагностики* [3]. Для теорії геоморфології ГФ розглядалась як можливість синтезу на основі уявлення про «геоморфосистему». ГФ поєднала аспекти - *типологічний* (рельєф, сучасні екзогенні процеси, клімат, неотектоніка, рельєфоутворюючі відклади) та *регіональний*. Вивчення ГФ дозволяє виявляти в рельєфі земної поверхні сліди ВЛП і НЛП - елементів колообігових речовинно-енергетичних систем, які інтегрують земну поверхню і надра Землі.

Морфогенетична концепція увела в геоморфологію у якості додаткових та допоміжних об'єктів *земну кору* і *літосферу*. Морфодинамічна концепція обмежує об'єкт геоморфології *експонованою* земною поверхнею і верхньою частиною земної кори на глибину від десятків-сотень метрів (місцеві і регіональні базиси ерозії) до 1 км (базис Світового океану). Цей геодинамічно активний поверхневий шар кори інколи називають морфолітодинамічним потоком. Таке «штучне» обмеження об'єкту геоморфології дозволяє застосувати до нього універсальну методологію теорії систем, загальнонаукові підходи і методи, сучасні технічні засоби і методи отримання геоморфологічної інформації, створювати формалізовані моделі геоморфосистеми експонованої земної поверхні. Фундаментальний недолік морфодинамічної концепції – це звуження просторово-часових рамок об'єкту геоморфології, що суперечить логіці розвитку наук, які намагаються розширити рамки своїх об'єктів. Тому, з огляду на це, морфодинамічна концепція може мати статус часткової концепції геоморфології.

Значна активізація і прискорення природних процесів, які спостерігаються на нашій планеті, представляє надзвичайно важливий чинник, який впливає на напрямки досліджень природничих наук. На наш погляд, геоморфологія не може стояти осторонь від цієї тенденції, оскільки має потужний науковий та фактологічний потенціал, достатній, щоб розвиватися в новій актуальній проблематиці. Важливою умовою цього є перехід геоморфології до нової парадигми. Для цього є підстави - концептуально завершена загальна теорія геоморфології – *теорія циклічності морфогенезу*, яка дозволяє їй самоідентифікуватися, зберігати цілісність, створювати нові напрями розвитку і парадигми. На наш погляд, в новій парадигмі геоморфології буде присутній *номогенетичний* аспект. Адже, згідно концепції номогенезу, біосфера і людина можуть існувати тільки в певному за фізичними параметрами природно-географічному середовищі. Основними елементами якого є геологічні умови, рельєф (геоморфосистема) і клімат. Послідовність їх утворення описана в Стародавньому Заповіті, різних езотеричних джерелах. З огляду на це, еволюція планетного тіла Землі може сприйматись як реалізація певного *метапроекту*. Поверхня тіла Землі в планетарний етап

змінювалася циклічно, а тривалість циклів скорочувалась. Завдяки укріпленню нової фундаментальної риси планети - здатності впливати на природні процеси на її поверхні, завдяки появі *геоморфосистеми*. Просторово-часові масштаби геоморфосистеми дозволяють називати її *історико-динамічною*. Історико-динамічна геоморфосистема в процесі планетарної еволюції перетворилася з *рефлексуючого*, в *активний* елемент метасистеми. На наш погляд, нова парадигма геоморфології може називатися *морфохронодинамічною* [3,4].

Морфохронодинамічна концепція використовує *палеогеоморфологію* як основу для вивчення історії та еволюції історико-динамічної геоморфосистеми і *геоморфолітосфери*. Морфохронодинамічна концепція використовує раціональні знання, накопичені попередніми концепціями, відображені у фундаментальних законах геоморфогенезу. Вона дозволяє виявляти еволюційні тренди історико-динамічної геоморфосистеми (і геоморфолітосфери) – ускладнення структури, ріст контрастності експонованої поверхні, зменшення тривалості циклів морфогенезу. Морфохронодинамічна концепція - основа наскрізного прогнозування (ретроспективного, актуального, перспективного), може використовуватися при пошуках різних корисних копалин, в екологічних і природоохоронних проектах, вирішенні розглянутих вище проблем людства і планети Земля.

Морфохронодинамічна концепція досліджує історико-динамічну геоморфосистему на всіх рівнях її організації. Регіональний рівень її досліджень представляють історико-динамічні басейнові геоморфосистеми [3].

### Список використаної літератури

1. Бондарчук В.Г. Очерки по региональной тектоорогении. - К.: Наукова думка, 1972. - 259 с.
2. 163. Кинг Л. Морфология Земли. - М.: Прогресс, 1967. - 560 с.
3. Комлев О.О. Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. К., 1988. - 47 с.
4. Комлев О.О. Морфохронодинамічна парадигма геоморфології майбутнього // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Матеріали доповідей 12 науково-практичного семінару за міжнародної участі. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2021. С. 19-23.
5. Палиєнко В.П. Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины. - К.: Наукова думка, 1992. - 116 с.
6. Рельєф України. К., Слово, 2010. - 688 с.
7. Соколовський І.Л. Закономірності розвитку рельєфу України. - К.: Наукова думка, 1973.- 214 с.

УДК 551.4

Лаврук Т.М., Бортник С.Ю.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОРІЗНОМАНІТТЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Концепція георізнманіття має понад 30-літню історію розвитку та охоплює більше десятка напрямів досліджень (Gray M., 2024). 6 жовтня 2022 р. на святкуванні першого Міжнародного дня георізнманіття (IGD) зроблено ключовий заклик до громадськості: поглянути на знайомі ландшафти новими очима, ідентифікувати тісний зв'язок між біорізнманіттям, георізнманіттям, культурою та історією, підвищити обізнаність про «сцену природи».

Концепція георізнманіття ґрунтується на комплексному вивченні природних умов та процесів, які слід враховувати у просторовому плануванні та управлінні природними ресурсами, для збереження природної і культурної спадщини.

Відповідно до цієї концепції дослідження георізнманіття розглядається, як основа для реалізації Цілей сталого розвитку, що знайшло відображення в наукових працях та в освітніх програмах кафедри землезнавства та геоморфології. Використовуючи досвід українських та зарубіжних вчених, здобувачі освіти займаються пошуком ідей та рішень, спрямованих на збереження георізнманіття та забезпечення гармонійного просторового розвитку громад. Нижче коротко розглянемо основні теми таких досліджень за М. Gray (2024).

*Кількісне вимірювання та якісна оцінка георізнманіття* необхідні для прийняття стратегічних рішень. Для оцінки георізнманіття використовують тематичні карти та матеріали

дистанційного зондування. Застосування ландшафтно-морфологічного методу для виявлення природних особливостей досліджуваної території та її ландшафтне картографування є основою для землеустрою та просторового планування. Дані дистанційного зондування особливо важливі для спостереження за небезпечними процесами. Сучасні методи дозволяють виявляти мінералогічні характеристики материнських порід, особливості верхнього шару ґрунту, такі як текстура, органічний вуглець у ґрунті, вологість, вміст заліза, солоність ґрунту та карбонати (Lausch A. et al., 2022). Важливою є роль дистанційних методів при моніторингу долинних форм рельєфу, дослідженню динаміки руслових процесів, змін в рельєфі та ландшафтах прибережних смуг, визначенні ризиків повеней та інших небезпек, що дозволяє обирати оптимальні види природокористування та планувати природоохоронні заходи.

*Георізноманіття та біорізноманіття* є контролюючим, регулюючим і обмежуючим чинником розвитку біорізноманіття та природних процесів. Тому успішне збереження біорізноманіття передусім передбачає збереження георізноманіття (Lausch et al., 2022). Детальні природничі дослідження нині ще не закладені в основи просторового планування, а більшість стратегій просторового розвитку переважно фокусуються на економічних аспектах, ігноруючи екологічні та соціальні наслідки, що не відповідає принципам збалансованого просторового розвитку.

*Георізноманіття як природний капітал, геосистемні функції.* Такі дослідження передбачають оцінку природних умов, ресурсів та регуляцію рівня споживання геосистемних послуг. Прикладом можуть слугувати прибережні смуги, які є мультифункціональними і потребують інтегрованих міждисциплінарних досліджень. Для науковців берегова лінія може бути цінна завдяки відслоненням гірських порід та різновікових відкладів, динамічності рельєфу, сучасних руслових процесів, ландшафтного та біорізноманіття тощо. Для сільського господарства надзаплавні ландшафти – це особливо цінні родючі землі для агровиробництва. В просторовому плануванні прибережні смуги є планувальними обмеженнями і можуть бути екокоридорами, сприятливими для збереження біорізноманіття. Регульовано їх можна використовувати для водоспоживання, розвитку ландшафтно-рекреаційних зон, геотуризму. Краса прибережних краєвидів може значно підвищувати їх значення для відновлення здоров'я, проведення дозвілля, відпочинку і творчості. Проблеми просторового розвитку прибережних смуг ще не досліджено повною мірою, часто вони є місцем постійних природних небезпек і просторових конфліктів. На кафедрі започатковано ряд екопроектів, зокрема з питань охорони малих річок, розроблення схем геотуристичних маршрутів, які можуть бути реалізовані на рівні територіальних громад.

*Георізноманіття та геоматеріали* використовують для різних цілей у повсякденному житті – для телекомунікацій, транспортних систем, освітлення, опалення тощо. Метали, енергетичні мінерали та дорогоцінне каміння є високоцінними геоматеріалами. Більшість геоматеріалів, які нині використовують, є будівельними, вони відіграють важливу роль у місцевому економічному розвитку. Важливо, однак, запобігати їх видобутку із пляжів, річкових каналів і морського дна, що може завдати великої шкоди довкіллю.

*Циркулярна економіка* намагається мінімізувати використання геоматеріалів за допомогою їх повторного використання і переробки. Щороку у світову економіку надходить близько 100 мільярдів тонн ресурсів, 75% з яких є геоматеріалами, але лише 8,6% переробляється (de Wit et al, 2020). Для деяких матеріалів переробка є успішною. За даними Міжнародного інституту алюмінію, 75% усього виробленого алюмінію все ще використовується. В Україні принципи циркулярної економіки з метою збереження геоматеріалів мають бути закладені у стратегію просторового розвитку.

