

ISSN: 2306-9716 (Print)
ISSN: 2664-6110 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

4(49)



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2023. – № 4(49). – 254 с.

Головний редактор: Бондар О.І., доктор біологічних наук

Заступник головного редактора: Нагорнева Н.А.

Науковий редактор: Машков О.А., доктор технічних наук

Відповідальний редактор: Сікачина В.Г.

Редакційна колегія:

Гандзюра В.П., доктор біологічних наук

Єрмаков В.М., доктор технічних наук

Захматов В.Д., доктор технічних наук

Івашенко Т.Г., кандидат технічних наук

Конішук В.В., доктор біологічних наук

Лукаш О.В., доктор біологічних наук

Машков В.А., доктор технічних наук

Михайленко Л.Є., доктор біологічних наук

Нецветов М.В., доктор біологічних наук

Ольшевський С.В., доктор технічних наук

Риженко Н.О., доктор біологічних наук

Рудько Г.І., доктор геолого-мінералогічних наук,

доктор географічних наук, доктор технічних наук

Улицький О.А., доктор геологічних наук

Фінін Г.С., доктор фізико-математичних наук

Шматков Г.Г., доктор біологічних наук

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі біологічних наук (091 – Біологія), природничих наук (101 – Екологія, 103 – Науки про Землю) та технічних наук (183 – Технології захисту навколишнього середовища).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

*Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)*

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВОЄННИХ ДІЙ	7
Бондар О.І., Загороднюк К.Ю., Новіков М.Г., Загороднюк Ю.В., Мошинський В.С., Филипчук В.Л., Гуляєв В.М. Про першочергові заходи з відновлення і модернізації систем водопостачання територій, що постраждали внаслідок воєнних дій (на прикладі ліквідації наслідків надзвичайної ситуації воєнного характеру на Каховській ГЕС).....	7
Магась Н.І., Хоренченко Г.В., Замуруєва К.М., Бешевець Ю.В., Риндюк С.І., Баркар В.Ю., Замрій М.В., Бондар М.В. Аналіз гідрологічної ситуації у Дніпровсько-Бузькій гірловій області, внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС.....	15
Чугай А.В., Чернякова О.І., Клімов І.О. Аналіз впливу військової діяльності в Україні на стан атмосферного повітря.....	26
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ	32
Корніюк А.В., Пацева І.Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення.....	32
Крупей К.С., Оверченко А.В. Фітотестування якості води у магістральному каналі на лівобережжі Херсонщини після підризу греблі Каховської ГЕС.....	38
Телюра Н.О., Ломакіна О.С., Лукашевич Д.С. Комплексний інноваційний підхід до оцінки територій, постраждалих внаслідок лісових пожеж.....	44
Шестопалов О.В., Тихомирова Т.С., Стаднік В.Ю. Екологічна оцінка хімічного складу дощових стічних вод на дитячих ігрових майданчиках м. Харків.....	52
ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	58
Дмитрієва О.О., Цапко Н.С., Мельнік Л.В., Ємельянов С.П. Використання пігментів фітопланктону щодо оцінювання ступеню евтрофування водних об'єктів.....	58
Дядін Д.В., Дрозд О.М., Свергуненко А.С. Індикатори чутливості водних ресурсів міських територій до зміни клімату.....	64
Рильський О.Ф., Домбровський К.О., Воронова Н.В., Горбань В.В., Дударєва Г.Ф., Притула Н.М. Екологічні аспекти формування біорізноманіття р. Мокра Московка.....	73
Сталінська І.В., Дмитренко Т.В. Рекомендації щодо зменшення екологічного ризику накопичувачів промислових стічних вод і шламів на екологічний стан поверхневих водних об'єктів на урбанізованих територіях.....	82
Яковлев В.В., Дмитренко Т.В., Ліщина В.Д. Нові екологічно обґрунтовані конструкції водозаборів для централізованого водопостачання Харкова з використанням природних процесів очистки води.....	91
ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО	97
Ковров О.С., Красовський С.А., Сушко З.Л. Обґрунтування параметрів біологічної рекультивації відвалу шахти для зменшення викидів вуглепородного пилу в атмосферу.....	97
Лопушанська М.Р., Іванов Є.А. Гідрологічні чинники та їхня роль у розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області.....	105
Наконечний І.В., Літвак О.А., Літвак С.М., Маринець О.М. Аналіз чинників, що впливають на процес біоремедіації ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.....	114
ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	123
Коротецький В.П., Полятикіна О.О. Ефективність функціонування природно-штучного біомеліоративного комплексу (ПШБК) на водних об'єктах Кілійського міжрайонного управління водного господарства (КМУВГ).....	123
Ткачук О.П., Вергеліс В.І. Наукове обґрунтування механізму зниження вмісту важких металів у ґрунті методом фіторемедіації бобовими багаторічними травами.....	131

ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ.....	138
Сорочинська О.Л. Екологічні проблеми зберігання та утилізації відходів на підприємствах транспорту.....	138
ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	144
Бондар О.І., Машков О.А., Присяжний В.І., Оводенко Т.С., Печений В.Л. Парадигма обробки інформації в інтелектуальній інформаційній системі для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки.....	144
Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Члек О.М., Миколайчук О.В., Муляр А.П. Фінансове забезпечення сфери охорони навколишнього природного середовища в Житомирській області.....	153
Строкаль В.П., Шевчук С.А. Затоплення та підтоплення територій: ризики для водної та продовольчої безпеки регіонального рівня.....	159
ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД УКРАЇНИ.....	171
Бургаз О.А., Бургаз М.І., Кротов С.А. Любительське рибальство як напрямок розвитку рекреаційної діяльності об'єктів природно-заповідного фонду України (на прикладі Нижньодністровського національного природного парку).....	171
Гафіяк О.В., Симочко Л.Ю. Екологічна оцінка трансформованих екосистем у Карпатському регіоні.....	177
Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г. Аналіз територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду об'єднаних територіальних громад Коростенського району Житомирської області.....	186
Хоменко С.В., Тарасюк Г.М., Кірейцева Г.В., Демчук Л.І., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. SWOT-аналіз рекреаційно-туристичного потенціалу Житомирської області.....	194
ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ТА ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ.....	200
Івашенко І.В., Котлюк Л.А., Бакалова А.В., Грицюк Н.В. Сезонні ритми розвитку <i>Serratula coronata</i> L. за культивування в Центральному Поліссі України.....	200
Котляр М.М., Калініченко О.О., Маслак В.І., Охмат О.А., Юнгін О.С. Вплив праймування метаболітами ріст-стимулювальних бактерій на розвиток рослин пшениці озимої.....	205
Красовський В.В., Козлов А.В., Черняк Т.В. Районування та умови дослідження субтропічних плодівих культур на Полтавщині.....	211
Лукіша В.В., Мовчан М.М. Оцінка просторового поширення інвазійних деревних видів у бореальних лісах Середнього Придніпров'я.....	219
Степанов Є.В., Пасічник С.В. Аналіз впливу деяких мікроелементів ґрунту на концентрацію флавоноїду рутину у звиробі звичайному (<i>Hypericum perforatum</i> Linneus, 1753).....	226
ЗМІНА КЛІМАТУ.....	232
Федонюк В.В., Іванців В.В., Жадько О.А., Федонюк М.А. Порівняльний аналіз комфортності погоди протягом курортного сезону в національних природних парках Волинської області.....	232
Яковишина Т.Ф. Оцінювання зміни клімату протягом XX-го століття на прикладі техногенно навантаженої території Дніпропетровської області.....	238
ЕКОПУБЛІЦИСТИКА.....	246
Фінін Г.С. Екоцид: екологічний тероризм та його вплив на суспільну свідомість у форматі війни.....	246
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	249

