

## Гідрофізичні дослідження морського та річкового середовища

*М. Ф. Голодов<sup>1</sup>, А. Ю. Гордєєв<sup>2</sup>, Л. В. Нестеренко<sup>2</sup>, Ю. А. Тимченко<sup>2</sup>,  
С. Г. Федосєєнков<sup>2</sup>, О. І. Шундель<sup>2</sup>, О. А. Щипцов<sup>2</sup>, О. О. Щипцов<sup>1</sup>, 2019*

<sup>1</sup>Державна установа «Держгідрографія» Державної служби морського  
та річкового транспорту України, Київ, Україна

<sup>2</sup>Державна установа «Науковий гідрофізичний центр  
Національної академії наук України», Київ, Україна

Надійшла 1 листопада 2019 р.

Прикладные океанографические и гидрографические исследования состояния морской среды особенно актуальны в связи с разработкой информационных технологий моделирования и прогнозирования состояния окружающей среды и изменений климата для усиления защищенности человечества от связанных с океаном угроз и для безопасности деятельности в море и прибрежной зоне. Главная цель исследований — формирование гидрографического фрагмента банка океанографических данных (БОД) на основе результатов экспедиционных научных исследований морской и речной среды. Во время проведения комплексных океанографических экспедиций были отработаны усовершенствованные методология и организация выполнения совместных морских и речных исследований с использованием специализированных судов государственного учреждения (ГУ) «Госгидрография», а также научного оборудования и технических средств изучения водной среды ГУ «Научный гидрофизический центр Национальной академии наук Украины». Одна из основных составляющих разработанной технологии — созданный и модернизированный мобильный гидроакустический комплекс, который устанавливался на судах для обеспечения экспедиционных исследований. Разработанная методика дистанционной профильной геоакустической съемки морского (речного) дна позволяет получать информацию о непрерывных профилях слоев донных отложений, а на основе анализа акустических трасс — информацию о геоакустических свойствах этих слоев. Для обработки информации гидроакустического комплекса с целью получения геоакустических параметров морского и речного дна разработаны современный математический аппарат и программное обеспечение. Океанографические исследования показали целесообразность использования материалов, полученных в результате дистанционного спутникового зондирования морских акваторий в режиме online, для более детального анализа экспедиционных океанографических данных. В процессе трех экспедиций собрана новая информация об океанографических параметрах для пополнения специализированных баз данных гидрографического фрагмента БОД.

Научная новизна экспедиционных результатов состоит в получении новых океанографических данных, собранных при выполнении указанных прикладных научных исследований и зафиксированных на носителях информации, а также в усовершенствовании технологий сбора океанологических данных для формирования гидрографического фрагмента БОД с целью дальнейших теоретических обобщений в океанографии. Результаты экспедиционных исследований будут применяться для корректуры морских и речных навигационных карт с учетом фактического океанографического состояния аномальных участков исследованных акваторий и пополнения специализированных баз данных гидрографического фрагмента БОД.

**Ключевые слова:** океанографическая экспедиция, банк океанографических данных, гидрология, гидроакустика, морская геология, гидрография, Черное море, Дунай.

**Вступ.** У 2018 р. 72-га сесія Генеральної Асамблеї ООН у резолюції щодо Світового океану і морського права проголосила з 1 січня 2021 р. 10-річний період, присвячений науці про океан в інтересах сталого розвитку [Резолюція..., 2018]. Відповідно до резолюції, Міжурядовою океанографічною комісією (МОК) ЮНЕСКО було підготовлено план — дорожню карту проведення десятиріччя на 2021—2030 рр. [Пересмотренная..., 2018], спрямовану на перетворення наукових знань про морське середовище на ефективні заходи щодо раціонального використання ресурсів океану та поліпшення його стану.

Одним із соціально значущих очікуваних результатів виконання програми задекларовано безпеку океану як наслідок захищеності від пов'язаних з океаном загроз і безпеки діяльності, здійснюваної в морі та прибережній зоні [Щипцов, Щипцов, 2019]. Досягнення цієї мети має охоплювати вивчення різних аспектів небезпеки морського середовища для людства, в тому числі навігаційно-гідрографічної безпеки судноплавства [Щипцов, 2011]. Таким чином, вивчення стану складових морського та річкового середовища є надзвичайно актуальним для розробки технологій моделювання й прогнозування стану навколишнього середовища та змін клімату.