*Геотуризм* є потужним інструментом місцевого і регіонального сталого розвитку, що залежить від георізноманіття, оскільки дає можливість туристам відвідувати і пізнавати різні природні та культурні ландшафти. На думку вчених, всі туристи певним чином є геотуристами, оскільки в містах різні геоматеріали використані в історичних будівлях, інфраструктурі, а кожна сільська місцевість має особливі природні місця (Larwood J, Prosser C. 1998). Важливим є вміння створити в громадах якісний туристичний продукт, що включає цікаві природопізнавальні маршрути, туристичну інфраструктуру, зокрема інформаційну, та ряд культурних, мистецьких, туристичних, спортивних, освітніх подій, які базуються на георізноманітті території і сприяють її сталому розвитку.



*Геоспадщина* включає ті елементи природного георізноманіття, які мають значну цінність (Sharples C. 2002). Важливим є питання збереження геоспадщини. Зокрема, це стосується відновлення: зарегульованих русел природних річок – реконструкції бетонних споруд і забезпечення вільного стоку природним шляхом; боліт – для зменшення ризику повеней вниз за течією; кар'єрів – після припинення розробки вони можуть стати об'єктами рекреації та туризму; природних ділянок лісу, степу, тощо.

*Національна геоконсервація* передбачає діяльність, спрямовану на захист георізноманіття та геоспадщини. Для громад важливо навчитись виявляти та досліджувати природні об'єкти, яким варто надати особливий природоохоронний режим і статус. Поєднання природоохоронних територій в єдину екологічну мережу є складовою просторового планування та управління земельними ресурсами, що сприятиме збереженню біорізноманіття.

*Об'єкти всесвітньої спадщини ЮНЕСКО та глобальні геопарки.* В Україні станом на 2023 рік є 8 об'єктів Світової спадщини ЮНЕСКО, серед яких Софійський собор та Києво-Печерська лавра у Києві, ансамбль історичного центру Львова, Букові праліси Карпат (зокрема, праліси масиву Свидовець в Українських Карпатах). Ще 16 культурних і природних об'єктів український уряд запропонував внести до переліку об'єктів Світової спадщини. В майбутньому цей перелік може бути розширено, зокрема завдяки дослідженню георізноманіття.

*Дослідження георізноманіття для реалізації Цілей сталого розвитку* поєднує всі зазначені вище напрямки, але не обмежується ними. Зокрема, важливо вивчати сучасні соціальні, економічні, технологічні, екологічні аспекти просторового планування. Такі міждисциплінарні дослідження, інтегровані в практику, значно розширяють можливості досягнення поставлених Цілей.

### Список використаної літератури

- Gray M. Case studies associated with the 10 major geodiversity-related topics. 2024. *Phil. Trans. R. Soc. A*. 38220230055 <http://doi.org/10.1098/rsta.2023.0055>
- Lausch A, Schaepman ME, Skidmore AK, Catana E, Bannehr L, Bastian O, Borg E, Bumberger J, Dietrich P, Glässer C, et al. Remote Sensing of Geomorphodiversity Linked to Biodiversity—Part III: Traits, Processes and Remote Sensing Characteristics. *Remote Sensing*. 2022; 14(9):2279. <https://doi.org/10.3390/rs14092279>
- Sharples C. Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service, Hobart, 2002.
- de Wit M, Hoogzaad J, von Daniels C. 2020 The circularity gap report 2020. Amsterdam, The Netherlands: Circle Economy

УДК 551.8; 551.4 (092)

**Матвіїшина Ж.М., Дорошкевич С.П.**

*Інститут географії Національної академії наук України, м. Київ, Україна*

### ВНЕСОК МАКСИМА ФЕДОРОВИЧА ВЕКЛИЧА У РОЗВИТОК ПАЛЕОГЕОГРАФІЇ ТА ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЇ

23 лютого 2024 року виповнилося 100 років від дня народження видатного українського вченого, очільника та фундатора української палеогеографічної школи з дослідження верхньокайнозойських відкладів, доктора геолого-мінералогічних наук (1962), лауреата державної премії в галузі науки і техніки (1975), заслуженого діяча науки (1984), професора (1974) **Максима Федоровича Веклича**.

Народився М.Ф. Веклич 23 лютого 1924 року в селі Мала Нехвороща (хутір Жирківський), що на Полтавщині, у багатодітній селянській родині Федора та Євдокії Векличів. Середню освіту отримав у Михайлівській середній школі (1941). З початку Великої Вітчизняної війни став на захист Батьківщини (мав важкі поранення, удостоєний державних нагород). Після завершення війни М.Ф. Веклич присвятив усе своє життя науці, дослідженню історії розвитку природи.

Варто відзначити, що Максим Веклич є вихованцем географічного факультету Київського національного університету, де він навчався спочатку на стаціонарі (1945-1950), а пізніше – в аспірантурі (1950-1953). У формуванні його, як науковця, значну роль відіграв тогочасний колектив кафедри геоморфології а особливо, видатний вчений четвертинник, досвідчений

польовик, професор Петро Костьович Заморій, послідовник ідей А.І. Набоких та В.І. Крокоса. Саме під керівництвом П.К. Заморія М.Ф. Веклич захистив кандидатську дисертацію на тему «Геоморфологія і четвертинні відклади басейну річки Рось» у 1953 році.

Трудова діяльність М.Ф. Веклича спочатку була пов'язана з Інститутом геологічних наук АН УРСР (1949–1971), де він починав працювати ще студентом і пройшов шлях від техника до завідувача відділу, а згодом – заступника директора Інституту (1969–1971). З 1971 року М.Ф. Веклич працював у Відділенні Географії (1971–2001), яке згодом трансформувалось в Інститут географії АН УРСР / НАН України, де він 20 років завідував відділом палеогеографії (1971–1991) та працював головним науковим співробітником (1991–2001). Паралельно, впродовж багатьох років, М.Ф. Веклич читав лекції з палеогеографії для студентів Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Величезна працездатність і нестримність у пошуках наукової істини сприяли тому, що вже у 36-річному віці Максим Веклич захистив докторську дисертацію на тему «Четвертинні відклади правобережжя Середнього Дніпра» (науковий консультант П.К. Заморій, офіційні опоненти – професори К.К. Марков та Є.І. Рухіна) і став, на той час (1962), наймолодшим доктором геолого-мінералогічних наук в Україні.

М.Ф. Веклич стояв біля витоків відновлення географічних досліджень в системі Академії наук УРСР, очоливши, за постановою Президії АН УРСР (1961), відділ фізичної географії та картографії з перспективою розширення географічного підрозділу і подальшого формування Інституту географії. Очоливши відділ палеогеографії М.Ф. Веклич значну увагу приділяв формуванню наукових кадрів і вже у 1964-1967 роках ним створено потужне ядро наукового колективу, який проводив у великих обсягах науково-дослідні та госпдоговірні роботи, мав тісні зв'язки з виробничими і науково-пошуковими організаціями різних Міністерств, що сприяло додатковому фінансуванню досліджень і отриманню нового фактичного матеріалу.

Наукові дослідження М.Ф. Веклича охоплювали широкий спектр проблем четвертинної геології та стратиграфії, формування розсипних родовищ корисних копалин, палеокліматології, палеопедології, палеогеоморфології, палеоландшафтознавства, палеоекогеографії, палеогеографічних основ раціонального використання природних ресурсів. Його дослідження були присвячені історії розвитку ґрунтів пізнього кайнозою, розробці й обґрунтуванню стратиграфічних схем пліоцену, плейстоцену та голоцену, відтворенню трендів розвитку клімату та прогнозуванню майбутніх змін, характеристиці кліматостратотипів. Він був автором та редактором карт четвертинних відкладів України і ряду поетапних палеогеографічних карт для фанерозою.

Важливу роль відіграв Максим Федорович Веклич у становленні та розвитку **палеогеоморфології** – науки про давній рельєф та історію його розвитку. Його фундаментальна монографія «Палеогеоморфологія області Українського щита (мезозой і кайнозой)» (1966) стала важливою віхою у становленні та розвитку української палеогеоморфології. В ній розглянуто основні чинники та закономірності утворення і розвитку давнього рельєфу, обґрунтовано теоретичні положення та принципи палеогеоморфології, схарактеризовано похований рельєф ложа осадового покриву Українського щита, історію розвитку цієї території впродовж мезозою-кайнозою та палеогеоморфологічну приуроченість елювіальних, механогенічних, хімічних та біохімічних родовищ корисних копалин. На думку М.Ф. Веклича, відтворення давнього рельєфу є одним з найважчих (але, у тому числі, й одним із найнеобхідніших) завдань палеогеографічних реконструкцій. Особливим є практичне значення палеогеоморфології – адже всі родовища корисних копалин осадового походження (а іноді – й іншого генезису) розташовані у земній корі відповідно до геоморфологічних умов часу їх утворення. Це – залізні, титанові, цирконієві, марганцеві, алюмінієві руди, кам'яне та буре вугілля, нафта, газ, солі, окремі види дорогоцінного каміння та інші корисні копалини. Під час їх формування давній рельєф відіграв важливу, а при нагромадженні – навіть вирішальну роль.

Методика палеогеоморфологічних досліджень портебує використання традиційних методів вивчення рельєфу з поєднанням даних досліджень рельєфоутворюючих чинників – геологічної будови, тектонічних рухів, складу атмосфери і гідросфери, стану клімату і відповідно, перебігу процесів вивітрювання, денудації та осадконагромадження. Основними закономірностями розвитку давнього рельєфу (за М.Ф. Векличем, 1966) є спрямованість, ритмічність, диференційованість, успадкування, перетворення та поховання, які концептуально ним обґрунтовані.

На необхідності використання та важливості палеогеоморфологічних даних М.Ф. Веклич постійно наголошував у розділах своїх численних палеогеографічних монографій. Так, у монографії «Четвертинні відклади Правобережжя середнього Дніпра» (1958), при характеристиці умов утворення четвертинних відкладів, М.Ф. Векличем детально схарактеризовано тектоніку та рельєф території у ранньочетвертинну, середньочетвертинну та пізньочетвертинні епохи. У монографії «Проблеми палеокліматології» (1987) розглянуто форми та типи давнього рельєфу земної поверхні, як одного із палеокліматичних індикаторів, який добре відображає характер зволоження та температурний режим території, розподіл атмосферних опадів та циркуляцію атмосфери, поширення зледенень, вічної мерзлоти тощо (с. 42-43). В монографії «Основи палеоландшафтоведень» (1990) розглянуто палеогеоморфологічний метод, як один із ключових галузевих методів для палеоландшафтних реконструкцій (с. 82-88).

