

Океанографічні та гідрометеорологічні дослідження морів в Україні

Ю.П. Ільїн

Ільїн Юрій Павлович – д.геогр.н., заступник директора з наукової роботи Українського гідрометеорологічного інституту Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України; Україна, 03028, м. Київ, просп. Науки, 37; E-mail: yriylin@gmail.com

Анотація

Розглянуто новітню історію морських досліджень в Україні від здобуття незалежності до цього часу. Виокремлено три етапи діяльності та зміни інституційної структури вітчизняної океанографії з питань вивчення фізичних та екологічних процесів у морському довкіллі. Описано стан і проблеми системи морських гідрометеорологічних спостережень і моніторингу прибережної смуги морів. Накреслено шляхи розв'язання накопичених проблем і запропоновано можливі напрями розвитку океанографії та гідрометеорології морів.

Ключові слова: Чорне та Азовське моря, регіональна океанографія, зміни клімату, морське довкілля, системи спостережень

Вступ. Чорне й Азовське моря – один з найбільш вивчених регіонів Світового океану. Перші відомості щодо географії, погодних і навігаційних умов регіону зафіксовано з доантичних часів. Потреба в отриманні таких даних виникала в тісному зв'язку з розвитком торгівлі та мореплавства, освоєнням Причорномор'я древніми греками, скіфами, римлянами, слов'янами та іншими народами. З огляду на історичні джерела, у часи литовської та польської держав, а потім і Гетьманщини, українські козаки, промисловці та купці були добре обізнані з гідрографією морського узбережжя, системою вітрів і морських течій. Систематичні гідрографічні, метеорологічні та океанологічні дослідження Чорного й Азовського морів проводилися від початку XVIII ст. і тривають донині. Найбільш змістовний огляд їхньої історії наведено в монографіях [2, 3] та атласі [22].

У цій статті більш докладно розглянуто стан і проблеми морських досліджень в Україні після здобуття незалежності (1992 – 2020 рр.). При цьому розрізняємо два аспекти. Перший з них стосується власне океанографічних досліджень Азовського і Чорного морів. Наукові знання щодо них поступово здобувалися упродовж кількох сторіч, переважно на основі експедиційних робіт у відкритих і прибережних морських акваторіях. Ґрунтовне узагальнення даних, отриманих в окремих експедиціях або короткочасних дослідницьких кампаніях, стало можливим лише після накопичення достатньої кількості достовірної інформації та розвитку методів лабораторного, аналогового і математичного моделювання фізичних, хімічних і динамічних процесів в океанах і морях. Другий аспект стосується систематичних морських гідрометеорологічних і кліматологічних досліджень, які базуються переважно на даних спостережень мережі берегових станцій. Регулярні спостереження комплексу метеорологічних і гідрологічних показників виконують впродовж тривалого часу (за деякими параметрами – з кінця XIX сторіччя).

Океанографічні дослідження. Період трансформації (1992 – 1997 рр.). Після розпаду СРСР Україна отримала у спадок потужну інфраструктуру океанографічних досліджень, яка складалася з наукових та освітніх закладів, а також кількох науково-дослідних суден (НДС), спроможних вести роботи в усіх акваторіях Світового океану. Ці заклади та судна були розташовані на півдні молодій державі – у Криму та м. Одесі.

У м. Севастополь працювали установи Національної академії наук (НАН) України – Морський гідрофізичний інститут (МГІ) та Інститут біології південних морів (ІнБПМ). Перший з них володів НДС "Академік Вернадський", "Михайло Ломоносов" та "Професор Колесніков", другий – НДС "Професор Водяницький". Колишнє Севастопольське відділення (СВ) Державного океанографічного інституту імені М.М. Зубова (ДОІН) Гідрометслужби СРСР (головний інститут знаходиться у м. Москва) було перетворене на Морське відділення Українського гідрометеорологічного інституту (МВ УкрГМІ) Гідрометеослужби України (головний інститут у м. Київ). Цей заклад використовував у своїх дослідженнях дані берегових станцій і маломірних суден української гідрометеорологічної мережі на Азовському і Чорному морях.

У м. Керчі функціонував Південний науково-дослідний інститут морського рибного господарства та океанографії (ПівденНІРО) Міністерства рибного господарства (МРГ) України, який працював на основі океанографічних даних, отриманих у районах морського й океанічного риболовецького промислу суднами промислової розвідки.

Серед океанографічних установ м. Одеси найпотужнішим було колишнє Одеське відділення ДОІН, на основі якого у 1992 р. створено Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ) Міністерства екології та природних ресурсів України. Центр володів флотом «суден погоди», що працювали до того переважно в Атлантичному океані – НДС "Мусон", "Пасат", "Порив", "Ернст Кренкель", "Георгій Ушаков", а також НДС "Володимир Паршин" та "Яков Гаккель", призначеними для досліджень Азовського, Чорного і Середземного морів. Крім того, існували відгалуження Севастопольських академічних інститутів – Одеська філія ІнБПМ та Відділення гідроакустики МГІ НАН України, об'єктом дослідження яких була переважно Північно-західна частина Чорного моря (ПЗЧМ).

Значну частину фахівців з океанології для наукових закладів та гідрометеорологічної мережі України постачав Одеський гідрометеорологічний інститут, який зараз входить до складу Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ). Професори та викладачі кафедри океанології вели також наукові дослідження з океанології, екології моря та моделювання морських процесів, як свої власні, так і в співпраці з іншими українськими та зарубіжними навчальними й науковими закладами.

Цей період можна назвати інерційним, адже до 1997 р. тривали інтенсивні дослідження Чорного моря, започатковані ще наприкінці 1980-х років на основі кооперації зусиль не тільки на міжвідомчому вітчизняному рівні, але й у міжнародному масштабі. Океанографічні зйомки усього моря або його крупномасштабних частин (західної, східної, північно-західної) виконували одночасно на кількох суднах науковці України, Росії, Болгарії, Румунії, Туреччини, США в рамках програм HydroBlack, CoMSBlack, NATO TU Black Sea [28]. В

експедиційних дослідженнях використовували найсучасніші на той час вітчизняні та закордонні прилади океанографічних вимірювань. Паралельно використовували метеодані берегових гідрометеостанцій та штучних супутників Землі (ШСЗ). Результатами цих досліджень були нові масиви інформації, що дозволили поглибити уявлення про структуру та циркуляцію морських вод, удосконалити чисельні моделі динаміки моря та екологічних процесів, що відбуваються в ньому.