У дорожній карті МОК зосереджено увагу на низці пріоритетних галузей наукових досліджень і розробок у рамках Десятиліття [Пересмотренная..., 2018; Щипцов, Щипцов, 2019], серед яких можна виділити глобальну систему спостережень за океаном (ГССО), що охоплює весь Світовий океан, та портал даних й інформації. ГССО необхідно постійно поповнювати первинними (базовими) даними, які мають бути доступними для всіх, хто їх потребує [Пересмотренная..., 2018]. Нагромаджена інформація мусить легко адаптуватися до постійних змін обставин і пріоритетів та до місцевих чи регіональних потреб. Ефективне функціонування інформаційного порталу технологічно підтримує розвиток наук про океан та проведення наукових досліджень на підставі як наявної

інформації, так і нових експериментальних даних.

**Постановка проблеми.** Україна активно долучилася до участі у підготовчому етапі проведення Десятиліття. Одним з напрямів розвитку науково-технічного потенціалу фундаментальних і прикладних досліджень, визначених у чинній редакції Морської доктрини України, є організація комплексних морських експедицій [Постанова..., 2009]. Тому поновлення науково-дослідних експедиційних досліджень морського й річкового природного середовища та розвиток їхнього апаратурно-методичного забезпечення є одним з актуальних заходів для підвищення ефективності вивчення акваторій.

У сучасних складних політичних й економічних умовах було визнано за доцільне поновити традиційну міжнародну морську практику використання методу «спутнік океанографічних спостережень» [Симоненко, Голодов, 2016], яку реалізовано під час спільних експедицій, відповідно до положень Угоди про науково-технічне співробітництво між державною установою (ДУ) «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України» (надалі — Гідрофізичний центр) та ДУ «Держгідрографія» Міністерства інфраструктури України від 8 травня 2018 р., згідно з якою розроблено проект науково-дослідної програми з відновлення океанографічної бази даних України.

Океанологічні дані, зібрані у відповідний спосіб під час експедиційних наукових досліджень, є основою для розробки інформаційної технології збереження, нагромадження даних та подальшого обміну між потенційними користувачами і головною складовою *банку океанографічних даних (БОД)*.

Створення в Україні автоматизованого банку цифрових океанографічних даних уперше було започатковано за ініціативою Національного агентства морських досліджень і технологій в рамках Національної програми досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану [Щипцов

та ін., 1994, 2018]. У зв'язку з тим що всю централізовану базу БОД НАН України було втрачено внаслідок подій в Криму в 2014 р., постало завдання про розробку та створення нового БОД, оновлення програмно-технологічних засобів збору, аналізу, зберігання і передачі океанографічних даних та інформації.

*Мета досліджень* — формування й забезпечення функціонування гідрографічного фрагмента БОД<sup>1</sup> на підставі результатів комплексних (передусім експедиційних) досліджень закономірностей формування й еволюції морського та річкового середовища.

Основне завдання досліджень — розробка і вдосконалення технології збору, збереження та обміну океанологічними даними, отриманими в результаті морських і річкових експедицій, а також нагромадження даних для подальшого аналізу, обробки й використання.

Об'єкт досліджень — емпіричні дані, отримані під час океанологічних експедицій, а предмет — технології збору та нагромадження даних для подальшого зберігання й використання.

**Наукова новизна результатів** — отримання нових океанографічних даних, зібраних під час прикладних наукових досліджень і зафіксованих на носіях інформації, а також удосконалення технологій збору океанологічних даних для формування гідрографічного фрагмента БОД з метою подальшого теоретичних узагальнень у галузі океанографії.

**Прикладне значення** — результати експедиційних досліджень застосовують для коректури морських і річкових навігаційних карт з урахуванням фактичного океанографічного стану аномальних ділянок досліджених акваторій, а також ними поповнюють відповідні бази даних гідрографічного фрагмента БОД.

<sup>1</sup> Під поняттям «гідрографічний фрагмент банку океанографічних даних НАН України» розуміємо галузевий фрагмент структури БОД, спрямований на збір і нагромадження даних за гідрографічним напрямом дослідження морського середовища.