Окремі питання палеогеоморфології та формування розсіпів корисних копалин висвітлені М.Ф. Векличем у численних статтях: «Геоморфологія річкових долин системи Росі» // *Доповіді АН УРСР* (1956. №4. С. 382-387); «Генетичні типи і стратиграфія розсіпищ ільменіту Волинського габро-лабрадоритового масиву» // *Доповіді АН УРСР* (1957. №4. С. 56-57); «Основні риси геології розсіпів України» // *Геологічний журнал* (1957. Т. XVII. Вип. 3. С. 40-48); «Значение палеогеоморфологических реконструкций и карт для поисков рассыпных месторождений» // *Матеріали II Всесоюзної наради з геологічних розсіпів* (Москва, 1964); «Основні етапи розвитку річкових долин» у монографічному збірнику «*Геоморфологія річкових долин України*» (Київ: Наукова думка, 1965, С. 7-26); «Методика палеогеоморфологічних досліджень» в книзі «*Геоморфологічне картування Української РСР*» (Київ: Наукова думка, 1966); «Основные категории россыпей» в книзі «*Проблеми геології россыпей*» (Магадан, 1970. С. 25-29); «Этапы образования погребенных россыпей Украины» (там же, С. 248-255); «Палеогеоморфологический метод» в книзі «*Рассыпные месторождения титана*» (Москва: Недра, 1976. С. 271-273); «Общие условия образования россыпей» (там же, С. 237-242); «Палеогеоморфологія України в середньому плейстоцені» // *Фізична географія та геоморфологія* (1980. Вип. 23. С. 52-61) та інші.

Загалом, науковий доробок М.Ф. Веклича становить біля 400 наукових праць, у т.ч. 35 монографій. Його учні та послідовники продовжують успішно працювати і розвивати палеогеографічну науку в Інституті географії НАН України (д. г. н., проф. Ж.М. Матвіїшина та ін.) та на географічному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка (д. г. н., проф. Н.П. Герасименко та ін.).

М.Ф. Веклич завжди був патріотом України, а його життєвий шлях та творчий доробок є яскравим прикладом відданості науці для наступних поколінь вчених природознавців.

УДК 37.02:911.2  
Михайленко О.В.

*Димерський ліцей №2 Димерської селищної ради, с-ще Димер,  
Київська обл., Україна*

### **ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ЛІТОСФЕРА» В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ГЕОГРАФІЇ 6-ГО КЛАСУ НУШ**

Основний акцент у реформі середньої освіти в Україні, яка розпочалась у 2018 році, зроблено на комфортність навчання у школі. Нова українська школа (НУШ) має стати місцем, приємним для перебування, отримання знань перестає бути головною метою навчання. Сучасним дітям та підліткам потрібні в першу чергу розвиток критичного мислення, уміння формулювати і вільно висловлювати власну думку, а також практичні навички застосування знань у повсякденному житті.

Замість механічного запам'ятовування учнівство має набувати так званих компетентностей, тобто динамічної комбінації знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей. Набуття компетентностей повинне сприяти успішній соціалізації учнівства та провадженню професійної та/або навчальної діяльності. Під час навчання в середній школі необхідно сформувати в школярів ядро знань (що саме по собі

значення і не має, як сказано вище); на нього будуть накладатись уміння цими знаннями користуватися, а також цінності та навички, що знадобляться майбутнім випускникам у подальшому житті.

Однією із ключових компетентностей, сформульованих у статті 12 Закону України «Про освіту», якраз є компетентність у галузі природничих наук. Вивчення природничих наук, в тому числі і географії (а можливо, і в першу чергу географії) дозволяє сформувати в дітей та молоді науковий світогляд, здатність і готовність застосовувати відповідний комплекс наукових знань і навичок для пояснення світу, що нас оточує, набувати досвіду дослідження довкілля та формулювання достовірних висновків на основі отриманої інформації, розуміння змін, зумовлених людською діяльністю та відповідальність за наслідки такої діяльності. Крім того, саме вивчення географії у школі сприяє (поруч із вивченням історії) вихованню почуття патріотизму, усвідомленню своєї ідентичності та національної приналежності. Жоден інший шкільний предмет не має такого змістового навантаження.

Характерна особливість шкільної географії – формування компетентностей, які зазначені як у природничій освітній галузі Державного стандарту базової середньої освіти, так і в інших (громадянській та історичній, математичній та інформатичній, технологічній, соціальній і здоров'язбережувальній). Цей предмет має чітку практичну спрямованість, що реалізується під час проведення досліджень, виконання практичних робіт і вправ, розв'язання ситуативних, проблемних, аналітичних завдань, роботи з літературою, Інтернет-ресурсами тощо. Під час вивчення географії учнівство розвиває свої наскрізні уміння – критично і системно мислити, висловлювати та логічно обґрунтовувати власну думку, творчо діяти, виявляти ініціативу, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми самостійно та у співпраці з іншими.

Географія в 6-му класі НУШ – це перший систематичний курс нового шкільного предмета, який досі учням не викладався в такому вигляді і такому обсязі. Інтегровані курси «Пізнаємо природу», «Довкілля» тощо містять початкову географічну інформацію про навколишнє середовище, поруч із початками біології, екології, астрономії, фізики, хімії. Під час вивчення загальної географії в учнів формуються уявлення про Землю як природний комплекс, особливості земних оболонок та їх взаємозв'язки. Курс загальної географії також містить відомості про географічні дослідження нашої планети, особливості зображення земної кулі на глобусі й карті, кількість і розміщення її населення, людські раси, положення України та окремих держав на політичній карті світу. Таким чином, у 6 класі розпочинається формування загальної географічної культури школярів та поступове формування геопросторового уявлення та мислення. Учні оволодівають основними географічними поняттями, набувають певних умінь у роботі з різними джерелами географічної інформації, в тому числі картографічними.

Міністерство освіти та науки України затвердило декілька модельних навчальних програм з географії для 6-9-х класів закладів загальної середньої освіти. Педагогічною радою нашого ліцею було обрано модельну програму Запотоцького С.П. та ін. Згідно неї у 6 класі курс «Географія» охоплює 2 розділи. Розділ перший, «Земля на глобусі й карті», знайомить учнів з темами «Глобус – модель Землі» та «Зображення Землі на карті». До другого розділу, «Оболонки Землі», включено підрозділи «Літосфера», «Атмосфера», «Гідросфера», «Біосфера та ґрунти», «Природні комплекси» та «Антропосфера». Таким чином, у курсі географії 6-го класу більше немає тем «Розвиток географічних знань про Землю» та «Географічні координати».

Теми, присвячені вивченню окремих оболонок Землі, значних змін не зазнали. Однак, якщо проаналізувати зміст програми детально, виникає ряд питань. Розглянемо для прикладу зміст підрозділу «Літосфера». На перший погляд, все логічно і виважено. Вивчення твердої оболонки Землі розпочинається з розгляду питань внутрішньої будови самої планети та літосфери. Надалі увага учнівства спрямовується на пояснення причин руху літосферних плит. А от потім такі дві важливі, обширні та й просто цікаві теми як землетруси та вулканізм об'єднуються. На їх вивчення пропонується лише один урок. Цього дуже мало, особливо якщо врахувати сучасні інформаційно-комп'ютерні технології, що дозволяють вчителю зацікавити школярів тими процесами, що відбуваються під землею поверхнею. Під час одного уроку просто неможливо пояснити сутність понять «землетрус», «вулкан», «гейзер» тощо та причини їх виникнення, побувати віртуально в різних куточках земної кулі – в Ісландії, на Гаваях, підняти на Етна чи один з філіппінських вулканів, що вивергались восени 2023 року,

а то й вирушити у минуле – і дізнатися з комп'ютерних симуляцій, що відбувалося в горезвісних Помпеях та Геркуланумі. А ще ж треба попрацювати над правилами поведінки в екстремальних ситуаціях, змодельовати наслідки землетрусів в умовах України тощо.

Не дуже логічним, на мою думку, є подальший розподіл тем. Після вивчення внутрішніх і зовнішніх процесів, що формують земну поверхню, учителю і учням пропонується кілька уроків-практикумів, пов'язаних із визначенням абсолютних і відносних висот. Вивчення мінералів та гірських порід, в тому числі і корисних копалин, зміщено в кінець підрозділу «Літосфера». І знову маємо об'єднані в один урок три великі теми – «Рівнини», «Гори» та «Рельєф дна Світового океану». В новій програмі це звучить як рельєф суходолу і дна океану, і на засвоєння цієї теми відведено одну годину, один параграф підручника. Ситуацію рятує те, що вчитель, згідно пояснювальної записки до модельної навчальної програми може міняти змістові блоки, щось додавати, щось прибирати задля якнайкращого засвоєння учнями матеріалу. Тому є сенс вивчати особливості рельєфу земної поверхні все ж таки протягом щонайменше трьох уроків, узагальнюючи та закріплюючи отримані знання під час уроку-практикуму «Як працювати з фізичними картами». Останні дві теми підрозділу «Літосфера» і, відповідно, два параграфи підручника присвячені вивченню мінералів, гірських порід та корисних копалин. Знову ж таки, на мою думку, замало часу передбачено для цих тем, які прекрасно підходять для використання діяльнісного підходу у вивченні загальної географії. Учням надзвичайно цікаво працювати з шкільними колекціями, якими б бідними вони не були. Практична робота, запропонована у модельній навчальній програмі, стосується тільки корисних копалин і не передбачає додаткового пошуку інформації в позаурочний час, створення міні-проектів чи моделей. Зокрема, дуже пізнавальною і захопливою для дітей була цього року робота над груповим проектом «Корисні копалини в облаштуванні житла».

Нова модельна програма виключає унікальні форми рельєфу Землі як тему окремого заключного уроку. На мій погляд, не варто відмовлятися від цієї теми, варто подавати її у вигляді уроку-подорожі для додаткового зацікавлення учнів проявами явищ та процесів, що формують «обличчя» нашої планети. Однак вчитель має право самостійно розподіляти навчальний час для формування очікуваних результатів навчання. Як показує досвід першого року навчання за новою програмою, не варто нехтувати цим правом. Вдумлива і послідовна робота з навчальним матеріалом сприятиме найважливішому, що відбувається протягом навчання в 6-му класі, – формуванню в учнів цікавості і захоплення світом, що нас оточує. Протягом першого року систематичного вивчення нового предмету вчитель повинен не просто показати, що це за наука, вчитель має захопати своїх учнів у географію. А матеріал теми «Літосфера» забезпечує для цього усе необхідне, головне – творчо підходити до його викладення.