АНАЛІЗ ГІДРОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ У ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКІЙ ГИРЛОВІЙ ОБЛАСТІ, ВНАСЛІДОК РУЙНУВАННЯ ГРЕБЛІ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

Магась Н.І.¹, Хоренженко Г.В.², Замуруєва К.М.², Бешевець Ю.В.^{1,2},
Риндюк С.І.², Баркар В.Ю.², Замрій М.В.², Бондар М.В.²

¹ Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
пр. Героїв України, 9, 54025, м. Миколаїв

² Миколаївський обласний центр з гідрометеорології
вул. Обсерваторна, 1, 54030, м. Миколаїв

nataly.magas@gmail.com, hydronikolaev@meteo.gov.ua

Збройні конфлікти та воєнні дії завжди серйозно впливають на навколишнє середовище, інфраструктуру та життя людей. Руйнування дамби Каховської ГЕС призвело до величезної екологічної катастрофи. У роботі розглянуто питання аналізу гідрологічної ситуації у Дніпровсько-Бузькій гирловій області, внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС. Зроблено оцінку впливу на водні ресурси і території Південного регіону України. Для аналізу перебігу затоплення територій використано методи дистанційного зондування Землі. За результатами аналізу встановлено, що підвищення рівня води спостерігалось у річках Дніпро, Інгул, Південний Буг та в Бузькому лимані, підтоплення зазнали значні території південного регіону України. Підняття рівня води у водних об'єктах викликало негативний вплив на акваторії, прибережні території Херсонської та Миколаївської областей. Основними наслідками гідрологічного явища є підтоплення територій, знищення цивільної інфраструктури, житлових будинків та домогосподарств у населених пунктах, промислових і сільськогосподарських об'єктів, обмеження доступу до питної води, погіршення екологічної та епідеміологічної ситуації, руйнування поверхневого шару ґрунту, пошкодження рослинності, знищення унікального біорізноманіття, загибель людей. За характером походження, ступенем поширення, розміром матеріальних збитків, гідрологічне явище яке спостерігалось на території Херсонської та Миколаївської областей, відноситься до надзвичайних ситуацій техногенного характеру державного рівня. Результати оцінки та аналізу динаміки гідрологічної ситуації у Дніпровсько-Бузькій гирловій області, внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС будуть основою для визначення рівнів забруднення територій, ґрунтів та водних об'єктів, проведення подальшої оцінки завданої шкоди довкіллю та населенню. *Ключові слова:* Каховське водосховище, джерела гідродинамічної небезпеки, водний конфлікт, гідрологічна ситуація, надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Analysis of the hydrological situation in the Dnipro-Bug estuary region following the destruction of the Kakhovka hydroelectric power station dam. Magas N., Khorenzhenko H., Zamuruieva K., Beshevets Yu., Ryndiuk S., Barkar V., Zamrii M., Bondar M.

Armed conflicts and hostilities always have a serious impact on the environment, infrastructure and people's lives. The destruction of the Kakhovka hydroelectric power station dam led to a huge environmental disaster. The paper deals with the analysis of the hydrological situation in the Dnipro-Bug estuary region as a result of the destruction of the Kakhovka HPP dam. The impact on water resources and the territory of the Southern region of Ukraine is assessed. Remote sensing methods were used to analyse the course of flooding. The analysis found that the water level rose in the Dnipro, Ingul, Southern Bug and Bug Estuary rivers, and that significant areas of the southern region of Ukraine were flooded. The rise in water levels in water bodies had a negative impact on the water areas and coastal areas of Kherson and Mykolaiv regions. The main consequences of the hydrological phenomenon include flooding of territories, destruction of civilian infrastructure, residential buildings and households in settlements, industrial and agricultural facilities, restricted access to drinking water, deterioration of the environmental and epidemiological situation, destruction of the surface soil layer, damage to vegetation, destruction of unique biodiversity, and loss of life. The hydrological phenomenon observed in the Kherson and Mykolaiv regions is classified as a state-level man-made emergency due to its origin, extent of spread, and amount of material damage. The results of the assessment and analysis of the dynamics of the hydrological situation in the Dnipro-Bug estuary region, as a result of the destruction of the Kakhovka HPP dam, will be the basis for determining the levels of pollution of territories, soils and water bodies, and for further assessment of the damage caused to the environment and the population. *Key words:* Kakhovka Reservoir, sources of hydrodynamic hazard, water conflict, hydrological situation, man-made disasters.

Постановка проблеми та актуальність дослідження. Питання водозабезпечення та водної безпеки стали вкрай актуальними на території України в умовах збройного конфлікту з російським агресором. Прояв впливу воєнних конфліктів визначається рівнем загострення проблеми та наслідками, які виникають у процесі водних конфліктів, та воєнних дій в цілому [1]. На відміну від конфліктів які відбувались раніше на територіях Глобального Півдня

та країн з економікою, що розвивається [2], поточний збройний конфлікт відбувається в регіоні, який характеризується сильно модифікованим та індустріалізованим водним сектором [3, 4]. Розгалужена та важлива водна інфраструктура України включає великі багатопільові водосховища, греблі гідроелектростанцій, охолоджувальні установки для атомних станцій, водосховища, які використовуються для промисловості та видобутку корисних копа-

лин, а також розгалужені водорозподільні канали та трубопроводи для зрошення та побутових потреб [5, 6]. Такі об'єкти є основними джерелами гідродинамічної небезпеки на території України та створюють загрози і в мирний час. Їхнє руйнування призводить до підтоплення територій та знищення водної біоти, погіршення екологічної та епідеміологічної ситуації, знищення населених пунктів, промислових і сільськогосподарських об'єктів, загибелі людей. Більшість цієї водної інфраструктури розташовано у східній та південній частинах країни, в районах інтенсивного сільськогосподарського виробництва та основних промислових видів діяльності, таких як металургія, видобуток вугілля та хімічне виробництво.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Робота тісно пов'язана з вирішенням завдань, що наведені у Водній стратегії України на період до 2050 року [7], Комплексній програмі охорони довкілля Миколаївської області на 2021-2027 роки [8], Розпорядженні керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації техногенного характеру регіонального рівня, пов'язаної з підривом російською федерацією Каховської ГЕС від 15.06.2023 № 6, Положенні про Український гідрометеорологічний центр державної служби України з надзвичайних ситуацій [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання впливу воєнної діяльності на стан водних ресурсів висвітлено в розрізі таких напрямів: ознаки збройних конфліктів і наслідки їх у регіоні Донбасу України та поділ типів водного конфлікту розкрито у працях Хільчевського В.К. [10, 11]; приклади шляхів вирішення водних конфліктів тих країн, що не мали прямого виходу до моря, і відповідно боролися за це, представлено у працях Куцька О.М., Перемибіда Д.О. [12], головні воєнні дії (їхні наслідки та ризики), які негативно вплива-