**Методи та засоби досліджень. Науково-організаційні питання проведення спільних експедиційних досліджень.** Підготовка й проведення комплексних морських і річкових експедицій насамперед потребували розробки та здійснення комплексу передусім таких науково-організаційних заходів:

- розробка й відпрацювання в морських (річкових) експедиційних умовах технології збору, збереження та обміну океанологічними даними, а саме відповідної сукупності експериментальних методів та інструментів для досягнення результату;

- створення експериментальної робочої моделі суднової модульної лабораторії (СМЛ) гідроакустики [Єремєєв та ін., 2019] як однієї зі складових розробленої технології;

- науково-технічна модернізація великих гідрографічних катерів (ВГК) «О. Солодунов», «А. Лисенко», спеціалізованих річкових суден «Дельфін», «Шляховик» та випробування СМЛ гідроакустики під час експедиційних досліджень;

- удосконалення методології та науково-організаційних заходів стосовно планування та проведення експедицій;

- відпрацювання в морських і річкових умовах спеціально розроблених і створених апаратурних та технічних засобів вивчення і опробування компонентів природного середовища.

**Розробка та вдосконалювання апаратурно-методичного і технічного забезпечення вивчення морського (річкового) середовища.** Під час проведення морських і річкових експедиційних досліджень використовували такі спеціалізовані судна, апаратурні та технічні засоби вивчення морського й річкового середовища.

*Спеціалізовані судна* ДУ «Держгідрографія»: мале гідрографічне судно (МГС) «Шляховик», малий гідрографічний катер (МГК) «Гідрограф-3», ВГК «О. Солодунов», МГК «Гідрограф-2», ВГК «А. Лисенко».

*Апаратурні та технічні засоби:*

- 1) гідрологічні — вимірювач течій Valeport 106, термохалінний зонд Midas CTD+,

глибоководний термометр, диск прозорості (Секкі);

2) гідроакустичні — мобільний гідроакустичний комплекс;

3) геологічні — тросовий ковшовий дночерпак Петерсена, судновий палубний кран Palfinger Marine PS15500M МГС «Шляховик» вантажопідйомністю 2,5 т (швидкість опускання 0,8—0,9 м/с, підйому — 1,5 м/с, діаметр троса — 16,5 мм); автоматична лебідка КС Denmark A/S (1,5 KW Winch) вантажопідйомністю 100 кг у кормовій частині ВГК «О. Солодунов», дозиметр-радіометр МКС-05 «ТЕРРА-П+»;

4) гідрографічні — багатопроменеві ехолоти Sea Bat 7101 і Sea Bat T20, вимірювач швидкості звуку у воді SVP-15, DGPS-приймач Trimble DSM-232.

У процесі підготовки до експедиційних досліджень було розроблено, створено та модифіковано спеціальні засоби вивчення морського й річкового середовища Гідрофізичного центру, а саме тросовий ковшовий дночерпак Петерсена для відбору інтегральних проб поверхневого шару донних відкладів та модернізований сучасний судновий гідроакустичний комплекс [Голодов та ін., 2019] (рис. 1).

Для опробування донних відкладів у Гідрофізичному центрі за сприяння та безпосередньої участі співробітників Державної наукової установи «Центр проблем морської геології, геоєкології та осадового рудоутворення НАН України» і ДУ «Інститут морської біології НАН України» було спроектовано, виготовлено та апробовано тросовий ковшовий дночерпак Петерсена (площа захоплення 0,025 м<sup>2</sup>). Усі підняті геологічні зразки безпосередньо на борту належало візуально описати, етикетувати та спакувати для подальшого зберігання та проведення лабораторних аналізів.

До складу гідроакустичного комплексу входять: гідролокатори бічного огляду (ГБО-50 або ГБО-100М залежно від глибин районів обстеження), ехолот ЕМ-100, гідроакустичний профілограф, приймач GPS, пристрій сполучення, персональний комп'ютер та ін. [Гончар та ін., 2011; Голодов та ін., 2019]. Розроблено методику

дистанційного профільного геоакустичного знімання дна на підставі аналізу акустичних трас, яка передбачає отримання інформації про структуру донних відкладів. Побудовано планшети обстежених акваторій з автоматичним нанесенням схеми галсів, гідролокаційної інформації з прив'язкою до координат та батиметричних карт акваторій [Гончар та ін., 2012]. На підставі вказаної методики шляхом обробки відбитих гідроакустичних сигналів визначають такі параметри донних відкладів: густину, швидкість поширення пружних коливань (швидкість звуку), коефіцієнти відбиття, поглинання акустичних сигналів у відкладах, донну реверберацію [Смит, 1977].