УДК 631.4(477):355.422

**Підкова О.М.**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

## **КЛАСИФІКАЦІЯ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ**

Негативний вплив на довкілля повномасштабної збройної агресії російської федерації проти України за своїми обсягами і екологічними наслідками не має рівних у світовому досвіді. Воєнні дії у зоні відчуження Чорнобильської АЕС, окупація Запорізької АЕС, мінування величезних площ території держави, руйнування найбільш родючих чорноземних ґрунтів на сході і півдні країни, підрив Каховської ГЕС, знищення біорізноманіття, об'єктів природно-заповідного фонду, масові пожежі – далеко не повний перелік жахливих наслідків війни, екоциду як масштабного злочину країни-агресора проти довкілля України.

Шкода, яка завдається довкіллю України внаслідок війни – безмірна і неоцінена, незважаючи на усі спроби її визначити, у тому числі і фінансово. Наявні методики визначення шкоди окремим компонентам довкілля (природно-заповідному фонду, ґрунтам, землям, атмосферному повітрю, водним ресурсам та ін.) на сьогодні дають лише приблизні результати. Ймовірно, вони не будуть об'єктивними і на перспективу через складність

визначення і оцінювання негативного впливу війни на окремих компонент довілля, без системного підходу і розрахунку потенційних втрат екосистемних послуг, які надаються екосистемами (у тому числі агро- і урбоекосистемами) завдяки цьому компоненту довілля, щонайменше допоки триватиме війна, і компоненти довілля будуть зазнавати різного роду збитків і негативних впливів (сумарно – шкоди).

Ґрунт – компонент довілля, який війна зачіпає чи не найбільше. Усі воєнні дії, за виключенням воєнних дій в акваторії моря, ведуться на суші, представленій певним ґрунтовим покривом. Ґрунт виконує роль плацдарму, полігону для воєнних дій, транспортування, розміщення військової техніки, базування військових, у ґрунті зводяться фортифікаційні споруди різного типу і призначення, ґрунт зазнає колосальних пошкоджень, різного роду забруднень внаслідок обстрілів, пожеж тощо, які сумарно погіршують його стан, зумовлюють появу нових й інтенсифікацію наявних деградаційних процесів. Виділення *воєнної (мілітарної)* за деякими авторами) деградації ґрунтів як окремого типу деградації (Підкова О,М, 2023, 2024; Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О., Соловей В.Б., 2024) є актуальним і практично зумовленим.

Спектр негативних наслідків впливу воєнних дій на ґрунти надзвичайно широкий – від поверхневого ущільнення ґрунту внаслідок разового проїзду важкої воєнної техніки, знищення верхнього горизонту до руйнування ґрунтового профілю, підґрунтя і структури ґрунтового покриву. Від зміни будови чи властивостей ґрунту одномоментно (вибух ракети, бомби) до відтермінованих і віддалених у часі проявів через якість вирощеної продукції, склад ґрунтових вод. Від можливостей виміряти у грошовому еквіваленті завдану ґрунтам шкоду до безрозмірних оцінок через надання і/чи не надання екосистемних послуг тощо. Зважаючи на різноманітність, масштабність, наслідки негативних впливів воєнних дій на ґрунти, доцільно їх розділяти і розглядати окремо. Нижче представлено результати першої спроби класифікувати увесь спектр негативних наслідків воєнних дій на ґрунти.

Ґрупування негативних наслідків воєнних дій на ґрунти:

– *за видом деградації*: фізична (переущільнення ґрунту, зміна структурно-агрегатного стану...), механічна (переритість, зміна будови ґрунтового профілю...), водно-фізична (зміна рівня ґрунтових вод, зниження водопроникності...), фізико-хімічна (підкислення, засолення...), ерозійна (втрата верхнього шару ґрунту, площинна ерозія...), пірогенна (вигорання біоти, органічної речовини...), забруднення продуктами техногенезу (забруднення важкими металами, уламками техніки...), інші види деградації ґрунтів;

– *за масштабістю (охопленням)*: охоплює один генетичний горизонт, кілька генетичних горизонтів, увесь профіль ґрунту і підґрунтя;

– *за регулярністю*: разовий вплив, поодинокі, періодичні, постійні;

– *за проявом впливу на ґрунти у часі*: одномоментні, вплив на ґрунти у ближній перспективі, вплив на ґрунти у дальній перспективі;

– *за охопленням інших геосфер*: біопедосферні (руйнування біоти, флори і фауни, як власне ґрунтової, так і не ґрунтової...), педогеологічні (охоплює підґрунтя, виходи порід, терикони...), педогідрогеологічні (підземні і ґрунтові води...), педогеоморфологічні (руйнування денної поверхні у результаті риття окопів, спорудження бліндажів тощо, вирви від вибухів...), педокліматичні (викиди парникових газів, шкідливих сполук, підвищення температури повітря через вибухи, пожежі, спалювання органіки ґрунту, дегуміфікацію...);

– *за направленістю дії*: зворотні (незначне ущільнення верхніх горизонтів...), умовно зворотні (відновлення біоти, засипання невеликих за розмірами вирв від вибухів...) і незворотні (повне руйнування ґрунтового профілю, ґрунтового покриву і/чи його структури...);

– *за економічною оцінкою*: фінансове вимірювання через вирощений і зібраний і/чи не вирощений і не зібраний врожай...;

– *за екологічними наслідками*: через виконані/не виконані екологічні функції, надані/ не надані екосистемні послуги;

– *за напрямком дії*: прямі (безпосередньо зачіпають окрему частину ґрунту, увесь ґрунтовий профіль, ґрунтовий покрив...) чи опосередковано через інші компоненти довілля

(підземні води, повітря, рослинність у результаті забруднення ґрунтів важкими металами чи радіонуклідами...).

Деякі з негативних впливів на ґрунти одночасно потрапляють у кілька груп. Наприклад, забруднення ґрунтів радіонуклідами відносимо до забруднення продуктами техногенезу за видом деградації, може охоплювати від одного генетичного горизонту аж до усього ґрунтового профілю і підґрунтя (масштабність), виходити за межі ґрунтового профілю, забруднювати підземні води (педогідрогеологічний вплив), через рослинність, що росте чи буде рости на забрудненому ґрунті простежується біопедосферний вплив, вплив у часі, економічні, екологічні наслідки, пряма і опосередкована дія тощо.

Представлена класифікація негативних наслідків на ґрунти, зумовлених воєнними діями, є першою спробою узагальнити усе різноманіття негативних впливів війни на ґрунти. Потрібні наукові напрацювання у цій площині, теоретико-методологічне обґрунтування виділення окремих груп негативних наслідків війни на ґрунти, розроблення методик їх визначення, критеріїв внутрішнього поділу і ранжування з метою розроблення рекомендацій і заходів щодо відновлення пошкоджених війною ґрунтів. Особливо актуальним це буде після завершення війни, коли гостро постане питання післявоєнного відновлення пошкоджених воєнними діями ґрунтів.

УДК 551.8:551.34:551.311.3

Томенюк О.М.<sup>1,2</sup>, Богуцький А.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, м. Львів, Україна

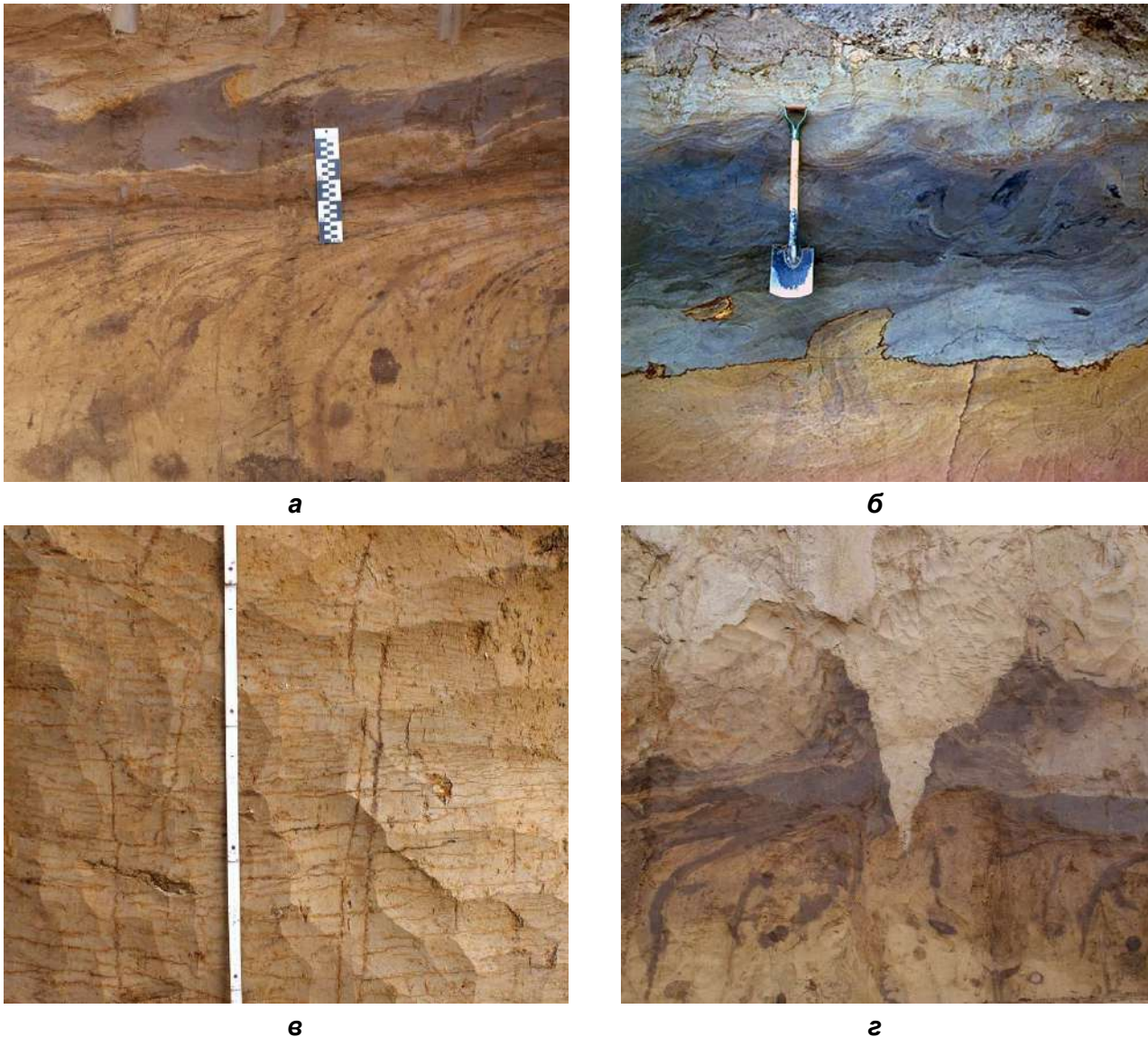
### СВІДЧЕННЯ ПАЛЕОКРІОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ У ПЕРИГЛЯЦІАЛЬНІЙ ЛЕСОВО-ҐРУНТОВІЙ СЕРІЇ УКРАЇНИ