У 1992 р. Україна стала членом Міжнародної комісії з використання та дослідження Середземномор'я (аббревіатура французькою мовою – CIESM). Її постійним президентом є принц Монако. Подія відбулася на 33-му Конгресі цієї організації у м. Триєсті (Італія), куди делегація України прибула на НДС "Михайло Ломоносов" під час експедиційного рейсу по Чорному та Середземному морях. З того часу українські океанологи беруть активну участь у роботі CIESM, представляючи результати своїх досліджень на її конгресах і тематичних семінарах (наприклад, [29]).

Слід зазначити, що українські океанологи взяли участь у наступному 34-му Конгресі CIESM (1995 р.), який відбувся у м. Валетта (Мальта), також під час проведення комплексної експедиції – цього разу на НДС "Київ" (колишній "Академік Крилов"). Цей корабель разом з декількома іншими суднами залучила до океанологічних робіт Національна агенція морських досліджень і технологій (НАМДІТ), яка була створена на початку 1990-х років задля координації, раціоналізації та сприяння діяльності науковців, конструкторів і промисловців у різних галузях вивчення та використання морів. Необхідність створення НАМДІТ пояснювалася скрутним економічним становищем України, зокрема значним скороченням фінансування науки, неспроможністю наукових установ утримувати та забезпечувати належне функціонування дослідницького флоту. З усіх зазначених вище океанографічних суден на початку 2010-х років вченим залишилися НДС "Професор Водяницький" (ІнБПМ) та "Володимир Паршин" (УкрНЦЕМ), та й ті можна було задіяти для наукових цілей тільки за наявності коштів у рамках здебільшого міжнародних проектів.

Підписання чорноморськими країнами у 1993 р. Бухарестської конвенції та створення міжнародної Комісії для захисту Чорного моря від забруднення (Чорноморська комісія) стимулювало проведення систематичних робіт з моніторингу та оцінки екологічного стану морського довкілля. Статус Активного (міжнародного) Центру моніторингу та оцінки забруднення Чорного моря було надано УкрНЦЕМ. Цей статус підтверджено в рамках "Стратегічного плану дій" (1996 р.) і міжнародної програми BSIMAP (Black Sea Environmental Integrated Monitoring and Assessment Programme). УкрНЦЕМ визначено відповідальним за залучення та координацію морських екологічних досліджень інших відомств та установ України.

Період стабілізації (1998 – 2013 рр.). Цей етап з вивчення Азово-Чорноморського басейну відзначився, перш за все, різким зменшенням кількості систематичних експедиційних досліджень відкритого моря, спричиненим економічними проблемами та виходом з ладу та втратою майже усього великотоннажного науково-дослідного флоту. Нечисленні експедиції мали регіональний характер, їх проводили переважно у прибережних зонах Чорного моря на маломірних суднах або на маршрутах комерційних рейсів. Зацікавлення прибережними

регіонами співпадало зі світовими тенденціями у цій сфері. До вивчення геоморфологічних процесів і моніторингу довкілля берегової смуги долучилися науковці Одеського національного університету ім. Мечникова (ОНУ) і Таврійського національного університету ім. Вернадського (ТНУ).

Поодинокі глибоководні міжнародні експедиції хоча й мали комплексний характер, але були націлені, насамперед, на вирішення завдань екологічного моніторингу. Прикладом можуть слугувати дослідження, проведені під егідою Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ) у 1998 – 2004 роках [33].

Головні зусилля науковців різних відомств зосередились на аналізі та осмисленні усієї сукупності накопиченої інформації з метою вивчення особливостей різноманітних процесів у морських екосистемах, а також на виявленні довготривалих змін у морському довкіллі.

Впродовж другої половини 1990-х років в Україні у рамках спеціальних проєктів за фінансування НАМДІТ створювали об'єднані бази океанологічних даних на основі кількох відомчих масивів даних (НАН України, Гідрометеослужби України, Міністерства рибного господарства України та Гідрографічної служби України), накопичених з 1910 до 2000 року [18]. На базі МГІ НАН України було засновано Національний центр океанологічних даних, який взаємодіяв з аналогічними центрами в інших країнах у рамках виконання відповідних програм Міжурядової океанографічної комісії (МОК) ЮНЕСКО.

Значний об'єм інформації щодо Азовського, Чорного та Середземного морів було завантажено до міжнародних баз даних у рамках виконання проєктів MEDAR-MEDATLAS, Sea Data Net, Black Sea SCENE, EMODNet Chemistry. Доступ до метаданих і розподілених баз даних надається через відповідні інтернет-сайти проєктів, а також компакт-диски MEDATLAS 2002 [34].

Паралельно створювали міжнародну базу морських екологічних даних під егідою Чорноморської комісії. Сучасний УкрНЦЕМ (зараз у сфері підпорядкування Міндовкілля України) володіє міжнародними та національними геоінформаційними системами (ГІС), базами та банком даних, які поповнюються результатами поточних моніторингових досліджень.

Незаперечну цінність для розуміння морських процесів, діагнозу та прогнозу гідродинамічного та екологічного стану моря мають методи чисельного моделювання. Центрами його розвитку в Україні у цей період були МГІ та Інститут проблем математичних машин і систем (ІПММС) НАН України, МВ УкрГМІ та ОДЕКУ. Монографії [3, 10, 19, 28, 30] та статті [31, 32] містять докладну інформацію про сучасні підходи у цій галузі та результати їх застосування для Азово-Чорноморського басейну.