ють на стан водних об'єктів та їх якість, розкрито у працях Строкаль В.П., Ковпак А.В. [1], вплив воєнних дій на прісноводні ресурси та водну інфраструктуру за перші три місяці війни на території України проаналізовано в роботі Шумілової О., Токнер К., Суходолова А. та ін. [6].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Яскравим прикладом прояву негативних наслідків від впливу на водну інфраструктуру під час воєнних дій на території України є підриг греблі ДніпроГЕС під час Другої світової війни у 1941 році, підриг дамби Північно-Кримського каналу та дамби і насосної станції в гирлі р. Ірпінь у 2022 році. Причини та наслідки впливу цих подій на водні ресурси і території показано у таблиці 1. Відповідно до класифікації Тихоокеанського інституту (США) [13], на основі рівня використання, ефекту та впливу води, такі водні конфлікти можна віднести до категорії де вода виступає як «жертва» – водний конфлікт, в якому забруднення водних об'єктів, руйнування або пошкодження водної інфраструктури відбувається як навмисно так і випадного внаслідок воєнних дій та збройних конфліктів; «зброя» – водний конфлікт, в якому водні об'єкти (водні ресурси) використовувались як інструмент в насильницькому конфлікті.

Найбільшу гідродинамічну небезпеку для населення Південного регіону України становлять Ташлицьке водосховище (Миколаївська область), Каховське водосховище (Херсонська область) та гребля на Хаджибейському лимані (Одеська область). Значну гідродинамічну небезпеку також створюють водосховища, що розташовані за межами регіону: Ладизинське (Вінницька область) та Дубосарське (Республіка Молдова) [14, 15].

06 червня 2023 року, приблизно о 3-ій годині ранку російськими окупантами було підірвано греблю Каховської ГЕС, яка розташована на річці Дніпро (5 км від м. Нова Каховка Херсонської області),

Таблиця 1

Причини та наслідки впливу військових дій на основні джерела гідродинамічної небезпеки на території України, 1941–2022 рр. [13, 8, 1]

Рік	Причини водного конфлікту	Тип конфлікту	Наслідки водного конфлікту
1941 1943	Підриг греблі ДніпроГЕС	зброя, жертва	Відсутність доступу до безпечної води, затоплення територій
2022	Знищення російськими військами греблі Оскільського водосховища у Харківській області	жертва	Практично повне обміління водойми, зруйновано екосистему водосховища, знищено цінні види риб та іншої водної біоти
2022	Підриг дамби, яка перекривала Північно-Кримський канал	зброя, жертва	Зношення та замулення гідротехнічних споруд, збільшення дефіциту води
2022	Підриг дамби і насосної станції в гирлі р. Ірпінь при впадінні в Київське водосховище на Дніпрі	зброя, жертва	Затоплення територій, забруднення ґрунтів, води в результаті підтоплення

що спровокувало катастрофу небачених наслідків. Каховське водосховище відігравало критично важливу роль у забезпеченні енергії, питної води, зрошення та перевезень річковим транспортом в різних регіонах на півдні України, а також у постачанні води для промислових підприємств у таких містах, як Кривий Ріг, Нікополь, Марганець та інших.

Метою даної роботи є аналіз гідрологічної ситуації у Дніпровсько-Бузькій гирловій області, внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС та оцінка впливу на водні ресурси і території Південного регіону України.

Методологічне або загальнонаукове значення. Внаслідок підриву греблі Каховської ГЕС, з 6 червня 2023 року на Каховському водосховищі та на пригирловій ділянці р. Дніпро спостерігається складна гідрологічна ситуація техногенного характеру, яка обумовила активне зниження рівнів води на Каховському водосховищі та катастрофічне підвищення рівнів води нижче за течією.

Аналіз фактичної гідрологічної ситуації водних об'єктів на території Херсонської та Миколаївської області після руйнування греблі Каховської ГЕС, було виконано на основі отриманих та оброблених відповідними технічними і технологічними засобами результатів спостережень на восьми постах гідрометеорологічної мережі Миколаївського, Херсонського та Дніпропетровського обласних центрів з гідрометеорології (рис. 1).

Викладення основного матеріалу. Рівень води в Каховському водосховищі перед підривом станом на 5 червня 2023 року дорівнював 16,79 м БС (об'єм

19,9 км³), що на 0,79 м був вище нормального підпірного рівня водосховища (НПР).

За результатами оперативної оцінки рівневого режиму Каховського водосховища, яка проводилась за даними гідрологічного поста Нікополь, після підриву греблі Каховської ГЕС спостерігалось зниження рівнів води на Каховському водосховищі з інтенсивністю в середньому 5-10 см за годину. Найінтенсивніший спад спостерігався в першу добу (рівень знизився за добу на 1,65 м) з поступовим зменшенням інтенсивності в період 7-11 червня (спад рівнів води був на 1,0-1,4 м за добу) (рис. 2). Через неможливість проведення подальших вимірів на посту Нікополь, внаслідок втрати гідравлічного зв'язку з основною частиною Каховського водосховища, останні спостереження були проведені о 20 годині 11 червня, за даними яких загальний спад рівнів води на Каховському водосховищі становили 7,73 м (у порівнянні з рівнями на 20 годину 5 червня), об'єм водосховища зменшився на 73 % і становив 5,4 км³ [16].

Рівні води на Каховському водосховищі знизлись нижче критичних відміток роботи водозаборів населених пунктів прилеглих територій та згідно [17] є нижчими за початковий рівень стихійного гідрологічного явища (СГЯ III-низькі рівні).

Внаслідок підриву Каховської ГЕС значна товща води рушила вниз за течією, обумовивши різке підвищення рівнів води і затоплення значних територій, що призвело до катастрофічних наслідків. На пригирловій ділянці р. Дніпро в створі поста МГП-I Херсон 6 червня 2023 року з 04 год. 20 хв. по стрічці