Еолово-делювіальні леси, які складають потужні лесово-ґрунтові серії, – найпоширеніший тип континентальних відкладів антропогену України. Ними вкрито близько 70 % її території. Леси не поширені на Українському Поліссі (тут зустрічаються лише окремі лесові острови), в Карпатах та Кримських горах. Загальна потужність лесово-ґрунтового покриву досягає в Україні максимально 40–50 м, пересічно не перевищує 20–30 м. Лесово-ґрунтові серії поділяються на низку самостійних власне лесових, палеоґрунтових і палеокріогенних горизонтів. Свідчення поширення багаторічної мерзлоти зафіксовані у вигляді різноманітних типів палеокріогенних феноменів – однозначного свідчення формування лесів у холодних перигляціальних умовах (рис. 1).

Ми презентуємо матеріали комплексного вивчення лесово-ґрунтової серії Правобережної України (Волино-Подільська височина, Передкарпаття). Досліджено велику кількість опорних розрізів з використанням більшості сучасних методів досліджень плейстоцену. Широко вивчались також і палеокріогенні феномени. Встановлено, зокрема, що у середньому і верхньому плейстоцені у досліджуваній лесово-ґрунтової серії проявилось не менше 8 палеокріогенних етапів. Найдавніший із них – бояницький – приурочений до початку MIS 8. Давніших палеокріогенних етапів наразі не виявлено. Отже, є усі підстави стверджувати, що на заході Правобережної України не менше 8 разів встановлювались перигляціальні умови, в яких розвивалась багаторічна мерзлота.

У лесово-ґрунтової серії плейстоцену виявлено свідчення соліфлюкційного переміщення ґрунтів, в'язкопластичних деформацій (кріотурбації, інволюції) у межах давніх діяльних шарів, дрібно- та великополігонального розтріскування, кріогенного текстуроутворення, плями-медальйони, деллі тощо. На колишні мерзлотні умови на нашій території також вказує реліктовий великополігональний мікрорельєф.

Соліфлюкційні переміщення порід (рис. 1а) – найпоширеніший вид аструктурних деформацій. Потужність соліфлюкційних відкладів не перевищує 2–3 м.



**Рис. 1. Палеокріогенні структури у лесово-ґрунтовій серії України:  
а – соліфлюкційні деформації, б – кріотурбації, в – неповносітчаста посткріогенна текстура,  
г – псевдоморфоза по полігонально-жильних льодах**

В'язкопластичні деформації (рис. 1б) об'єднують палеомерзлотні форми, відомі як кріотурбації, інволюції тощо. Найвиразніше вони проявляються у західних і центральних районах Волинської височини і приурочені головню до дубнівського викопного ґрунту (MIS 3). Характеризуються підвищеним оглеєнням, наявністю лінз гумусованих включень та потужних смуг озалізнєння по верхньому і нижньому контактах.

Посткріогенні текстури мають головню сітчастий (рис. 1в) та комірчастий характер. Посткріогенна текстура підкреслюється плівками бурого озалізнєння.

До великополігональних типів структур відносяться псевдоморфози по полігонально-жильних льодах, меншою мірою – первинно-ґрунтові жили. Максимальні вертикальні розміри псевдоморфоз сягають 6–7 м і характерні для красилівського (фінальноплейстоценового, кінець MIS 2) етапу (рис. 1г). До дрібнополігонального типу структур відносяться клиновидні утворєння з розмірами полігонів 1–3, рідше 4–6 м. Це так звані косми. Найхарактернішою особливістю цих структур є гумусованість та вертикальна смугастість наповнювача.

Проведєні дослідження однозначно вказують на те, що палеокріогенез у плейстоцені відіграв значну роль у формуванні складу і фізико-механічних властивостей порід лесово-ґрунтових товщ України, а фінальноплейстоценовий палеокріогенний етап, крім того, істотно вплинув на формування сучасного рельєфу.



Тютюнник Ю.Г.<sup>1</sup>, Ярко С.В.<sup>2</sup>, Пензін О.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»,  
м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Україна*

<sup>3</sup>*пенсіонер, ветеран праці шахти «Об'єднана», м. Кривий Ріг (Терни), Україна*

## РЕЛЬЄФ-СЛІД ІСТОРИЧНОЇ УРАНОВОЇ ШАХТИ «Д»

Поняття рельєфу-сліду треба розглядати в контексті таких геоморфологічних категорій як «пелеорельєф», «реліктовий рельєф», «пам'ять рельєфу» та інших, що вказують на результати морфогенезу, який мав місце в минулому і актуально себе вже не проявляє. Категорію рельєфу-сліду ми вводимо як доволі обмежену в сенсі складову більш широкого поняття – індустріального сліду. Індустріальні сліди – це рештки елементів, компонентів, властивостей і якостей ландшафту, котрі в минулому виникли завдяки функціонуванню виробництва або транспорту, яке актуально припинилося і більше не існує. Індустріальними слідами можуть бути практично всі складові ландшафту, починаючи від елементів і властивостей літогенної основи і закінчуючи топонімами і прізвищами місцевого населення. Детально концепція індустріального сліду була обґрунтована нами на прикладі давніх гут Закарпаття [2]. Рельєф – одна з важливих якостей і властивостей ландшафту, тому цілком правомірно поняття індустріального сліду застосовувати і до нього, вважаючи рельєфом-слідом. Ми навіть не замислюємося, наскільки таких слідів навколо нас багато, залізничні насипи і виїмки, що залишилися від залізниць минулих десятиліть, – відомий всім і типовий приклад.

Локальна і відносно вузька в евристичному сенсі категорія рельєфу-сліду, в якому при бажанні можна вбачати окремий випадок реліктового рельєфу, є дуже корисною методично: вивчаючи такі сліди зон застарілого техногенезу, можна зробити низку цікавих відкриттів, наприклад в галузі вивчення і збереженні індустріальної спадщини краю. Нами був досліджений район найпершого українського уранодобування – гірниче підприємство № 28, пізніше № 30: так з 1953-го по 1965 рік іменувалося підпорядковане Жовтоводському Східному ГЗК уранодобувне виробництво, що розміщувалося на північ від селища Веселі Терни (сьогодні це мікрорайон Кривого Рогу). Тернівський уранодобувний «кущ» складався з шахт «Д», «2/6», «4-біс», «Об'єднана» і «Північна вентиляційна». Останні дві побудували на початку 1950-х рр., а от перші три були довоєнними. Тоді вони експлуатувалися як залізорудні, під час війни простоювали, а після звільнення Кривого Рогу від гітлерівців в жовтні 1943 р. одна за одною відновлювали свою роботу, особливо інтенсивно – починаючи з 1946 року. Теж довоєнні сусідні Жовторіченські шахти в 1946-1947 рр. знаходилися в аварійному стані і ремонтувалися [1, 3]. Отже шахти Д, 2/6 і 4-біс, як первістки українського уранодобування, слід вважати історичними, а ті гірничопромислові і посттехногенні ландшафти, що утворилися завдяки їхній роботі, – меморіальними об'єктами культурно-історичної індустріальної спадщини України.

З трьох історичних уранових шахт Кривбасу виразні руїни, «оформлені» у посттехногенний ландшафт, по собі залишила тільки ш. 2/6. На території, де найвірогідніше розміщувалася ш. 4-біс, сьогодні розташовані частково дробильна фабрика № 3 Північного ГЗК (збудований в 1960-1963 рр.), частково його транспортний цех, а також південна частина рекультивованих відвалів Першотравневого кар'єру. Як можливий слід від ш. 4-біс, зберігся лише залізничний насип під'їзного шляху: питання вимагає додаткового вивчення. Щодо ш. Д, про яку найчастіше згадують в літературі, то аналіз космознімків з 1964 по 2021 рр. показав: її проммайданчик поступово «з'їдався» північно-північно-східним бортом Першотравневого кар'єру ПівнГЗК. Але невелика периферійна смужка колишнього проммайданчика ш. Д може розташовуватися між Першотравневим кар'єром і залишками гірняцького поселення («хутора»), яке являло собою відокремлену вулицю Веселих Тернів (місцеві звать її «Бейкуш», вона існувала ще в 1970-х рр.).

В смузі між бортом Першотравневого кар'єру і залишками гірняцького помешкання розрізняються дві групи форм відвального рельєфу: 1) новітні, кар'єром створені; 2) більш давні, утворені тоді, коли кар'єр ще не почав «з'їдати» проммайданчик ш. Д, яка, працюючи,

постачала в оточуючий ландшафт маси порожньої породи. Є підстави вважати, що старіші відвальні відклади були утворені переважно тими масами – вони сформували шахтний слідовий гірничопромисловий рельєф. Підстави такі.

1. Літологічні і морфологічні відміни між новітніми і давнішими формами гірничопромислового рельєфу.

2. Дужчий розвиток процесів вивітрювання на старших кам'янистих субстратах.

3. Більше розповсюдження на старо-відвальних відкладах вторинних процесів природного морфогенезу, зокрема процесів осипових, зсувних і навіть яружно-балкових.

4. Наявність в межах старих відвалів техногенних решток у вигляді бетонного фундаменту естакади, тросів від клітьових підйомників, залишків споруд у вигляді навалок цегли і давнього бетонного каменю великих розмірів та геометрично правильних форм.