Подальший розвиток у цей період отримали супутникові дистанційні методи спостереження морів і картографування на їхній основі температури поверхні моря, біооптичних властивостей, динамічного рівня морської поверхні. Було розроблено та впроваджено у Азово-Чорноморському регіоні сучасні дрифтерні технології контактних вимірювань. Поєднання серій оброблених супутникових зображень з контактними (судновими та дрифтерними) вимірюваннями дозволяє краще інтерпретувати результати комплексних натурних досліджень [4, 5, 14, 19, 20, 24, 28, 33, 36, 37]. Засвоювані у сучасних чисельних моделях, дані дистанційного зондування Землі та буїв-дрифтерів залишилися чи не єдиним

більш-менш регулярним засобом стеження за станом і динамікою верхнього шару відкритого моря.

Міжнародна програма Black Sea GOOS [27] стимулювала розвиток оперативної океанографії на основі інтеграції традиційних і сучасних вимірювальних систем з можливостями чисельного моделювання (діагнозу і прогнозу) морських процесів [19]. З кінця 1990-х років в Україні проводили дослідження у кооперації з іншими чорноморськими країнами за науковими проектами Рамкових програм Європейського Союзу (ЄС). Завданнями таких проектів як ARENA, ASCABOS, MyOCEAN, Black Sea SCENE були розробка основ і засобів оперативної океанографії для Азово-Чорноморського регіону, а також демонстрація сучасних можливостей і переваг міжнародної взаємодії у цій галузі. Як наслідок, були створені демонстраційні системи діагнозу і прогнозу стану морського довкілля Азовського і Чорного морів на основі інтегрування регіональних метеорологічних моделей з чисельними моделями динаміки моря (морські хвилі, рівень моря, поле течій). Прогностичні карти показників динамічного стану морів та їх окремих регіонів в автоматичному режимі були оприлюднені на відповідних сайтах МГІ та УкрГМІ. Тривало впровадження цих систем в роботу державних установ з морського прогнозування, насамперед, Гідрометеорологічного центру Чорного і Азовського морів (ГМЦ ЧАМ) в м. Одесі.

За напрямом оперативної океанографії активно використовували чисельне моделювання динамічних процесів разом з базами даних морських спостережень задля забезпечення проектування та будівництва гідротехнічних споруд (технологічних платформ, трубопроводів, очисних установок) у прибережній смузі та на шельфі Азовського і Чорного морів. Для цього у МВ УкрГМІ були розроблені комплексні моделі хвилювання, течій, рівня моря та транспорту наносів [3].

Результати морських гідрометеорологічних та океанографічних досліджень в Україні регулярно публікували у вітчизняних і закордонних наукових журналах, а також у збірках наукових праць УкрГМІ, МГІ, ІнБПМ, ПівденНІРО, УкрНЦЕМ, ОДЕКУ, ОНУ, ТНУ. У цей же період надруковано монографії та препринти, де узагальнено сучасні уявлення про океанографію та гідрометеорологію Чорного та Азовського морів [3, 4, 6, 8, 23] та окремих морських регіонів [5, 9, 24, 35], а також у 2007 р. введено в дію Національний стандарт України "Фізична океанологія. Терміни та визначення основних понять" [26].

У результаті плідної співпраці декількох українських морезнавчих установ створено "Океанографічний атлас Чорного і Азовського морів" [22], який містить відомості практично з усіх розділів океанологічних знань, накопичених до початку ХХ сторіччя. Ця праця була відзначена Державною премією України у галузі науки і техніки 2011 року.

Сучасний період (після 2013 року). Політичні потрясіння та соціально-економічні проблеми останніх років призвели до значного занепаду вітчизняної океанології. Україна втратила науковий потенціал внаслідок незаконної анексії Криму та Севастополя. Сучасним центром морських досліджень в Україні стала м. Одеса, де продовжують працювати УкрНЦЕМ, ГМЦ ЧАМ, ОНУ та ОДЕКУ. На базі Одеської філії ІнБПМ створено Інститут морської біології (ІМБ) НАН України, а Відділення гідроакустики МГІ тепер називається Відділенням гідроакустики Інституту геофізики ім. Субботіна НАН України.

Діяльність Морського відділення УкрГМІ частково перенесли до головного інституту у м. Києві. Тут ще з 1990-х років розробляли методи і засоби вивчення морських гідрологічних та екологічних процесів за допомогою радіоізотопних трасерів; а низка експедиційних досліджень дозволила створити архів колонок донних відкладів, які за допомогою прецизійного пошарового датування дозволяють вивчати кліматичну й екологічну історію у різних районах шельфу та глибоководної котловини Чорного моря. Тепер в інституті розгорнуто також роботи з кліматології морських регіонів та оперативної океанографії.

За напрямом моніторингу й охорони морського довкілля від забруднення розпочато адаптацію українського законодавства та практичну діяльність відповідно до європейських принципів, сформульованих у Рамковій Директиві ЄС про морську стратегію. Участь українських установ (УкрНЦЕМ, ІМБ та ін.) у міжнародному проєкті EMBLAS дозволила провести у 2017 р. експедиційні дослідження у шельфових і глибоководних районах Чорного моря.

Результати, опубліковані в Україні та за її межами у цей період, отримані переважно упродовж океанологічних досліджень попередніх років. Вони охоплюють, наприклад, питання довготривалої мінливості рівня Світового океану (зокрема Середземного і Чорного морів) [1], впливу кліматичних змін гідрометеорологічного режиму на основні процеси, що визначають структуру та динаміку вод Азовського і Чорного морів [11-13], структури та кліматичні зміни океанологічних полів важливого морського регіону – північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ) [26].

З початку 2016 р. почала працювати Міжвідомча координаційна рада з питань морських досліджень МОН та НАН України, головною метою якої є організація та покрокове відродження вітчизняної океанології. Наукові досягнення та результати можна буде отримати лише після відновлення достатнього фінансування, зокрема державного, на проведення комплексних експедиційних досліджень.

Морські гідрометеорологічні дослідження. Від початку існування незалежної України до 2014 року система гідрометеорологічних спостережень та обслуговування не зазнала суттєвої трансформації в порівнянні з попереднім радянським періодом [2-4, 15, 17].

На узбережжі Чорного і Азовського морів, у протоках і морських гирлах річок Гідрометеослужба України станом на 2012 рік мала загалом 36 пунктів регулярних спостережень, з яких 22 – обсерваторії (ГМО) та морські гідрометеостанції (МГ) I, II розряду; 19 – морські гідрометеопости (5 – у складі станцій).