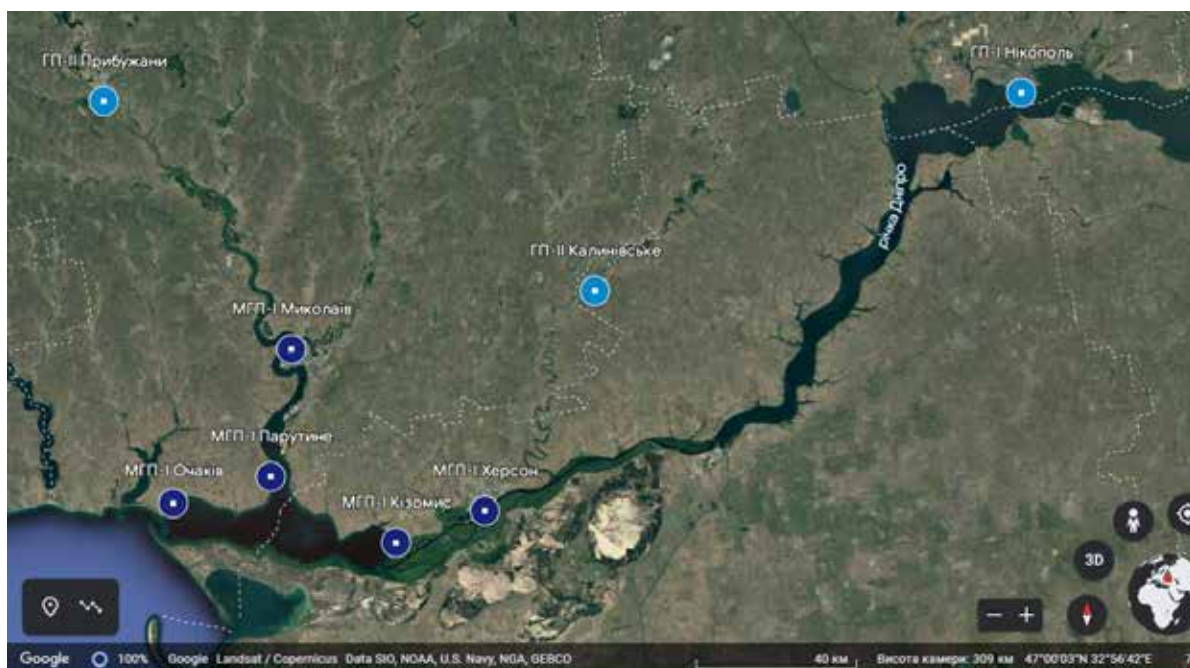


Рис. 1. Просторовий розподіл постів гідрологічних спостережень для оцінки наслідків руйнування греблі Каховської ГЕС

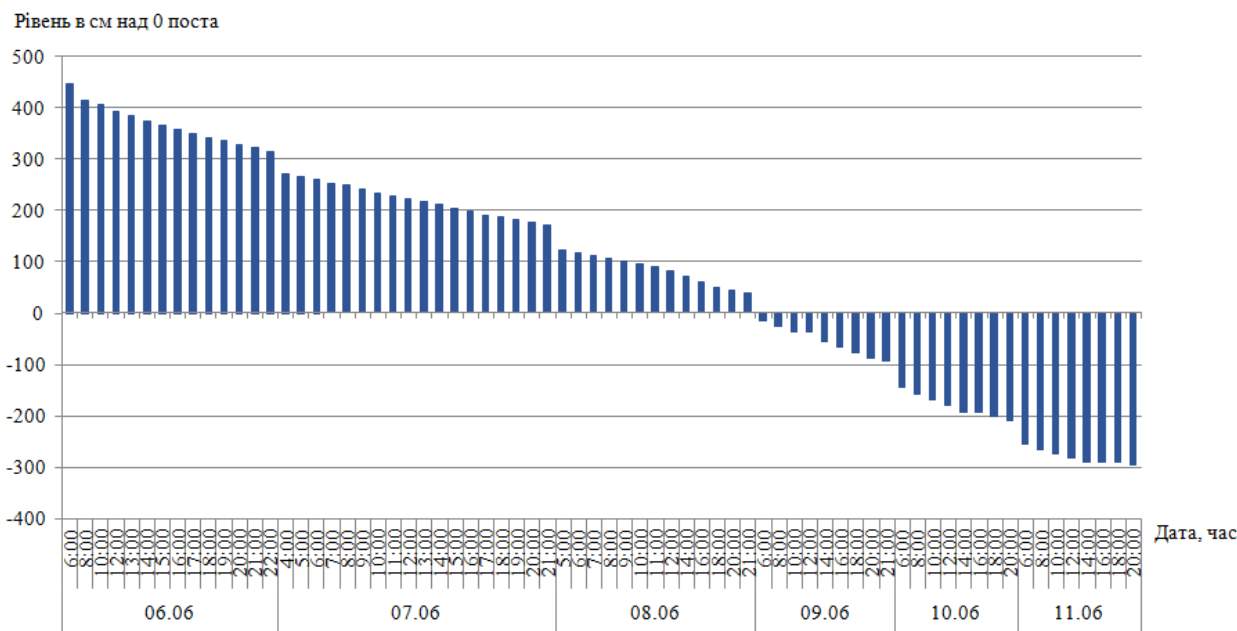


Рис. 2. Динаміка зниження рівня води в Каховському водосховищі після руйнування греблі Каховської ГЕС (за даними гідрологічного поста Нікополь)

самописця рівня моря (СРМ) почалось стрімке зростання рівня води від відмітки 535 см. На 08 год. 00 хв. рівень досяг 660 см і перевищив на 10 см небезпечну відмітку 650 см. Перо СРМ вийшло за стрічку і він перестав працювати. Спостереження рівня води на МГП-І Херсон проводились переносною рейкою відносно футштока. Відлік по переносній рейці, коли востаннє була можливість дістатись до футштока, зафіксував перевищення рівня води на 23 см над верхом футштока. Причал річкового порту вже був частково підтоплений. Було розпочато почашені спостереження кожні 15 хвилин, передача результатів вимірювань кожні 30 хвилин. Були вибрані позначки на місцевості для визначення тенденції підняття рівнів, вимірювання проводились методом ватерпасовки. Впродовж доби в створі поста Херсон продовжувалось підвищення рівня води на 5-24 см за годину. О 10 годині ранку 7 червня рівень води досяг відмітки 1034 см (5,34 м БС), загальне підвищення становило 5,04 м.

Станом на 3 годину ночі 8 червня в створі поста сформувався максимальний рівень висотою 5,37 м над рівнем на 20 годину 5 червня – 1068 см над нулем поста (5,68 м БС), що на 411 см перевищував максимум за період введення в експлуатацію Каховської ГЕС (657 см, 1956 – 2022 р.р.) та на 267 см максимум за період незарегульованого стоку 1916-1955 р.р. (800 см 18.05.1931р.). Потім спостерігалось його незначне коливання в межах 1-2 см з тенденцією до зниження. Протягом 9 червня спостерігалось стабільне зниження рівня води на 2-7 см за годину. 10-16 червня продовжувався стабільний спад рівнів води в межах 1-8 см за годину. 16 червня

о 20 год. 00 хв. рівень води знизився нижче небезпечної відмітки і досяг 649 см (1,49 м БС) (рис. 3).

Впродовж наступних 10 днів рівень води в створі МГП-І Херсон продовжував поступово знижуватись, повертаючись до середніх значень.