5. Значні фізіономічні відмінності між фаціями, сформованими на горішніх новіших і нижчих старіших ділянках рівнях відсипки порожніх порід [4]. Серед перших переважають незадерновані схилі поверхні і плато-подібні фрагменти, які вкриті рослинними угрупованнями з невеликим проективними покриттям (від 0 до 20%). Значне поширення мають деревні види в'яз граболистий, тополя біла та пірамідальна, клен татарський, робінія звичайна, береза бородавчаста. Трав'янисті, переважно синантропні, види формують більш щільний покрив у мікропонижзях та під деревами. Характерними є буркун білий, бурачок пустельний, волошка твердолиста, бромус волосистий, грицики звичайні. Давніші фації знаходяться на просунутих стадіях екологічної демутації, мають гарно розвинутий ґрунтово-рослинний покрив, що приховує щебенево-кам'янистий субстрат відвалів. Тут превалюють угруповання в яких домінують багаторічні види з родини злакових, що в сукцесії фітоценозу є показником фази його остепеніння. На схилах спостерігаються угруповання с костриці борознистої, тонконогу вузьколистого, а у понижзях – пирію повзучого. Розмаїття сформованого різнотрав'я складається з більш як 60 видів. Характерною біоіндикаційною ознакою давності відвальних комплексів на нижчих гіпсометричних рівнях є присутність дерев дикої груші, глоду, тополі, клену татарського зі стовбурами відносно крупного діаметру (до 25-30 см).

Посттехногенні осельні ландшафти гірняцької вулиці гарно ідентифікуються, тут можна зустріти плодові дерева, залишки споруд і конструкцій, розсипи продуктів руйнування будинків (технолітів). Все це чітко окреслює ту просторову межу, за якою південніше через декілька десятків метрів починаються старі відвали шахти Д.

В цілому давньо-шахтні гірничопромислові і посттехногенні форми рельєфу уранодобувного «куща» Тернівського району Кривого Рогу утворюють виразний і живописний антропогенний ландшафт, що простягається з північного заходу на південний схід вздовж північно-східного борту Першотравневого кар'єру від колишнього відділу робочого постачання до 3-ї дробильної фабрики ПівнГЗК. Він має вже досить високе біорізноманіття і насичений рештками виробничих об'єктів, пов'язаних з початком уранодобування в Україні, що дає підстави розглядати його як об'єкт для потенційного природного і культурно-історичного заповідання.

### Список використаної літератури

1. Мельник О.О., Стебліна І.О. Тернівська земля – перлина Криворіжжя (1750-1950). Кривий Ріг: Вид. Р. А. Козлов, 2019. 432 с.
2. Тютюнник Ю.Г. Индустриальные следы (на примере стеклоделия Закарпатья) // Питання історії науки і техніки. 2008. № 2. С. 65-69.
3. Уран України. История ВостГОКа в воспоминаниях очевидцев. 1951-2006. Д.: Проспект, 2006. 220 с.
4. Ярков С.В. Розвиток мішаних за субстратом 20-40 річних відвальних ландшафтів Криворіжжя. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Географія. 2013. Вип. 35, №2. С. 23-30

УДК 551.4 (477)

Філоненко Ю.М., Лоханько І.С.

*Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин, Україна*

## **ВИВЧЕННЯ ФОРМ РЕЛЬЄФУ СТВОРЕНИХ ЛЮДИНОЮ ТА БІОТОЮ У 6 – 11 КЛАСАХ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.**

Вплив біогенного та антропогенного чинника рельєфотворення на формування поверхні багатьох регіонів нашої планети є досить значним. Так, рельєфотвірна діяльність людини, стала причиною виникнення значної кількості форм рельєфу різного розміру на територіях нашої планети, які здавна були зручні для заселення, активно освоювалися та залучалися до господарської діяльності. Нині антропогенний чинник рельєфотворення найбільш масштабно проявляється на густонаселених територіях та у віддалених регіонах землі, де проводиться розробка родовищ корисних копалин відкритим способом, прокладаються транспортні комунікації тощо.

Внаслідок впливу біоти виникають форми земної поверхні різного розміру (від макро - до пікорельєфу). Найбільшими серед них є, сформовані у різні геологічні періоди, рифові комплекси. Загалом же, рельєфотвірна діяльність біогенного чинника тісно пов'язана з особливостями рослинності та тваринного світу певної території.

Враховуючи вище зазначене, є всі підстави стверджувати, що питання біогенного та антропогенного рельєфотворення не повинне залишатися поза увагою педагога та учнів при вивченні багатьох тем представлених у підручниках для закладів загальної середньої освіти.

Так, при вивченні у 6 класі розділу «Оболонки Землі», розглядаючи тему «Літесфера», необхідно звернути увагу учнів на антропогенне та біогенне рельєфотворення, як важливі зовнішні процеси, що змінюють характер земної поверхні. Школярам потрібно пояснити роль біоти та людини у формуванні особливостей гірського та рівнинного рельєфу. Назвати найбільш поширені на рівнинних та гірських територіях форми рельєфу біогенного та антропогенного походження. Коротко розглянути такі унікальні форми рельєфу антропогенного та біогенного походження, як давні городища, боброві комплекси тощо.

При розгляді теми «Гідросфера» доречним буде пояснити учням, яким чином може змінитися течія річок та характер їх берегів, внаслідок впливу людини. Особливу увагу слід звернути на такі наслідки антропогенної діяльності, як вирівнювання русла, укріплення берегів бетонними плитами, зведення мостів та трубних мостових переходів. Варто наголосити, що такий вплив людини зумовлює суттєві зміни у геолого-геоморфологічній роботі водних потоків і характері їх течії та призводить до перетворення річкових русел з флювіальних форм рельєфу на флювіально-антропогенні.

Вивчаючи озера, слід пояснити, що досить часто людська діяльність призводить до зміни рельєфу їх берегів та водності, а також спричиняє замулення й призводить до перетворення озер на болота (зокрема дрібних, мілководних заплавлених озер у басейнах малих річок)

При розгляді параграфу присвяченого болотам, доцільним буде показати, на прикладі боліт, зокрема, Чернігівщини, до яких наслідків можуть призвести роботи з осушення великих заболочених територій.

Вивчаючи штучні водотоки та водойми, варто відзначити, що на території багатьох держав налічується велика кількість рукотворних водних об'єктів (водосховищ, водовідвідних та зрошувальних каналів, ставків тощо). Вони використовуються населенням, як об'єкти водопостачання, рибальства та відпочинку.

Необхідно також відзначити, що на берегах водотоків та водойм активну рельєфотвірну роботу проводять окремі представники тваринного світу і навести приклади створених ними (боброві комплекси, кротовини тощо) форм рельєфу.

На важливій ролі біоти в рельєфотворенні Землі необхідно наголосити й при вивченні теми «Біосфера та ґрунти». Варто назвати найбільш поширені фітогенні та зоогенні форми рельєфу не лише планети загалом, а й місцевості де мешкають учні, оскільки тут вони можуть їх спостерігати особисто.

При вивченні теми «Материка та океани – великі природні комплекси географічної оболонки» і, зокрема, рельєфу материків і дна океанів у 7 класі також варто не забувати про антропогенні та біогенні форми рельєфу. Тут доцільним буде розповісти про суть поняття біогенне рельєфоутворення та його масштаби на нашій планеті. Необхідно також пояснити особливості зональності та періодичності біогенного рельєфотворення і розкрити значення термінів фітогенний та зоогенний рельєф. Зазначити, що фітогенні та зоогенні форми рельєфу є давні (реліктові) й сучасні, а їх розміри можуть коливатися від мм до сотень і, навіть, тисяч км (наприклад, Великий Бар'єрний риф).

Потрібно також розкрити суть поняття антропогенний рельєф та назвати види людської діяльності, які стають причиною появи найбільш поширених та масштабних форм рельєфу

антропогенного походження. Крім того, необхідно пояснити учням наслідки втручання людини в природні геоморфологічні процеси та назвати основні проблеми охорони й раціонального використання рельєфу.

При вивченні рельєфу материків і океанів доцільно буде навести приклади форм рельєфу біогенного й антропогенного походження, які представлені в місцевості де мешкають школярі та значною мірою ускладнюють характер її поверхні. Це, головним чином, форми рельєфу, які є наслідком інженерно-будівельної, сільськогосподарської та гірничопромислової діяльності людини, а також сучасні фітогенні (вітровальні горби, купини тощо) та зоогенні (нори, хатки та ін.) форми біогенного рельєфу.

Вивчаючи у 8 класі особливості географії України також варто пояснювати учням роль біоти та людини у формування рельєфу нашої країни.

Так, розглядаючи тему «Рельєф, тектонічна та геологічна будова, мінеральні ресурси» необхідно наголосити на тому, що антропогенний чинник рельєфотворення протягом останнього століття став провідним на території України.

При розробці родовищ корисних копалин за допомогою системи підземних і відкритих гірничих виробок та свердловин людина суттєво змінила поверхню нашої країни. З'явилися численні нові (антропогенні) форми рельєфу - кар'єри, відвали, шахти, терикони, провали, улоговини просідання, катакомби, тріщини, свердловини тощо. Збудовано досить густу мережу шляхів сполучення. З метою використання родовищ мінеральних вод у туристичній галузі створено бювети, споруджено велику кількість закладів розміщення, харчування та розваг.

Необхідно розповісти учням, що й в області (районі, населеному пункті) де вони мешкають також є подібні форми рельєфу. Потрібно навести приклади і надати інформацію внаслідок видобутку яких корисних копалин вони виникли, а також пояснити чому такі форми рельєфу суттєво відрізняються за морфологічними особливостями та морфометричними показниками. Необхідно також пояснити, що такі форми рельєфу стали причиною виникнення численних ґрунтових доріг, а на їх схилах активно розвивається водна ерозія (у великій кількості наявні ерозійні борозни та вимоїни (водорії)) і гравітаційні процеси (осипи з осипними лотками та конусами і обвали).

Слід також наголосити, що рівнинна територія нашої держави зазнала більшого антропогенного впливу. Тут значно частіше зустрічаються форми рельєфу антропогенного походження. У гірській же місцевості, особливо з високим показником лісистості, антропогенних форм рельєфу мало. Тут фіксуються численні біогенні форми рельєфу, представлені переважно вітровальними горбами та ямами і зоогенними формами, створеними різними представниками тваринного світу.