На 27 пунктах вимірюють рівень моря за допомогою рейок (футштоків), з-поміж них 16 – оснащено також самописцями рівня моря, на 21 пункті проводять спостереження над хвилюванням моря. На 23 пунктах визначається солоність морської води. На усіх морських станціях і постах вимірюють швидкість і напрямок вітру, температуру повітря і води, вологість повітря, виконують спостереження за хмарністю та видимістю, іншими метеорологічними показниками. У холодний період року виконують спостереження за льодово-крижаними явищами в прибережній смузі моря.

8 закладів морської мережі (лабораторії у складі станцій I розряду та обсерваторій) виконують регулярні експедиційні гідрометеорологічні та гідрохімічні роботи у прибережних

акваторіях за Програмою державного моніторингу морського довкілля. Використовують власні або орендовані малотоннажні судна та катери. На сітці океанографічних станцій, визначених Програмою державного моніторингу морського довкілля, вимірюють швидкість і напрямок течій, температуру та солоність морської води у поверхневому і придонному шарах, колір і прозорість води, стандартні метеорологічні показники. Відбирають проби води і донних відкладів для визначення їхнього хімічного складу та оцінки вмісту забруднюючих речовин. Відповідно до планів рейдові гідрологічні спостереження виконують щодавно протягом року з перервами через складні гідрометеорологічні або льодові умови. Гідролого-гідрохімічні зйомки з метою контролю стану морського довкілля виконують посезонно (4 рази на рік). Однак практично заплановану частоту та зміст судових спостережень нерідко порушують через брак належного фінансування.

Методичним центром з морських спостережень та обробки даних до 2014 року була Севастопольська ГМО, а з питань морського прогнозування та інформаційного обслуговування головною установою був і залишається ГМЦ ЧАМ (м. Одеса). Морське відділення УкрГМІ до 2014 р. було провідною науковою установою, що виконувала дослідження на інформаційній базі берегових та експедиційних спостережень морської гідрометеорологічної мережі за напрямками: гідрометеорологічний режим морських регіонів України та його кліматичні зміни; гідрохімічний режим і стан забруднення прибережної смуги; розвиток чисельних методів діагнозу і прогнозу динамічних процесів в Азово-Чорноморському регіоні, зокрема у шельфових і прибережних акваторіях; процеси у морських гирлових зонах основних річок Чорного моря. Низка результатів досліджень узагальнена у статтях [12, 16, 29, 37]), монографіях [3, 4, 6, 10, 23, 35] і атласах [21, 22]. Дані спостережень також узагальнювали у процесі підготовки щорічних видань Державного водного кадастру (ДВК) щодо морів і морських гирл річок.

Приділялася значна увага введенню у практику морських гідрометеорологічних спостережень сучасних автоматизованих методів і засобів вимірювань. Протягом 2000-2005 рр. спільними зусиллями МВ УкрГМІ, МГІ НАНУ та МГ Севастополя проведено експериментальні роботи за допомогою розробленого в МГІ діючого макета автоматизованої системи прибережних гідрометеорологічних вимірювань для морської мережі спостережень України. Проведено випробування та дослідна експлуатація метеорологічних (вітер, температура та вологість повітря, атмосферний тиск) і гідрологічних (рівень моря, температура і солоність води) вимірювальних комплексів, встановлених у типових умовах морської гідрометеостанції. До складу системи входив банк даних, програмна оболонка якого передбачала автоматизований прийом інформації, засоби її контролю та аналізу. Було отримано цінні результати квазібезперервних метеорологічних і гідрологічних вимірювань, які порівнювали з даними паралельних стандартних строкових спостережень [25].

У практику експедиційних робіт на малотоннажних суднах було впроваджено зондувальні автоматизовані комплекси з каналами температури води, електропровідності (солоності), розчиненого кисню та касетою батометрів для відбору проб води з різних глибин для хімічних аналізів. Фахівці МВ УкрГМІ, МГІ та МГ Ялти проводили експериментальні роботи у прибережній смузі Криму з паралельним використанням зондувального комплексу,

стандартних батометричних серій і супутникової інформації [14].

Внаслідок окупації Криму Росією сучасна морська берегова мережа України налічує 22 підрозділи (10 станцій, 12 постів). Спостереження за якістю морських вод Азово-Чорноморського басейну проводять силами 6 лабораторій з гідрохімічним розділом робіт. У 2014 – 2016 рр. спостереження проводили у північно-західній частині Чорного моря та в українській акваторії Азовського моря на 53 станціях базової мережі та 3 станціях у районі скидання ґрунтів. Через брак коштів на утримання плавзасобів не було можливості виконувати рейдові та експедиційні спостереження у повному обсязі (лише на 10-15% від необхідного обсягу робіт).

Методичне керування морськими гідрометеорологічними, експедиційними й судовими спостереженнями в Азово-Чорноморському басейні покладено на Донецький РЦГМ (Маріупольська ГМО). Він здійснює підготовку до видання ДВК "Щорічні дані про режим вод морів": частина 1 "Море", частина 2 "Морські гирла річок". Миколаївський РЦГМ (Комплексна лабораторія спостережень за забрудненням природного середовища) забезпечує методичне керування здійсненням спостережень за забрудненням морських вод, а також підготовку інформації до видання щорічників ДВК щодо якості морських вод за гідрохімічними показниками.

Гідрометеорологічне забезпечення і обслуговування передбачає надання зацікавленим організаціям прогностичної та фактичної довідкової інформації. Основними споживачами морської гідрометеорологічної інформації є зарубіжні та вітчизняний торговельні флоти, а також організації й підприємства морегосподарського комплексу. Морські підрозділи складають і надають зацікавленим споживачам близько 40000 морських гідрометеорологічних прогнозів на рік. Середня успішність морської прогностичної інформації по Азово-Чорноморському басейну (акваторія основних портів і судноплавних районів) становить 95-98%. Справджуваність штормових попереджень – 95 %, попереджуваність небезпечних і стихійних гідрометеорологічних явищ – 96-100%; середня завчасність попереджень – 17 годин.