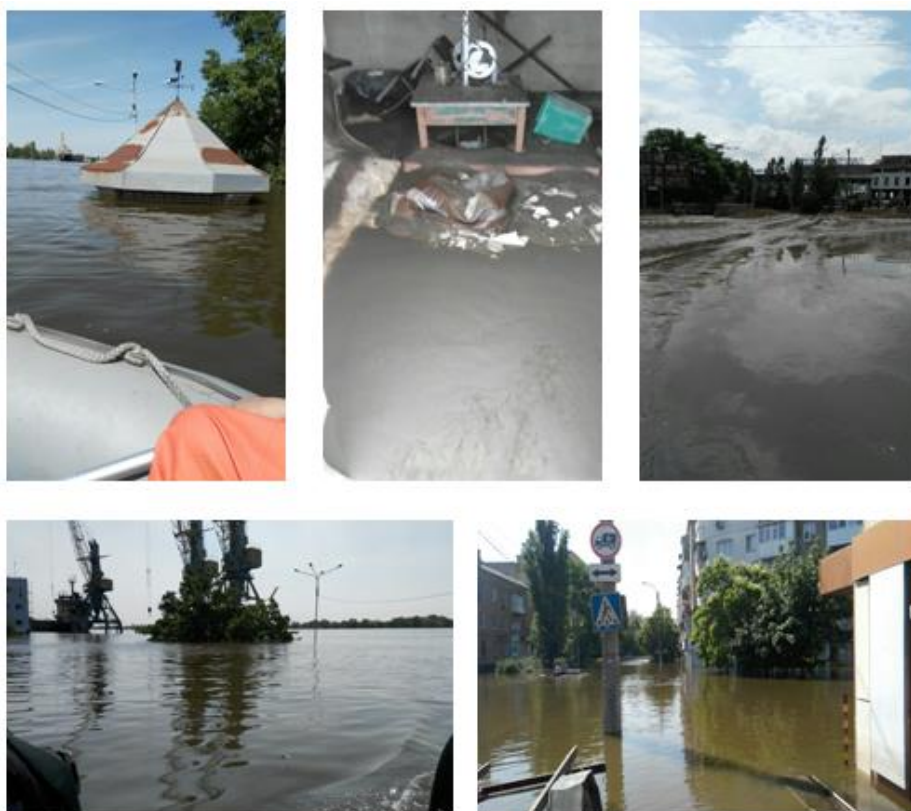
Із застосуванням методів дистанційного зондування з використанням даних супутників Landsat-8 та Landsat-9 (надані NASA/USGS) було виконано аналіз перебігу затоплення територій внаслідок терористичного акту збройних сил РФ. Для цього було застосовано Індекс нормалізованої різниці води NDWI (Normalized Difference Water Index), який використовується для виділення водної поверхні на супутниковому знімку від ґрунту та рослинності. Результати представлені у вигляді картографічного матеріалу, на якому відображено динаміку зміни затоплених площ за період 1-17 червня 2023 р., де блакитним кольором показано водну поверхню, синім – затоплені території, світло-зеленим – суходіл (рис. 4-6).

За результатами аналізу видно суттєве підвищення рівня води не тільки у р. Дніпро, а й у р. Інгулець. При цьому утримувалось значне затоплення прируслових територій, житлових, промислових та господарських об'єктів у м. Херсоні та прирічкових населених пунктах в Бериславському, Каховському, Херсонському і Скадовському районах Херсонської області.

Після проходження максимального рівня в створі поста Херсон спостерігався поступовий спад рівнів води з інтенсивністю 20-60 см за добу до 20 червня, з 21 до 26 червня – 1-8 см за добу. 26 червня рівень води знизився до відмітки, що спостерігалась 5 червня перед підривом Каховської ГЕС.



а)



б)

Рис. 3. Територія біля морського гідрологічного поста МГП-І Херсон:

а) до підризу дамби; б) після підризу дамби станом на 09.06.2023 р.; в) після підризу дамби станом на 17.06.2023 р.



В)

Рис. 3 (закінчення)

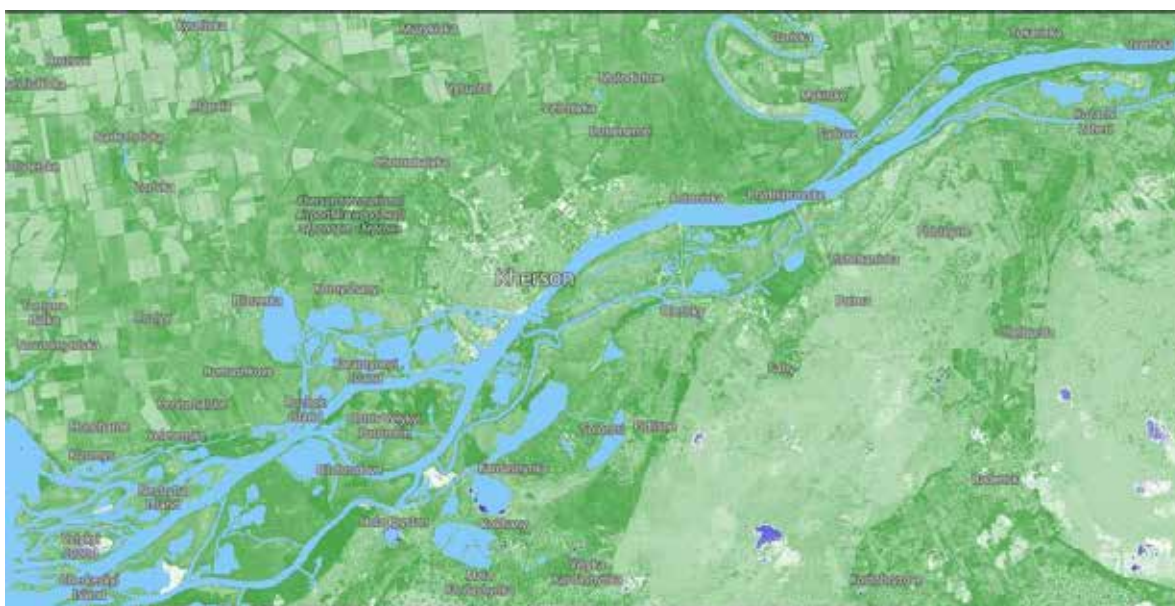


Рис. 4. Площі водної поверхні за індексом NDWI до руйнування греблі Каховської ГЕС, станом на 01.06.2023 року

Внаслідок різкого підвищення рівня води у Дніпрі нижче Каховської ГЕС на пригирлових ділянках річок, які впадають в р. Дніпро, спостерігались підйоми рівнів води, зумовлені затоком дніпровської води в гирла цих річок.

На р. Інгулець у створі поста Калинівське, що знаходиться на відстані 124 км від гирла річки, з другої половини доби 6 червня до 10 червня рівень води підвищувався з інтенсивністю 1,5-2 м щодоби і о 2 годині 10 червня сформувався максимальний рівень висотою 6,11 м (передпаводковим рівнем), досягнувши відмітки 6,38 м БС, що на 62 см вище історичного максимуму (5,76 м БС 16.03.1937 р.).

При цьому за даними Каталогу небезпечних відміток відбулось затоплення заправ, приватних споруд в с. Калинівське на відстані більше 0,5 км від створу поста та автомобільного мосту між с. Калинівське і с. Краснолюбцеьке Бериславського району Херсонської області, який знаходиться на відстані 0,75 км від гідрологічного поста. В населених пунктах Бериславського та Херсонського районів, розташованих вздовж р. Інгулець, спостерігалось масове затоплення об'єктів цивільної інфраструктури, житлових будинків та домогосподарств.