Для обробки інформації гідроакустичного комплексу з метою отримання геоакустичних параметрів морського і річкового дна розроблено сучасний математичний апарат та програмне забезпечення. При розробці математичного апарату використовували: спектральний аналіз сигналів, методи теорії прийняття рішень та елементи дискретної математики. Розроблені алгоритми реалізовано в інтегрованому середовищі Visual C++ на загальних принципах об'ємно-орієнтованого програмування.

**Розробка й відпрацювання в морських (річкових) експедиційних умовах технології збору, збереження та обміну океанологічними даними.** Ядром розробленої технології збору, збереження та обміну океанологічними даними, отриманими в результаті морських (річкових) експедиційних досліджень, є формування БОД — автоматизованої інформаційної системи централізованого зберігання та колективного використання даних. До його складу входять: бази даних, бібліотеки запитів та прикладних програм. Банк даних здійснює централізоване інформаційне забезпечення колективу користувачів або сукупності задач, розв'язуваних у системі.

Структура БОД складається з фрагментів за напрямками досліджень морського середовища. На сьогодні триває розробка гідрографічного фрагмента БОД НАН України та наповнення його новими гідро-





Рис. 1. Монтування антени гідролокатора бічного огляду модернізованого гідроакустичного комплексу на борту судна.

графічними й океанографічними даними, тому ключовим завданням було поповнення бази океанографічних даних (морський та річковий модулі) новою інформацією за результатами експедиційних досліджень з гідрології, гідроакустики, геології та гідрографії.

Як зазначено, усі дані, зібрані під час експедиційних досліджень, мають бути доступні для будь-якого подальшого використання. Тому формування БОД є однією з головних складових розробки технології збору, збереження та обміну океанологічними даними, отриманими в результаті морських (річкових) експедиційних досліджень. Під банком даних розуміють автоматизовану інформаційну систему централізованого зберігання та колективного використання даних. Основне призначення БОД полягає у такому:

1) нагромадження та підтримка в робочому стані сукупності відомостей, які складають інформаційну базу всієї автоматизованої системи;

2) забезпечення колективного доступу до інформації, яка в ній зберігається;

3) забезпечення необхідного керування використанням відомостей, які містяться в інформаційній базі.

Розроблена на сьогодні структура БОД складається з чотирьох розділів: географічного, експедиційного, тематичного та юридичного. Наповнення розділів, у свою чергу, відбувається за різними схемами.

1. Географічний розділ містить інформацію про досліджувану акваторію.

2. Експедиційний розділ структури містить такі дані:

- науково-дослідні судна (НДС) та їхні технічні характеристики;
- рейси НДС, номер, дати, координати;
- рейси НДС, коди рейсів, номери станцій, координати станцій, види досліджень та аналізів;
- наукові звіти рейсів НДС.

3. Тематичний розділ структури збирає дані за напрямками океанографічних досліджень, наприклад:

- гідрофізика: гідроакустика (профілювання, промір, 3D-об'єкти); гідродинаміка (течії, турбулентність тощо); гідрооптика (прозорість води); гідрофізичні параметри зондування (температура, густина) тощо.
- гідрохімія: солоність; органіка; метали; нафтопродукти тощо.
- морська геологія: геоморфологія дна; тектонічна будова басейну; донні відклади (стратиграфія, літологія, мінералогія) тощо.

4. Юридичний розділ збирає такі дані: законодавство України у галузі морського права; морське право чорноморських держав; міжнародне морське право; нормативні документи з організації експедиційних досліджень і роботи з даними.

З метою стандартизації внесення океанографічних даних до БОД розроблено «Тимчасове положення про організацію та проведення експедиційних досліджень у Гідрофізичному центрі», яке містить рекомендації щодо оформлення звітів та опису даних морських (річкових) наукових експедиційних досліджень, що виконуються установою.