ГМЦ ЧАМ (методичний центр з морського прогнозування та інформаційного обслуговування споживачів) продовжує регулярно випускати збірку наукових праць "Вісник Гідрометеоцентру Чорного і Азовського морів", в якому значне місце займає морська тематика (початок випуску збірки – 2007 р.).

Невирішеною залишається низка істотних проблем, які перешкоджають належній ефективності діяльності гідрометеорологічних організацій з морським розділом робіт як щодо мережі спостережень, так і стосовно прогностичних підрозділів.

Технічне оснащення морської мережі спостережень не відповідає сьогodнішнім потребам. Діючі прилади застаріли технічно (переважно виробництва 60-80-х років минулого століття) і давно відпрацювали свій ресурс. Мережа потребує переоснащення сучасними засобами вимірювальної техніки та автоматизованими комплексами збору й обробки інформації.

У пунктах морської берегової мережі України спостереження здебільшого здійснюють у бухтах, лиманах, затоках, а відкрита частина моря висвітлена вкрай недостатньо. Це створює

певні перешкоди для належного гідрометеорологічного забезпечення безпеки мореплавства.

Значно зменшився обсяг морської гідрометеорологічної інформації через відсутність здійснення на мережі таких видів спостережень як суднові попутні, льодові криголамні спостереження і льодові авіарозвідки. Оскільки більшість морських суден належать приватним судновласникам, вони відмовляються добровільно проводити гідрометеорологічні спостереження на своїх судах. Вирішення даного питання потребує законодавчого урегулювання.

Висновки, проблеми та перспективи. Враховуючи безумовно негативні наслідки втрат і потрясінь нашої держави за останні роки, можна стверджувати, що в Україні проблеми морських досліджень накопичувалися впродовж усього пострадянського періоду. Так чи інакше вони пов'язані з системним державним недофінансуванням гідрометеорологічної діяльності, наукової сфери загалом та відсутністю урядових рішень щодо комплексної розбудови морської галузі України. Потребують вирішення такі питання:

1. Після втрати МГІ НАНУ – головного вітчизняного розробника та виробника морської виміральної техніки (автоматизованих комплексів, зондувальних пристроїв та вимірвачів течій) – гостро постала проблема оснащення сучасними приладами океанографічних вимірювань, у разі відновлення експедиційної діяльності наукових установ у відкритому морі або продовження регулярного моніторингу прибережної смуги на малотоннажних плавзасобах гідрометеорологічної мережі. Вирішувати цю проблему доцільно шляхом придбання відповідної техніки закордонних виробників (Великобританії, Канади, Фінляндії тощо), які пропонують широку номенклатуру портативних і стаціонарних пристроїв зондування температури, солоності, течій, а також відбору проб води та донних відкладів.

2. Застарілий парк гідрологічних і метеорологічних приладів берегових пунктів спостережень та аналітичного обладнання хімічних лабораторій гідрометслужби необхідно поступово, але неухильно замінювати на сучасні прилади з метою досягнення світових стандартів номенклатури та якості даних моніторингу морського довкілля. У разі неспроможності вітчизняних виробників забезпечити таке переобладнання у стислі терміни, слід скористуватися допомогою міжнародних організацій і закордонних виробників.

3. Здобутки України у галузі комплексного чисельного моделювання та прогнозування динамічних процесів у морях і прибережних акваторіях обмежують недостатні спроможності наявної технічної інфраструктури (потужних комп'ютерів, серверів тощо). Подальший розвиток "зціплених" (coupled) моделей морського хвилювання, течій і рівня моря, які працюють в оперативному режимі діагнозу і прогнозу на основі даних регіональної метеорологічної моделі, потребує додаткових технічних ресурсів і використання кластерних й хмарних інтернет-технологій.

4. Втрата МГІ НАНУ, який був одним з основних центрів розвитку в Україні методів дистанційного зондування морів, зокрема моніторингу термічного та біо-оптичного стану морської поверхні за допомогою ШСЗ, поставила завдання пошуку інших можливостей у галузі супутникової океанографії. У 2015-2017 рр. робилися спроби використати для цієї мети розвинену інфраструктуру супутникових досліджень УкрГМІ, але, з огляду на її спеціалізацію (метеорологія, гідрологія суходолу, агрометеорологія), цей процес не вийшов на рівень

регулярного отримання та аналізу інформації щодо морів. Також необхідно підготувати відповідних фахівців та забезпечити фінансування додаткових робіт.

5. Суттєве старіння кадрів наукових установ та особливо закладів морської гідрометеорологічної мережі через низьку зарплатню та втрату престижності професії створило проблему для забезпечення дотримання неперервності знань, передачі досвіду та професійних навичок, надбаних протягом кількох поколінь фахівців. Розв'язання цієї проблеми можливе лише у комплексі з іншими зазначеними проблемами та терміновим відновленням на сучасному рівні усебічних океанологічних досліджень та моніторингу морського довкілля. Підвищення престижу професії та мотивації персоналу сприятиме залученню молоді до відповідної наукової та практичної діяльності.

З урахуванням попередніх досягнень та наявних можливостей, а також за умови цілеспрямованих зусиль держави та зацікавленої спільноти на подолання накопичених проблем, океанографічні дослідження в Україні можуть розвиватися за такими напрямками:

1. Дослідження особливостей змін гідрометеорологічного режиму морських регіонів в умовах сучасних глобальних змін клімату за даними довготривалих спостережень системи гідрометеорологічних спостережень на узбережжі та у гирлових частинах річок.

2. Вивчення реакції абіотичних показників морських екосистем (структури та динаміки вод, хімічного режиму та стану забруднення) на глобальні та регіональні зміни клімату, а також на антропогенні впливи шляхом комплексних експедиційних досліджень.

3. Моніторинг екологічного стану прибережної смуги моря на основі регулярних експедиційних досліджень і спостережень на берегових і гирлових пунктах спостережень.

4. Поповнення розподілених баз океанографічних даних і метаданих як внесок у загальні європейські та світові інформаційні системи про морське довкілля.