Впродовж періоду з 11 по 23 червня рівень знижувався з добовою інтенсивністю 20-60 см, надалі

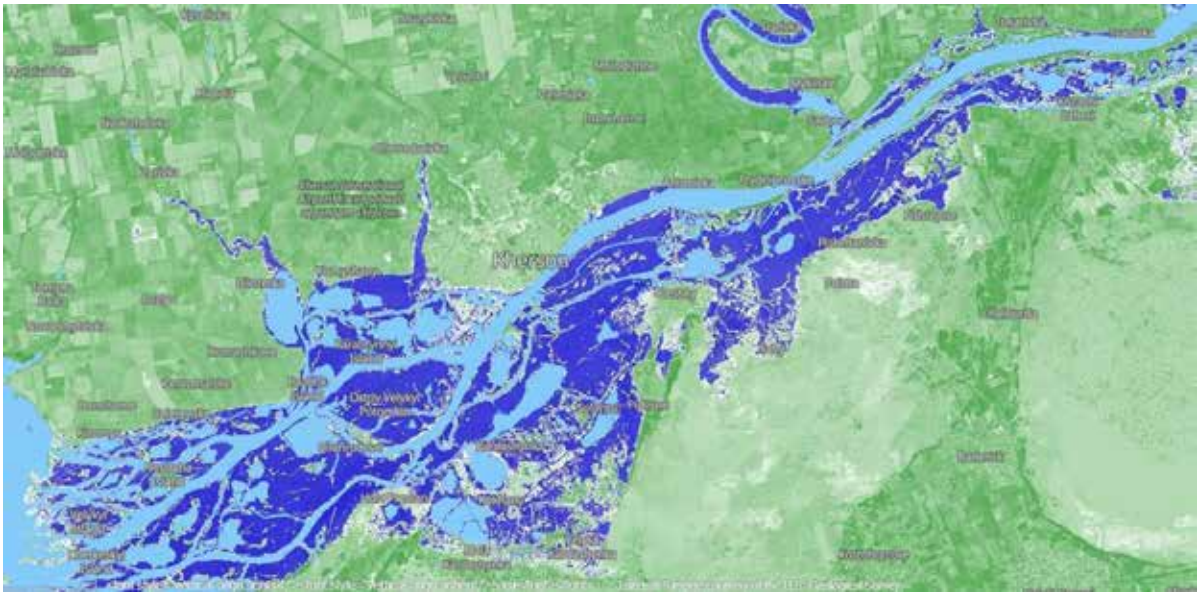


Рис. 5. Площі затоплених територій за індексом NDWI станом на 09.06.2023 року

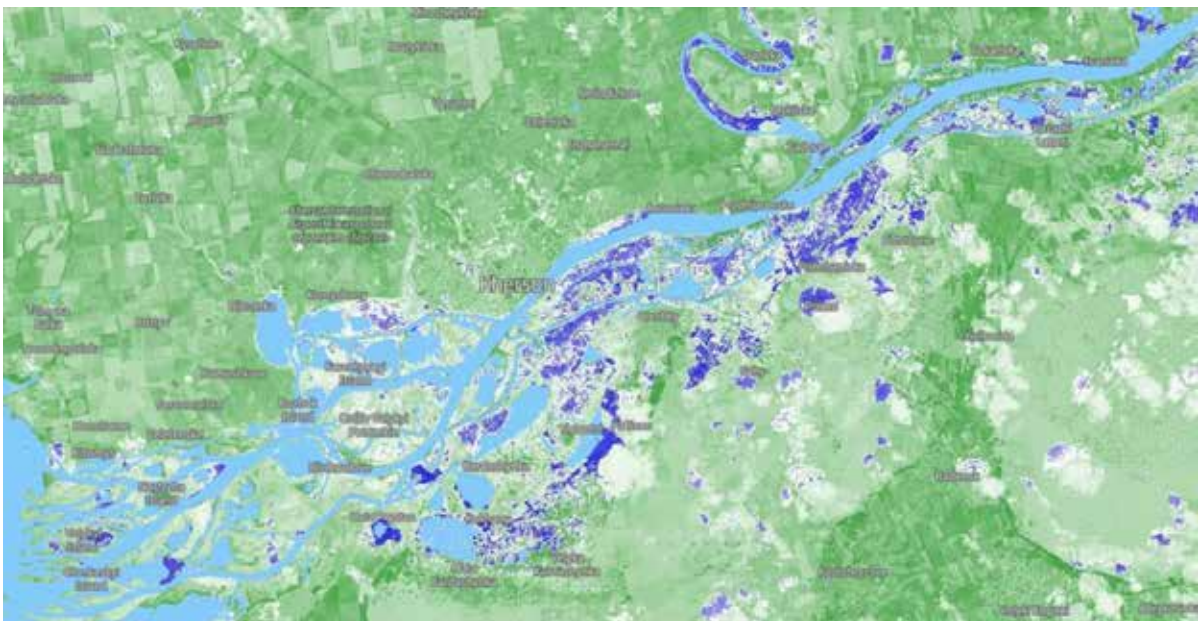


Рис. 6. Площі затоплених територій за індексом NDWI станом на 17.06.2023 року

інтенсивність зниження зменшилась до 5-9 см за добу. 23 червня рівень води знизився до передпаводкової відмітки, що спостерігалась 6 червня.

Внаслідок підриву Каховської ГЕС відбулось надходження дніпровської води в Дніпро-Бузький лиман та відбувався підйом рівнів води на р. Південний Буг в районі поста Миколаїв. Станом на 8 годину 8 червня рівень води підвищився на 97 см над передпаводковим і досяг відмітки 592 см (0,92 м БС), що призвело до затоплення причалів № 1-6 ДП «Адміністрації морських портів України». Опівночі 9 червня сформувався максимальний рівень води висотою 1,07 м над передпаводковим, досягнувши відмітки 602 см

(1,02 м БС). Впродовж періоду з 9 по 14 червня відбувалось зниження рівня з добовою інтенсивністю 9-18 см, надалі інтенсивність зниження зменшилась до 5-6 см за добу. 18 червня рівень води знизився до передпаводкової відмітки, що спостерігалась 6 червня. Така ж тенденція спостерігалась на морських гідрологічних постах у с. Парутине та м. Очакові. Максимальні рівні води перевищили значення небезпечних відміток на 59 см в районі поста Парутине та 53 см – поста Очаків.

Підвищення рівня води до позначок нормальних підпірних рівнів також було зафіксовано у р. Південний Буг на гідрологічному посту

(ГП-II) Прибужани гідрологічної станції Первомайськ, що знаходиться на відстані 104 км від гирла річки. Максимальний рівень висотою 5,93 м (над нулем поста) спостерігався вранці 9 червня 2023 року (рис. 7), підняття рівня води не досягало критичних значень (750 см).

Динаміку зміни рівнів води на основних постах спостережень показано на рисунку 8. Аналіз зазначених даних свідчить, що станом на 9 червня 2023 р. рівні води в районах гідрологічних постів практично стабілізувались та почали знижуватись.

Внаслідок підняття рівня води в Бузькому лимані, річках Південний Буг, Інгул та Інгулець часткового підтоплення зазнав 31 населений пункт на території Баштанського та Миколаївського районів Миколаївської області. Було підтоплено присадибні ділянки і будинки, дороги, автозаправні станції, сільськогосподарські угіддя, затоплено понтонні та пішохідні мости між населеними пунктами. Внаслідок надзвичайної ситуації загинули 2 людини на території Миколаївської області та 29 людей на правому березі Дніпра Херсонської області. Кількість жертв на лівобережжі Херсонської області наразі невідома. В населених пунктах було припинено електропостачання та централізоване водопостачання [19, 20, 22].

У м. Миколаєві спостерігалось підвищення рівня води в Бузькому лимані, річках Інгул, Південний Буг та затоплення берегової смуги в 6 мікрорайонах (мкр. Намив, півострів Аляуди, мкр. Ракетне урочище, мкр. Варварівка, мкр. Матвіївка та мкр.

В. Корениха). У найближчій точці пляжу мікрорайону Намив вода підступила до зупинок громадського транспорту. З метою запобігання подальшого підтоплення територій були проведені роботи з укріплення берега на даній ділянці Бузького лиману.