Вивчаючи води суходолу і водні ресурси України, слід відзначити, що водні об'єкти здавна були місцями концентрації населення. Люди ставилися до річок та озер, як до важливих об'єктів життєзабезпечення, тому їх береги інтенсивно освоювались та змінювались. Під дією антропогенного чинника виникали штучні тераси та майданчики для будівництва поселень і укріплень, формувались штучні затоки, будувались порти з пірсами для причалювання суден, розчищались території пляжів тощо.

Як приклад антропогенної діяльності на берегах водних об'єктів та її морфологічних наслідків доцільно показати особливості розміщення населених пунктів та давніх городищ у межах тих адміністративно-територіальних одиниць де мешкають учні. Варто також розповісти про формування мережі шляхів сполучення, промислових та рекреаційних зон і обговорити з учнями причини спорудження штучних водойм, використання ресурсів боліт та підземних вод, а також наголосити на важливості використання водних об'єктів певних територій у екскурсійній діяльності..

Слід звернути увагу школярів і на те, що поблизу водних об'єктів та на їх берегах спостерігається висока ретрельєфтівна активність біоти. Зокрема, варто навести приклади діяльності тварин-будівельників (бобрів, ондатр), а також згадати про густу мережу фітогенних форм рельєфу (купин, пристовбурових горбів тощо).

При вивченні особливостей природних зон та ландшафтів необхідно оцінити рельєфотвірну діяльність біоти та людини у різних природних зонах, наголосити на відмінностях та схожих моментах. Розглядаючи питання природокористування та геоecологічної ситуації, також варто відзначити роль антропогенного рельєфотворення та важливість біоти.

Вивчаючи ж з учнями природу та населення своєї адміністративного-територіальної одиниці (місцевості) необхідно розглянути переставлені там види антропогенної (видобувна, інженерно-будівельна, сільськогосподарська, белігеративна, рекреаційна тощо) діяльності, які

зумовлюють утворення нових форм рельєфу та є сприятливими для прояву фітогенного і зоогенного чинників рельєфотворення.

При вивченні окремих тем та розділів у 9 класі також необхідно звернути увагу на біогенне та антропогенне рельєфотворення і його морфологічні наслідки. Особливо це стосується теми «Географічне середовище – сфера взаємодії людства і природи» та параграфу «Взаємодія суспільної географії з фізичною географією».

Розглядаючи особливості національної і світової економіки та її секторальну структуру, необхідно наголосити на важливій ролі людини у зміні поверхні та виникненні нових форм рельєфу внаслідок функціонування первинного сектору економіки.

Антропогенна діяльність у сфері видобувної промисловості, сільського, лісового та, меншою мірою, рибного господарства призводить до формування великої кількості нано-, мікро-, мезо- та, навіть, макроформ рельєфу. При розгляді цієї теми доцільно навести приклади подібних форм рельєфу (кар'єри, насипи, відвали, звалища, сільськогосподарські угіддя, силосні ями, гноєсховища, горби, ями, пасма тощо), які представлені на території де мешкають учні і є можливість їх оглянути та дослідити. Варто також згадати про роль біоти при формуванні поверхні в лісових масивах, на сільськогосподарських угіддях, луках тощо.

Не можна залишити поза увагою й рельєфотвірну роль людини у вторинному та третинному секторах економіки, а в третинному (особливо туризм) – біоти.

При вивченні чинників розміщення виробництва, його суспільної та просторової організації учням також слід наголосити на рельєфотвірній діяльності людини та біоти, а також навести приклади біогенних та антропогенних форм рельєфу (зокрема й тих, що представлені в регіоні, де вони мешкають).

Розглядаючи глобальні проблеми людства також доцільно звернути увагу школярів на рельєфотвірну діяльність людини та біоти.

Інформацію про роль біоти та людини у формуванні поверхні нашої планети та її окремих регіонів, учні мають отримати вивчаючи у 10 класі особливості природних умов та природних ресурсів окремих регіонів світу, а також в 11 класі, вивчаючи загальні закономірності оболонки Землі, процеси в надрах і на поверхні планети, рельєф, біосферу, ґрунти і природні зони та інші теми.

УДК 378.141:908

Холявчук Д.І.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна*

<sup>2</sup>*Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича, м. Чернівці, Україна*

## **ПАЛЕОКЛІМАТ КАРПАТ: КОЛИ РЕЛЬЄФ МАЄ ЗНАЧЕННЯ**

Регіональні і локальні варіації зміни клімату в областях із неоднорідним та глибоко розчленованим рельєфом є особливо складними і, часто, екстремальними. На тлі глобального потепління зростає увага науковців до дослідження вразливості гірських ландшафтів до зміни клімату, що відображено у окремому розділі, присвяченому гірським регіонам у доповіді Міжурядової групи експертів зі зміни клімату 2022 року. Складно побудовані гірські поверхні виступають ядрами збурень метеосистем, а відповідно і коливань полів генералізованих параметрів – кліматичних характеристик. Для таких територій очікуваними є різноспрямовані зміни (флуктуації) або слабо виражені тенденції зміни. Тому дослідження присвячено виявленню короткоперіодичних змін палеоклімату упродовж останнього тисячоліття у Карпатах та впливу на них рельєфу.

Такі зміни встановлено на основі синтезу понад сотні палеокліматичних реконструкцій та побудови кліматичних полів розподілу річних і сезонних температур та кількості атмосферних опадів. Просторові конфігурації розподілу характеристик палеоклімату розглянуто у межах ландшафтних провінцій Карпат. Загалом у конфігураціях кліматичних полів ландшафтних провінцій Карпат помічено переважаючі кільцевих та лінійних паттернів розподілу ізолій, що відбивають морфоструктурні особливості.

Виявлено, що упродовж тисячоліття змін зазнавав не характер конфігурацій кліматичних полів, а, передусім, градієнт зміни кліматичних характеристик від ядер (високогірних масивів) до передгір'їв. За умов різної інтенсивності циркуляційного впливу відбувалась деформація ізолій у бік домінуючих циркуляційних паттернів. Окрім того, у результаті аналізу

багатовікової динаміки кліматичних полів встановлено, що під впливом гірської споруди у суміжних просторах, наприклад Карпатському басейні (територія Середньодунайської низовини суміжна з Карпатами), і широких міжгірних улоговинах, наприклад на Трансільванській височині, також виразними є конфігурації кільцевого характеру. Їх розвиток відбувається внаслідок депресійного впливу на клімат рельєфу Середньодунайської низовини і долини р. Сірет між передгір'ям Східних Карпат і Молдавським плато.

Кільцева конфігурація кліматичних полів у Західних Карпатах, особливо у сезонних вимірах, витягнута на захід. Ця деформація відображає синергетичний прояв циркуляційного, зокрема Атлантичного багаторічного коливання (АМО), та орографічного впливів. Найбільша деформація поля розподілу річних температур на захід відбувалась упродовж відносно теплішого періоду 1650-1720 рр., коли посилювався термодинамічний вплив гірської споруди. Найбільша деформація поля розподілу річних та літніх атмосферних опадів на захід характерна для періоду 1720-1850 рр., коли більше проявлявся орокліматогенний ефект посилення атмосферних опадів за умов переважання негативної фази Північноатлантичного коливання (NAO).

Широтна витягнутість і масивні високогірні плато Південних Карпат посприяли виразному прояву бар'єрного орографічного чинника на формування кліматичних полів над спорудою. Конфігурація кліматичних полів складена трьома кільцевими структурами навколо найвищих масивів: Бучедж і Фегараш, Паринг і Ретезат. Різкі переходи до низькогір'їв по обидва боки масивів визначають поле щільного розподілу кліматичних характеристик та їх незначні просторо-часові коливання упродовж тисячоліття. Платоподібний характер високогір'їв Південних Карпат, які, зазвичай розташовані вище рівня конденсації, мінімізує вплив циркуляційного чинника. Це проявлялось у невеликих кількостях атмосферних опадів вище 1500 м (порівняно із Західними і Східними Карпатами). На цьому тлі упродовж тисячоліття найменш виразні вологі/сухі фази, а найбільше – фази спричинені сонячною активністю.

Палеоклімат ландшафтної провінції Східних Карпат найбільше відмінний за просторовою конфігурацією кліматичних полів та їхньою динамікою від всіх інших провінцій. На це вплинуло розташування на перехресті різних регіональних джерел зволоження, найбільша протяжність пасом у субмеридіональному напрямку, майже суцільна смуга високогірного класу гір, широка і протяжна смуга низьких гір на північно-східному макросхилі. На основі просторового аналізу багатовікової динаміки кліматичних полів підтверджено, що найменші зміни термічного режиму відбулись на висоті 1000–1500 м – у поясі орографічного посилення атмосферних опадів. У ділянках розвитку інверсійних поясів, наприклад Чоногогірській, Чивчинській, Покутсько-Буковинській областях, річні ізотерми минулих століть сходяться з ізотермами останніх тридцяти років. Такі висновки потребують подальших підтверджень палеокліматичними дослідженнями інверсійних мезокліматів у Карпатах.

Палеоклімат Трансільванської височини – приклад регіонального прояву орокліматогеного депресійного впливу. Так, відносно стрімкий східний макросхил Південно-Західних і північний макросхил Південних Карпат посилювали розвиток плювіометричної депресії. Відповідно просторова кліматична мінливість у межах замкнутої широкої улоговини упродовж останнього тисячоліття до кінця ХХ ст. була найменш виразною порівняно з іншими провінціями Карпат. Особливість цього регіону – найхолодніший період упродовж 1650-1720 рр. як наслідок прояву сонячного мінімуму. Багатовікова мінливість режиму зволоження пов'язана із ритмікою надходження середземноморських циклонів взимку за умов менш вираженого бар'єрного впливу та ефекту дощової тіні від гірських хребтів Південно-Західних і Південних Карпат.

Отже, результати дослідження палеоклімату Карпат упродовж останнього тисячоліття вказують на суттєвий прояв орокліматогенного впливу рельєфу у мінливості просторово-часових конфігурацій розподілу кліматичних характеристик. Бар'єрний та депресійний прояви орографічного чинника визначають регіональні відмінності динаміки кліматичних полів у ландшафтних провінціях. У свою чергу ритміка просторових-часових коливань головним чином підпорядковуються мінливості циркуляційних паттернів АМО, NAO і сонячної активності, які проявляються по-різному у гірських висотних поясах. Перспектива таких досліджень стосується здійснення додаткових палеокліматичних реконструкцій у ландшафтних регіонах Карпатах, особливо українській частині Східних Карпат, з метою підтвердження виявлених орокліматогенно спричинених особливостей короткоперіодичних змін клімату гір.