5. Удосконалення та використання можливостей оперативної океанографії шляхом інтеграції наземних і супутникових засобів спостережень, комплексних моделей прогнозу метеорологічних і морських процесів з метою задоволення потреб користувачів.

Також варто додати, що успіхи на шляху відродження української океанології багато у чому залежатимуть від посилення співпраці науковців НАН, МОН, фахівців Міндовкілля з виробничими підрозділами Гідрометеослужби України. Окрім того, необхідно ефективніше використовувати можливості міжнародного науково-технічного співробітництва в рамках діючих і майбутніх програм. Очевидно, що внутрішня та зовнішня кооперація – взаємопов'язані процеси розвитку морських досліджень і технологій.

Перелік використаних джерел

1. Андрианова О.Р. Многолетние колебания уровня Мирового океана: тенденции и причины. Одесса: Астропринт, 2014. 160 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV: Черное море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия / Под ред. А.И. Симонова, Э.Н. Альтмана. СПб: Гидрометеоздат, 1991. 430 с.
3. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море / Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. 402 с.
4. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море / Ильин Ю.П. и др. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. 421 с.

5. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А., Репетин Л.Н. Гидрометеорологические условия Феодосийского залива. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. 74 с.
6. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. 211 с.
7. ДСТУ 4474:2005 Фізична океанологія. Терміни та визначення основних понять: [чинний від 2007-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 42 с.
8. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 209 с.
9. Иванов В.А., Репетин Л.Н., Мальченко Ю.А. Климатические изменения гидрометеорологических и гидрохимических условий прибрежной зоны Ялты. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 164 с.
10. Иванов В.А., Фомин В.В. Математическое моделирование динамических процессов в зоне море-суша. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. 363 с.
11. Ильин Ю.П. Длиннопериодные колебания показателей гидрометеорологического режима Черноморского побережья Украины. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2015. Вип. 267. С. 88-95.
12. Ильин Ю.П. Климатические изменения гидрометеорологических условий Черного моря. *Глобальные и региональные изменения климата*. К.: Ника-Центр, 2011. С. 247-254.
13. Ільїн Ю.П. Кліматичні зміни гідрометеорологічного режиму морів України: автореф. дис. ... докт. геогр. наук : 11.00.09 / Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2016. 32 с.
14. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Романов А.С., Губарь Г.А. Океанографические исследования прибрежной зоны Южного берега Крыма с применением современных технологий судовых и спутниковых измерений. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2000. Вип. 248. С. 56-70.
15. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н. Современные морские наблюдения и исследования гидрометслужбы Украины. *Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002*: матеріали міжнародної конференції, Частина II. Одеса, 2003. С. 177-183.
16. Ильин Ю.П., Симов В.Г., Репетин Л.Н. Проблемы и перспективы мониторинга водного баланса Черного и Азовского морей. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. Севастополь, 2010. Вып. 22. С. 171-181.
17. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Репетин Л.Н. Гидрометеорологическое обеспечение морских отраслей хозяйства Украины. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. Севастополь, 2003. Вып. 2(7). С. 31-40.
18. Каталогизация данных океанологических наблюдений на Украине / В.Н. Еремеев и др. Севастополь, 1995. 78 с.
19. Коротаев Г.К., Еремеев В.Н. Введение в оперативную океанографию Черного моря. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. 382 с.
20. Кубряков А.А. Динамические характеристики верхнего слоя Черного моря по альтиметрическим измерениям: автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. наук.: 04.00.22 / Севастополь: МГИ НАНУ, 2012. 20 с.
21. Національний атлас України / голов. ред. Л. Г. Руденко ; голова ред. кол. Б. Є. Патон. К.: ДНВП "Картографія", 2007. С. 231-241.
22. Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів. К.: ДУ "Держгідрографія", 2009. 356 с.
23. Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата. К.: Наук. думка, 2008. 183 с.
24. Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный: современное состояние экосистемы / под ред. В.А. Иванова, С.В. Гошовского. Севастополь: МГИ НАНУ, 1999. С.59-73.
25. Репетин Л.Н., Ильин Ю.П., Зима В.В., Долотов В.В. Экспериментальная автоматизированная система гидрометеорологических измерений и обработки данных для береговых станций. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2005. Вып. 12. С. 506-524.
26. Северо-западная часть Черного моря: структура и климатическая изменчивость океанологических полей/ Попов Ю.И. и др. Одесса, 2016. 440 с.
27. Black Sea GOOS Workshop: Second Session, Poti, Georgia, 22-25 May 2001. *GOOS Report No.109*. IOC/UNESCO, Paris, 2002. 72 p.
28. Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. *Proceedings of the NATO TU Black Sea Project* / ed. L.I. Ivanov and T. Oğuz. Netherlands: Kluwer AP, 1998. Vol. 2. 396 p.
29. Ільїн Ю.П. Observed long-term changes in the Black Sea physical system and their possible environmental impacts. *Climate forcing and its impact on the Black Sea marine biota. № 39 in CIESM*

workshop monographs / ed. F. Briand. Monaco: CIESM, 2010. P. 35-44.

30. Ivanov V.A., Tuchkovenko Yu.S. Applied mathematical water-quality modeling of shelf marine ecosystems. Sevastopol: MHI/NASU, 2008. 311 p.

31. Maderich V., Konstantinov S. Seasonal dynamics of the system sea-strait: Black Sea–Bosphorus case study. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*. 2002. Vol. 55. P. 183-196.

32. Maderich V., Ilyin Yu., Lemeshko E. Seasonal and interannual variability of the water exchange in the Turkish Straits System estimated by modelling. *Mediterranean Marine Science*. 2015. Vol 16, No 2. P. 444-459.

33. Marine Environmental Assessment of the Black Sea: Working material. Regional Technical Cooperation Project RER/2/003. IAEA, Vienna, Austria, 2004. 358 p.

34. MEDATLAS 2002: Mediterranean and Black Sea database of temperature, salinity and biochemical parameters climatological atlas [электронный ресурс]. MEDAR group, 2002. 4 электрон. опт. диска (CD-ROM).