За характером походження, ступенем поширення, розміром матеріальних збитків, гідрологічне явище яке спостерігалось на території Херсонської та Миколаївської областей, згідно [21], відноситься до надзвичайних ситуацій техногенного характеру державного рівня (11110 – НС унаслідок прориву греблі (дамби, шлюзу тощо) з утворенням хвилі прориву та катастрофічного затоплення. Характеристику гідрологічного явища згідно даних по постах спостережень наведено в таблиці 2.

На основі оцінки рівня впливу води та ефекту і наслідків після підриву та руйнування греблі ГЕС, дане гідрологічне явище можна віднести до категорії водних конфліктів, де вода виступає як «жертва» – «зброя». За результатами аналізу гідрологічної ситуації у Дніпровсько-Бузькій гирловій області, що склалась внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС встановлено, що рівень впливу на водні ресурси і території Південного регіону України можна оцінити як катастрофічний.

Висновки. Греблі гідроелектростанцій завжди були об'єктом підвищеної техногенної небезпеки. Руйнування дамби Каховської ГЕС призвело до величезної екологічної катастрофи. Підтоплення зазнали значні території південного регіону України

Рівень води над 0 поста, см

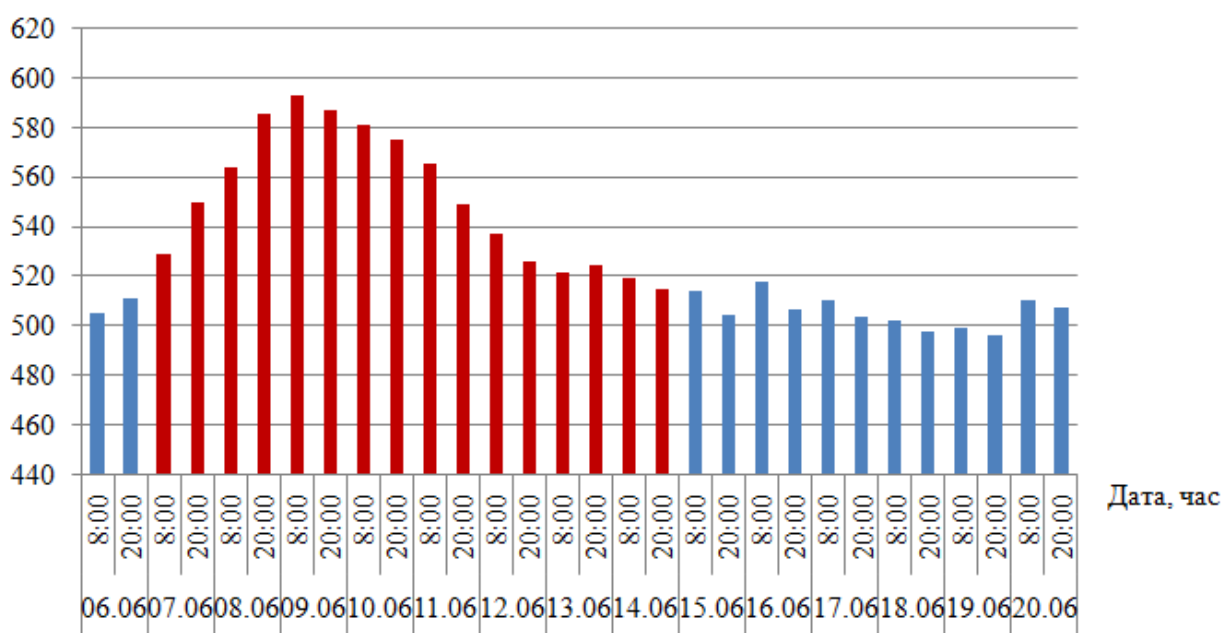


Рис. 7. Динаміка зміни рівня води у р. Південний Буг в районі гідрологічного поста с. Прибужани (червоним кольором позначено період перевищення позначки підпирного рівня)

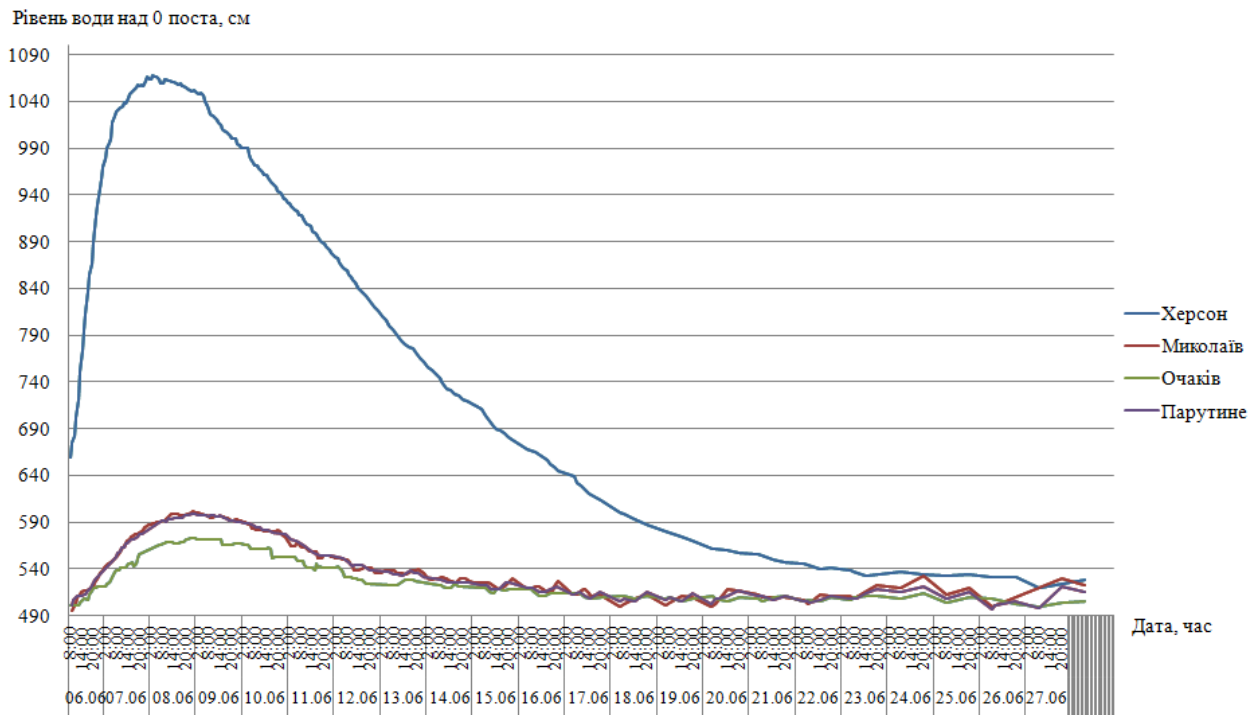


Рис. 8. Зміна рівнів води в річках Дніпро, Південний Буг та Дніпро-Бузькому лимані за даними Миколаївського обласного центру з гідрометеорології та постів спостережень, розташованих нижче Каховської ГЕС

Таблиця 2

Характеристика небезпечного гідрологічного явища в Дніпровсько-Бузькій гирловій області, внаслідок руйнування греблі Каховської ГЕС