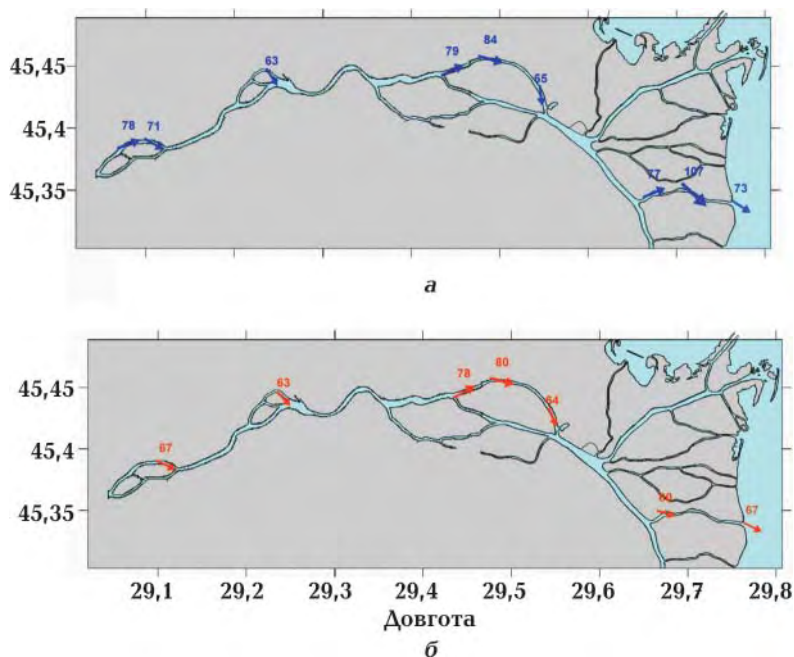


Рис. 2. Розподіл векторів течій (23—26 квітня 2019 р.) на горизонті: а — 4 м, б — 6 м.

Опис даних експедиційних спостережень з поділом за напрямками досліджень, видами та обсягами отриманих даних рекомендовано подавати у вигляді уніфікованої форми встановленого зразка, яка містить всю основну інформацію про заплановану і проведену наукову експедицію та дані, отримані під час її виконання. Так, після виконання досліджень кожної з експедицій оформлено звіти та описи даних, переданих до БОД.

**Результати експедиційних робіт.** Технологію збору, збереження та обміну океанологічними даними було апробовано під час виконання трьох спільних комплексних науково-дослідних експедицій:

- морських: у північно-західній частині Чорного моря на підходах до портів Чорноморськ, Білгород-Дністровський та Одеса в червні 2019 р. (шифр — «Чорне море-2019») і в акваторіях Бузько-Дніпровсько-Лиманського каналу (БДЛК) та Одеської затоки північно-західної частини Чорного моря в серпні 2019 р. (шифр — «Чорне море (БДЛК)-2019»);

- річкової: в акваторіях головного навігаційного фарватеру р. Дунай від 0 км до 67 км та рукавів Прямого, Іванешть, Ка-

тенька, Машенька та Соломонова у квітні 2019 р. (шифр — «Дунай-2019»).

За специфікою вибрані для апробації райони робіт можна розглядати як полігони для розробки, випробування та впровадження техніко-методичних і технологічних прийомів виділення, оцінювання та аналізу океанографічних параметрів акваторій у широкому діапазоні стратегічних завдань промислово-господарського комплексу України.

Нижче коротко наведено основні результати, отримані за чотирма напрямками експедиційних досліджень. Обсяги робіт показано в таблиці.

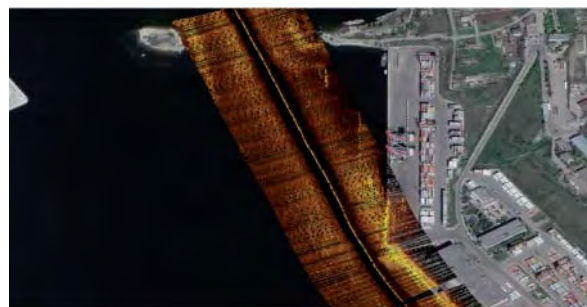


Рис. 3. Гідроакустичне знімання гідротехнічних споруд порту.

**Гідрологічні дослідження** виконували під час усіх експедицій з метою вимірювання течій на різних водних горизонтах, прозорості (каламутності), температури та швидкості звуку за допомогою термохалінного зонда Midas CTD+. Останній дає змогу виконувати вертикальне зондування водної товщі в діапазоні глибин 0—500 м, отримувати параметри тиску, температури, електропровідності, кількості розчиненого у воді кисню та водневий показник. Вимірювач течій Valeport Model 106 застосували для вимірювання швидкості та напрямку течій на горизонтах 0,5; 2; 4; 6 м і в придонному шарі (на 13 станціях).

На р. Дунай було вивчено гідрологічні параметри у весняний період року. Температура води на відрізку маршруту від 0 до 67 км варіювала від 12,5 до 14,5 °С, солоність була майже незмінною. Показники розчиненого кисню становили 6,7—7,6 мл/л, рН 8,97—9,3. Прозорість поверхневого шару води була незмінною — 0,5 м. Такі низькі значення прозорості, а також малі зміни по всій товщі води гідрохімічних показників є наслідком повені, коли значення швидкості течій, вертикального перемішування та концентрації завислої речовини найбільші.