УДК 551.4:551.8 (477)

Яцишин А.М., Богуцький А.Б., Дмитрук Р.Я.

*Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна*

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУКЦІЙ ФЛЮВІАЛЬНИХ МОРФОЛІТОГЕНЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРИБЕСКИДСЬКОМУ ПЕРЕДКАРПАТТІ

Сучасному стану вивченості складових частин Передкарпатської геоморфологічної області: підобластям Прибескидського, Пригорганського і Покутсько-Буковинського Передкарпаття, притаманні помітні диспропорції. Мабуть, найліпше вивченим є Прибескидське Передкарпаття і це при тому, що коло вирішуваних тут геоморфологічних та палеогеографічних проблем, є ширшим, ніж в межах решти підобластей. Зокрема, крім традиційних для Передкарпаття проблем історії формування та будови річкових долин, полігенетичних поверхонь вирівнювання, взаємозв'язків в системі "леси-тераси", палеоліту тощо, тут також необхідно розв'язувати проблеми гляціального і еолового (перевіяних пісків) морфолітогенезу, які є унікальними для Передкарпатської геоморфологічної області.

Ліпша вивченість Прибескидського Передкарпаття обумовлена його тривалими, активними дослідженнями представниками різних наукових шкіл із застосуванням найрізноманітніших методів. Тут, наприклад, працювали: Е. Ромер, С. Рудницький, В. Пшепюрський, Г. Тессейре, П. Цись, К. Геренчук, М. Демедюк, І. Гофштейн, В. Палієнко, Я. Кравчук та багато інших. Значна частина здобутих ними наукових результатів досі не втратила своєї актуальності та активно використовується на сучасному етапі досліджень.

Впродовж останніх майже 25 років проблеми континентального морфолітогенезу Прибескидського Передкарпаття перебувають у фокусі наших комплексних досліджень, які проводились у тісній співпраці з польськими колегами: Ю. Войтановичем, М. Ланчонт, П. Мрочком, С. Терпіловським, П. Зелінським та ін. (Університет Марії Кюрі-Склодовської, м. Люблін), П. Гембіцею (Жешівський університет), Л. Старкелем, А. Будек (Інститут географії і просторової організації ім. С. Лещинського ПАН, м. Краків), М. Бомбелем, Д. Ольшевською-Нейберт, Л. Лінднером, Л. Марксом (Варшавський університет) та ін. За результатами проведених досліджень опубліковано декілька десятків статей і тез, а також збірників наукових праць, підготовлених до двох міжнародних семінарів: Glacjal i peruglacjal na międzyrzeczu Sanu i Dniestru (2000 р.); Гляціал і перигляціал Українського Передкарпаття (2011 р.). Не зважаючи на значний прогрес у розв'язанні більшості проблем континентального морфолітогенезу Прибескидського Передкарпаття сьогодні все ж є деякі дискусійні геоморфологічні, палеогеографічні проблеми, які потребують вирішення. Назвемо ключові з них.

**1. Історія формування та будова долини Дністра.** Згідно з результатами найновіших досліджень в тій частині долини Дністра, яка перетинає Прибескидське Передкарпаття, виокремлюють або дев'ять надзаплавних терас (Державна геологічна карта України, аркуші М-34-XXIII (Пшемисль), М-35-XXIV (Дрогобич)), або, згідно з нашими даними, розвинено десять надзаплавних терас. Це, по-перше, помітно менше ніж в межах фрагменту долини річки, який дринує Пригорганське Передкарпаття, де виокремлюють шістнадцять (Державна геологічна карта України, аркуш М-35-XXV (Івано-Франківськ)), а згідно з нашими спостереженнями розвинено дванадцять надзаплавних терас, а, по-друге, тут не відстежено найдавніших – пліоценових терас Дністра. Виникає логічне запитання: чим це обумовлено?

На наш погляд, це пов'язано з особливостями формування гідромережі Карпат. Зокрема, П. Цись, І. Гофштейн, Р. Сливка з'ясували, що впродовж верхньопліоцен-еоплейстоценового часу в межах Стрийсько-Сянської верховини та Верхньодністерських бескидів функціонувала система повздовжніх долин, а саме: боринська, турківська, пра-Стривігорська і пра-Сянська. Цими палеодолинами найбільші ріки Вододільно-Верховинських Карпат (Дністер, Стрий і Стривігор), скидали свої води на північ, у пра-Сян. Тому впродовж пліоцену Прибескидське Передкарпаття перебувало поза зоною їхньої діяльності, а, очевидно, дринувалось такими порівняно невеликими річками як Бистриця-Підбузька, Тисьмениця, участь яких у перебігу морфолітогенетичних процесів в Прибескидському Передкарпатті була порівняно незначною.

У Горганах, навпаки, ще в пліоцені долини Свічі, Лімниці, Бистриці-Солотвинської, Бистриці-Надвірнянської були закладені вздовж тектонічних розломів і одразу ж набули

поперечної до простягання складок Карпат орієнтації. При виході з гір на прилеглі ділянки Передкарпаття ці ріки розробили і найдавніші – пліоценові, тераси.

Виявлені особливості конфігурації найдавнішої гідромережі Карпат, Передкарпаття одразу ж породжують інше принципово важливе питання: чи обґрунтовано ув'язувати формування терас пліоценового віку, збережених у Пригорганському Передкарпатті і на Поділлі, з ерозійно-аккумулятивною діяльністю пра-Дністерської гідромережі? Оскільки Дністер, Стрий і Стривігор у той час скидали свої води на північ, тому вони не могли брати участі у їхньому формуванні. Пригорганське Передкарпаття та Поділля дренивались пра-Свічею і розташованими південніше від неї іншими карпатськими ріками: Лімницею, Бистрицею-Солотвинською, які, очевидно, були правобічними притоками пра-Свічі. Тому, збережені в межах Пригорганського Передкарпаття і Поділля уривки пліоценових XII та XI надзаплавних терас треба ідентифікувати як морфолітогенетичні сліди діяльності пра-Свічанської, а не пра-Дністерської гідромережі.

**2. Будова та історія формування полігенетичних поверхонь вирівнювання.** В схемі геоморфологічної будови Передкарпаття досі міцно усталеною є ідея розвитку в його межах двох різновікових полігенетичних поверхонь вирівнювання: пліоценової поверхні Красної і еоплейстоценової поверхні Лоевої. Як стверджують автори цієї ідеї Г. Тессейре, І. Гофштейн, Я. Кравчук, вирішальну роль у формуванні поверхонь вирівнювання відіграла ерозійно-аккумулятивна діяльність річок басейну Дністра, які вільно переміщувались щойно звільненим з-під вод сарматського моря Передкарпаттям та зрізали, засипали алювієм нерівності ложа. Я. Кравчук у формуванні поверхонь Красної і Лоевої також вагому роль відводив інтенсивним площинним змивам, що розгортались на схилах антиклінальних складок.

Однак, по-перше, згідно з результатами наших досліджень в межах Прибескидського Передкарпаття розвинені дві денудаційні поверхні вирівнювання пліоценового віку: поверхня Красної і Старосільська поверхня, які є віковими еквівалентами розвинених у Пригорганському Передкарпатті XII і XI надзаплавних терас пра-Свічі, відповідно. Інша поверхня вирівнювання – Лоевої, у Прибескидському Передкарпатті практично повсюдно представлена морфометрично зближеними ерозійно-аккумулятивними X, IX, VIII і VII надзаплавними терасами.

По-друге, ми не можемо погодитись з ідеєю вирішальної ролі у формуванні поверхонь вирівнювання площинних змивів і тим більше флювіальних процесів. Оскільки встановлено, що у пліоцен-еоплейстоценовий час найбільші карпатські ріки: Стривігор, Дністер, Стрий у межі Прибескидського Передкарпаття не проникали, тому вони й не могли брати участі у формуванні поверхонь вирівнювання. Тільки такі порівняно невеликі річки, як Бистриця-Підбузька, Тисьмениця і дрібніші дренивали Прибескидське Передкарпаття, однак їхня роль у формуванні рельєфу цього району Передкарпаття не була вирішальною.

Щодо висунутої Я. Кравчуком ідеї розгортання на схилах антиклінальних складок інтенсивних площинних змивів, то це призвело б до постачання уламкового матеріалу у синклінальні прогини та формування делювіально-соліфлюкційних товщ. Але дотепер такі відклади ніким не були описані. Їхню відсутність також не можна пов'язувати з нібито пізнішими розмивами карпатськими ріками, які, як донедавна вважалося, могли вільно блукати по поверхні Прибескидського Передкарпаття. Проведені нами дослідження дозволяють стверджувати, що в час формування X надзаплавної тераси Стривігор, Дністер після виходу з Карпат впоперек прорізали складки прогину, а вже на етапі розробки IX тераси сформували хоч і не глибокі долини, які, однак, обмежували їхнє вільне блукання. Схилові нагромадження могли розмиватись тільки на окремих ділянках Прибескидського Передкарпаття невеликими річками, первинно закладеними вздовж синкліналей. Наприклад, ділянка долини р. Уличанка, яка між селами Доброгостів і Уличне закладена паралельно уступу гір і простягається вздовж лінії насуву нагромаджень воротиченської світи на відклади стебницької світи.

Підсумовуючи викладені вище результати проведених досліджень наголосимо, що проблеми перебігу флювіальних морфолітогенетичних процесів у Прибескидському Передкарпатті ще залишаються дискусійними і вимагають подальших ґрунтовних досліджень.



НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**Матеріали  
міжнародної науково-практичної  
конференції:  
ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ  
РЕЛЬЄФУ, КЛІМАТУ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД:  
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**Київ, 2-4 жовтня 2024 р.**

Комп'ютерна верстка - Гопцій М.В.

Міжнародна науково-практична конференція «Природничо-географічні дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод: сучасний стан та перспективи розвитку», присвячена 75-річчю кафедри землезнавства та геоморфології, кафедри метеорології та кліматології, кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, які були засновані в 1949р.

Конференція проходила 2-4 жовтня 2024 р. на географічному факультеті університету.