Пункт спостережень, на якому спостерігалось гідрологічне явище	Небезпечна відмітка рівня, см	Початок явища (дата, год., хв.) кийськ. літ.	Кінець явища (дата, год., хв.) кийськ. літ.	Загальна тривалість явища (год.,хв.)	Інтенсивність явища (максимальне значення), см	Вплив гідрологічного явища на функціонування господарського комплексу (збитки)
р. Дніпро – МГП-I Херсон	650	06.06 08 год. 00 хв.	16.06 20 год. 00 хв.	252 год. 00 хв.	1068	Відсутність доступу до безпечної води, затоплення територій. Остаточні збитки будуть підраховуватись після ліквідації техногенної катастрофи та звільнення лівобережної частини Херсонської області
Дніпро-Бузький лиман – МГП-I Парутине	540	07.06 08 год. 00 хв.	12.06 09 год. 00хв.	121 год. 00 хв.	599	Затоплення берегової смуги та балки в межах села. Домогосподарства не постраждали
р. Південний Буг – МГП-I Миколаїв	540	07.06 00 год. 40 хв.	12.06 22 год. 00 хв.	141 год. 20 хв.	602	Затоплення берегової смуги вздовж Південного Бугу та Бузького лиману. Затоплення на території ДП «Адміністрації морських портів України» на причалах №№ 1-6. Остаточні збитки будуть підраховуватись після ліквідації техно-генної катастрофи.
Дніпро-Бузький лиман – МГП-I Очаків	520	07.06 19 год. 00 хв.	11.06 06 год. 00 хв.	83 год. 00 хв	573	Затоплені окремі ділянки причалу в порту. Функціонування господарського комплексу не порушено

з унікальним біорізноманіттям. Підняття рівня води у водних об'єктах викликало негативний вплив на акваторії, розмиви на прибережних територіях, руйнування поверхневого шару ґрунту, пошкодження рослинності, сільськогосподарських угідь і врожаю, руйнування будинків, об'єктів інфраструктури та інших споруд. Важливим для подальшого вивчення та дослідження є питання забруднення цих територій та водних об'єктів. Адже, всі забруднюючі речовини, які були на затопленій поверхні, серед яких є паливно-мастильні матеріали, сміття, агрохімікати, інші небезпечні матеріали, стічні води з очисних споруд, каналізації надійшли у воду та переносились на інші території та у Чорне море. Через поверхневі води шкідливі речовини можуть потрапити до ґрунтових та підземних вод. Оскільки південний регіон України відноситься до регіонів з найменшим показником водозабезпечення, то основним джере-

лом водопостачання є саме підземні води. В цьому випадку, створюється пряма загроза здоров'ю населення. Це свідчить про наявність складної екологічної ситуації в регіоні і необхідність проведення детального вивчення та аналізу стану водних ресурсів та ґрунтів.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження та аналізу зміни гідрологічної ситуації можуть бути використані при вдосконаленні та розробці заходів попередження небезпечного впливу надзвичайних ситуацій техногенного характеру унаслідок прориву греблі (дамби, шлюзу тощо) з утворенням хвилі прориву та катастрофічного затоплення на населення. Отримані результати про площі територій затоплення будуть основою для визначення рівнів забруднення територій, ґрунтів та водних об'єктів, проведення подальшої оцінки завданої шкоди довкіллю та населенню.

Література

1. Строкаль В.П., Ковпак А.В. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризики. Екологічні науки : науково-практичний журнал. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2022. – № 5(44). с. 94-102. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.14>
2. Schillinger, J., Özerol, G., Güven-Griemert, S., Heldeweg, M. Water in war: understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management. WIREs Water 7, e1480 (2020).
3. Khilchevskyi, V. K., Mezentsev, K. V. Water conflicts and Ukraine: Donbas region. In Proc. 15th International Scientific Conference: Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment 1–5 (European Association of Geoscientists & Engineers, 2021)
4. Khan, M. The Environmental Impacts of War and Conflict K4D Helpdesk Report (Institute of Development Studies, 2022); <https://doi.org/10.19088/K4D.2022.060>
5. Sukhodolov, A. N. et al. in Rivers of Europe (eds Tockner, K. et al.) 685–716 (Elsevier, 2022)
6. Shumilova, O., Tockner, K., Sukhodolov, A. et al. Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. Nat Sustain 6, 578–586 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
7. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022 № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>
8. Про затвердження Комплексної програми охорони довкілля Миколаївської області на 2021–2027 роки: Рішення Миколаївської обласної ради від 23.12.2020 № 16. URL: <https://www.mk-oblrada.gov.ua/UserFiles/decrees/16111249526007d0d8091a5.pdf>
9. Про затвердження Положення про Український гідрометеорологічний центр державної служби України з надзвичайних ситуацій: Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій 28.05.2013 № 336 (у редакції наказу Державної служби України з надзвичайних ситуацій 06.04.2023 № 291). URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Polozhennya-pro-centr>
10. Khilchevskyi, V. K., Mezentsev, K. V. (2021, November). Water conflicts and Ukraine: Donbas region. In 15th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (Vol. 2021, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. URL: <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.20215K2004>
11. Хільчевський В.К. Водні та збройні конфлікти – класифікаційні ознаки: у світі та в Україні. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2022. № 1(63). с. 6-19. URL: https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua/wp-content/uploads/2022/06/1_%D0%93%D0%93%D0%93163.pdf
12. Куцька, О. М., Перемибіда, Д. О. (2022). Реалізація прагнення виходу до моря в рамках водних конфліктів XXI століття: зарубіжний досвід вирішення протиріч мирним шляхом. Військово-науковий вісник, (37), 270-291. URL: <http://vnn.asv.gov.ua/article/view/260887>
13. Pacific Institute (2022) Water Conflict Chronology. Pacific Institute, Oakland, CA. <https://www.worldwater.org/water-conflict/>. Accessed: 21.07.2023.
14. Хилько М. І. Екологічна безпека України: Навчальний посібник / М. І. Хилько. – К., 2017. 267 с.
15. Зелінський С. Е. Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії. Аналітичний звіт. 2022. URL: <https://www.irf.ua/wpcontent/uploads/2022/05/vodopostachannya-ta-vodna-bezpeka-u-konteksti-rosijskoyi-agresiyi.pdf>
16. Про гідрологічний режим водних об'єктів України, що склався у червні 2023 р. Український гідрометеорологічний центр Державної служби України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Misyachnii-ohlyad>
17. Положення про порядок складання та доведення попереджень, оповіщень, донесень про виникнення і розвиток гідрологічних явищ різного рівня небезпеки на водних об'єктах суші України. Наказ Українського гідрометеорологічного центру Державної служби України з надзвичайних ситуацій № 124 від 01.01.2021р.
18. Гідрологічні попередження. Український гідрометеорологічний центр Державної служби України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Hidrolohični-poperedzhennya>

19. Оперативна інформація про надзвичайні ситуації техногенного, природного та іншого характеру на території України станом на 7 годин 7 червня 2023 року. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/archiv-dovidok-za-dobu>
20. Оперативна інформація про надзвичайні ситуації техногенного, природного та іншого характеру на території України станом на 7 годин 9 червня 2023 року. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/archiv-dovidok-za-dobu>
21. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010. Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 11.10.2010 № 457. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>
22. Інформаційна довідка про надзвичайні ситуації в Україні у червні 2023 року. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/operational-information/nadzvicaini-situaciyi-v-ukrayini-2/dovidka-za-misiac>