35. Oil spill accident in the Kerch Strait in November 2007 / eds. A. Korshenko, Yu. Ilyin, V. Velikova. *Black Sea Commission Publications*. Moscow: Nauka, 2011. 288 p.

36. Sur H., Ilyin Yu. Evolution of satellite derived mesoscale thermal patterns in the Black Sea. *Progress in Oceanography*. 1997. No. 39. P. 109-151.

37. Yankovsky A.E., Lemeshko E.M., Ilyin Yu.P. The influence of shelfbreak forcing on the alongshelf penetration of the Danube buoyant water, Black Sea. *Continental Shelf Research*. 2004. No. 24. P. 1083-1098.

Океанографические и гидрометеорологические исследования морей в Украине

Ю.П. Ильин

Ильин Юрий Павлович – д.геогр.н., заместитель директора по научной работе Украинского гидрометеорологического института ГСЧС Украины и НАН Украины; Украина, 03028, г. Киев, просп. Науки, 37; E-mail: ypylin@gmail.com

Аннотация

Рассматривается новая история морских исследований в Украине со времени обретения независимости до настоящего времени. Различается три этапа деятельности и изменений институциональной структуры отечественной океанографии по изучению физических и экологических процессов в морской среде. Описаны состояние и проблемы системы морских гидрометеорологических наблюдений и мониторинга прибрежной полосы морей. Намечены пути решения накопившихся проблем и предложены возможные направления развития океанографии и гидрометеорологии морей.

Ключевые слова: Черное и Азовское моря, региональная океанография, изменения климата, морская окружающая среда, системы наблюдений

Oceanographical and hydrometeorological studies of the seas in Ukraine

Yu.P. Ilyin

Ilyin, Yuriy Pavlovych – Dr Sci. (Geogr.), Deputy Director for Research of Ukrainian hydrometeorological institute of the SES and NAS of Ukraine; Ukraine, 03028, Kyiv, 37 Nauky Ave.; E-mail: ypylin@gmail.com

Abstract

The modern history of marine studies in Ukraine since independence obtaining till now is considered. Three stages are allocated for the national oceanography activity and institutional structure changes concerning physical and ecological studies of marine environment. State and problems of the system of marine hydrometeorological observations and marine coastal zone monitoring are described. Ways of accumulated problems solution are drawn and possible directions of oceanography and marine hydrometeorology development are proposed.

Key words: The Black and Azov seas, regional oceanography, climate changes, marine environment, observation systems

Referenses

1. Andrianova OR. Mnogoletnie kolebanija urovnja Mirovogo okeana: tendencii i prichiny [Multi-year variations in sea level: trends and causes]. Odessa: Astroprint; 2014. 160 p. [in Russian].
2. Gidrometeorologija i gidrohimiya morej SSSR [Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR]. Vol. IV, Chernoe more. Issue. 1: Gidrometeorologicheskie uslovija. In: Simonova AI, Al'tmana JeN, editors. SPb: Gidrometeoizdat, 1991. 430 p. [in Russian].
3. Ilyin YuP, Fomin VV, D'jakov NN, Gorbach SB. Gidrometeorologicheskie uslovija morej Ukrainy [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine]. Vol. 1, Azovskoe more. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika; 2009. 402 p. [in Russian].
4. Ilyin YuP, Repetin LN, Belokopytov VN, Gorjachkin YN, D'jakov NN, Kubrjakov AA, Stanichnyj S, et al. Gidrometeorologicheskie uslovija morej Ukrainy [Hydrometeorological conditions of the seas of Ukraine]. Vol. 2, Chernoe more. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika; 2012. 421 p. [in Russian].
5. Gorjachkin YuN, Ivanov VA, Repetin LN. Gidrometeorologicheskie uslovija Feodosijskogo zaliva [Hydrometeorological conditions in the Gulf of Feodosia]. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika; 2004. 74 p. [in Russian].
6. Gorjachkin YuN, Ivanov VA. Uroven' Chernogo morja: proshloe, nastojashhee i budushhee [Black Sea level: past, present and future]. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika; 2006. 211 p. [in Russian].
7. DSTU 4474:2005 Fizychna okeanologhija. Terminy ta vyznachennja osnovnykh ponjatj [GOST 4474: 2005 Physical oceanology. Terms and definitions of basic concepts]. 2007. Kyjiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. 42 p. [in Ukrainian].
8. Ivanov VA, Belokopytov VN. Okeanografija Chernogo morja [Black Sea oceanography]. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika, 2011. 209 p. [in Russian].
9. Ivanov VA, Repetin LN, Mal'chenko YuA. Klimaticheskie izmenenija gidrometeorologicheskikh i gidrohimicheskikh uslovij pribrezhnoj zony Jalty [Climatic changes in hydrometeorological and hydrochemical conditions of the coastal zone of Yalta]. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika; 2005. 164 p. [in Russian].
10. Ivanov VA, Fomin VV. Matematicheskoe modelirovanie dinamicheskikh processov v zone more-susha [Mathematical modelling of sea-land dynamic processes]. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika; 2008. 363 p. [in Russian].
11. Ilyin YuP. Dlinnoperiodnye kolebanija pokazatelej gidrometeorologicheskogo rezhima Chernomorskogo poberezh'ja Ukrainy [Volumetric variation of the hydrometeorological regime of the Black Sea coast of Ukraine]. Naukovi praci UkrNDGMI. 2015. Issue 267:88-95. [in Russian].
12. Ilyin YuP. Klimaticheskie izmenenija gidrometeorologicheskikh uslovij Chernogo morja [Climatic changes in hydrometeorological conditions of the Black Sea]. Global'nye i regional'nye izmenenija klimata. K.: Nika-Centr; 2011. p. 247-254. [in Russian].
13. Ilyin YuP. Klimatychni zminy ghidrometeorologhichnogho rezhymu moriv Ukrainy [Climatic changes in the hydrometeorological regime of the seas of Ukraine] [abstract of Ph.D. dissertation]. Kyiv: KNU im. T. Shevchenka; 2016. 32 p. [in Ukrainian].
14. Ilyin YuP, Repetin LN, Romanov AS Gubar' GA. Okeanograficheskie issledovanija pribrezhnoj zony Juzhnogo berega Kryma s primeneniem sovremennyh tehnologij sudovyh i sputnikovyh izmerenij [Oceanographic studies of the coastal zone of the South Bank of the Crimea using modern ship and satellite measurement technologies]. Naukovi praci UkrNDGMI. 2000. 248:56-70. [in Russian].
15. Ilyin YuP, Repetin LN. Sovremennye morskije nabljudenija i issledovanija gidrometsluzhby Ukrainy [State-of-the-art maritime and hydrometeorological surveys of Ukraine]. Gidrometeorologija i ohorona navkolishn'ogo seredovishha – 2002. Odesa, 2003. p. 177-183. [in Russian].
16. Ilyin YuP, Simov VG, Repetin LN. Problemy i perspektivy monitoringa vodnogo balansa Chernogo i Azovskogo morej [Problems and prospects for monitoring the water balance of the Black Sea and the Sea of Azov]. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. Sevastopol'; 2010. 22: 171-181. [in Russian].
17. Ilyin YuP, Fomin VV, Repetin LN. Gidrometeorologicheskoe obespechenie morskikh otraslej hozjajstva Ukrainy [Hydrometeorological support for the marine industries of Ukraine]. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. Sevastopol', 2003. 2(7): 31-40 [in Russian].
18. Eremeev VN, Suvorov AM, Vladimirov VL, et al. Katalogizacija dannyh okeanologicheskikh nabljudenij na Ukraine [Cataloguing of oceanic observations in Ukraine]. Sevastopol', 1995. 78 p. [in Russian].
19. Korotaev GK, Eremeev VN. Vvedenie v operativnuju okeanografiju Chernogo morja [Introduction to Black Sea Operational Oceanography]. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika, 2006. 382 p. [in Russian].

20. Kubrjakov AA. Dinamicheskie karakteristiki verhnego sloja Chernogo morja po al'timetriceskim izmerenijam [Dynamic characteristics of the upper Black Sea on altimetric measurements] [abstract of Ph.D. dissertation]. Sevastopol': MGI NANU, 2012. 20 p. [in Russian].
21. Rudenko LGh. Nacionalnij atlas Ukrajinj [National atlas of Ukraine]. K. DNVP "Kartografija", 2007. p. 231-241. [in Ukrainian].
22. Okeanografichnij atlas Chornogho ta Azovskogho moriv [Oceanographic Atlas of the Black Sea and Sea of Azov]. K.: DU "Derzhgidrografija", 2009. 356 p. [in Ukrainian].
23. Polonskij AB. Rol' okeana v izmenenijah klimata [The role of the ocean in climate change]. K: Nauk. dumka, 2008. 183 p. [in Russian].
24. Ivanov VA, Goshovskij SV, editors. Prirodnye uslovija vzmor'ja reki Dunaj i ostrova Zmeinyj: sovremennoe sostojanie jekosistemy [Natural conditions of the offshore Danube River and Zmejine Islands: present state of the ecosystem]. Sevastopol': MGI NANU, 1999. p. 59-73. [in Russian].
25. Repetin LN, Ilyin YuP, Zima VV, Dolotov VV. Jeksperimental'naja avtomatizirovannaja sistema gidrometeorologicheskikh izmerenij i obrabotki dannyh dlja beregovyh stancij [Experimental automated system of hydrometeorological measurements and data processing for shore stations]. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa. Sevastopol': MGI i OF InBJuM NANU, 2005. 12: 506-524. [in Russian].
26. Popov JuI, Matygin AS, Kolomejchenko GJu, Zamorov VV, Chernikova SJu, Petrov SA., et al. Severo-zapadnaja chast' Chernogo morja: struktura i klimaticheskaja izmenchivost' okeanologicheskikh polej [North-western Black Sea: structure and climatic variability of ocean fields]. Odessa, 2016. 440 p. [in Russian].
27. Black Sea GOOS Workshop: Second Session, Poti, Georgia, 22-25 May 2001. GOOS Report No.109. IOC/UNESCO, Paris, 2002. 72 p.
28. Ivanov LI, Oğuz T., editors. Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. Proceedings of the NATO TU Black Sea Project. Netherlands: Kluwer AP; 1998. 2, 396 p.
29. Ilyin YP. Observed long-term changes in the Black Sea physical system and their possible environmental impacts. Climate forcing and its impact on the Black Sea marine biota. № 39 in CIESM workshop monographs. Monaco: CIESM, 2010. p. 35-44.
30. Ivanov VA, Tuchkovenko YuS. Applied mathematical water-quality modeling of shelf marine ecosystems. Sevastopol: MHI/NASU, 2008. 311p.
31. Maderich V, Konstantinov S. Seasonal dynamics of the system sea-strait: Black Sea–Bosphorus case study. Estuarine, Coastal and Shelf Sciences. 2002. 55:183-196.
32. Maderich V, Ilyin Y, Lemeshko E. Seasonal and interannual variability of the water exchange in the Turkish Straits System estimated by modelling. Mediterranean Marine Science. 2015. 16(2): 444-459.
33. Marine Environmental Assessment of the Black Sea: Working material. Regional Technical Co-operation Project RER/2/003. IAEA, Vienna, Austria, 2004. 358 p.
34. MEDATLAS 2002: Mediterranean and Black Sea database of temperature, salinity and biochemical parameters climatological atlas. MEDAR group, 2002. 4 CD-ROM.
35. Korshenko A, Ilyin Y, Velikova V., editors. Oil spill accident in the Kerch Strait in November 2007. Black Sea Commission Publications. Moscow: Nauka, 2011. 288 p.
36. Sur H, Ilyin Y. Evolution of satellite derived mesoscale thermal patterns in the Black Sea. Progress in Oceanography; 1997. 39:109-151.
37. Yankovsky AE, Lemeshko EM, Ilyin YP. The influence of shelfbreak forcing on the alongshelf penetration of the Danube buoyant water, Black Sea. Continental Shelf Research. 2004. 24:1083-1098.

Стаття надійшла 15.01.2020 р.