Поверхневі течії найнестійкіші за напрямком, не відповідають спрямованості місцевого русла, оскільки схильні до впливу локальних вітрових перенесень. У період проведення експедиції напрямок вітру змінювався з північно-східного на південно-східний (майже проти течії), а швидкість становила 4—8 м/с. Спостереження на р. Дунай проводили у період весняної повені, тому швидкості течій на різних ділянках були значними і коливались у межах 60—115 см/с. Уже на горизонті 4 м і глибше напрямом течій відповідав напрямку основного русла (рис. 2, а). Максимальні швидкості течій на горизонті 2 м у Кілійському гирлі біля о-ва Малий Далер становили 115, а в Соломоновому рукаві — 70—80 см/с. Нерівномірність швидкості течії на відрізку від 0 до 67 км пов'язана з величиною позовжнього ухилу, формою поперечного перерізу русла, перерозподі-

лом води між рукавами та з висотою рівня води.

У гирлі Бистрому придонний клин протитечії з морською водою не спостерігали до 0 км включно (рис. 2, б). Швидкість течії на придонному горизонті становила 67,5 см/с із напрямком 116° у бік моря. При аналогічних спостереженнях у листопаді 2018 р. придонний клин протитечії з морською водою простягався тут принаймні до 7 км. Придонна течія мала зворотний напрямок до поверхневої.

У північно-західній частині Чорного моря на 24 океанографічних станціях вимірювали морські течії на горизонтах 2, 5, 10, 20 м або біля дна за меншої глибини моря з метою виявлення ролі вітру в шельфовому перерозподілі вод і зон виникнення сильних прибережних течій. У результаті досліджень отримано дані щодо горизонтальних полів і вертикальних розподілів температури, солоності води, розчиненого в ній кисню і значень водневого показника, а також вивчено горизонтальні розподіли температури води, хлорофілу *a* і довгохвильового випромінювання водної поверхні, отримані за даними супутника MODIS за період проведення експедиційних робіт. На поверхні температура води була найвищою (26,1—27,0 °С), солоність — найнижчою (14,2—15,0 ‰). За цих умов розвивалися водорості *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault (Cyanoprokaryota) у Одеській затоці.

Вертикальні розподіли всіх аналізованих характеристик показують наявність термокліну з верхньою межею на глибині 7—13 м, нижньою — на глибині 15—17 м. Верхній квазіоднорідний шар характеризувався відносно низьким вмістом розчиненого кисню (5,5—6,1 мл·л<sup>-1</sup>), у нижньому придонному шарі він підвищується до 7,0—7,7 мл·л<sup>-1</sup>.

Гідрологічні вимірювання на БДЛК проводили на 20 станціях: виконано 19 повних за глибиною профілів з вимірюванням температури, солоності, лужності (рН) води та розчиненого у воді кисню. Температура поверхневого шару води змінювалася від 21,9 °С у зовнішнього входу в лиман до



23,7—23,9 °С у південній частині Бузької ділянки лиману. На півночі ділянки вона знову знижувалася до 23,0 °С. Подібно, але з протилежним знаком, розподілялась і поверхнева солоність.

У результаті вимірювання течій на стандартних горизонтах на протязі всього судноплавного ходу від Очаківського морського порту до Миколаївського морського порту було виявлено східні, а далі, в гирлі р. Південний Буг, — переважно північні перенесення вод (протитечії до стаціонарних річкових течій). Швидкості течій на приповерхневих горизонтах (0,5—2,0 м) становили 10—26 см/с, у глибинних шарах (10 м і більше) вище — 11—49 см/с. У придонному шарі на всій нижньобузькій ділянці зафіксовано наявність гіпоксії вод із вмістом розчиненого кисню менше 3 мл/л. Також на цьому відрізку маршруту виявлено компенсаційну протитечію як наслідок низького стоку річкових вод унаслідок тривалого вітрового згону і падіння рівня води у Дніпровсько-Бузькому лимані.

**Гідроакустичні дослідження** виконували з метою виявлення об'єктів природного та штучного походження, в тому числі потенційно небезпечних, і визначення типів поверхневих осадів. На основі спільних гідроакустичних й гідрографічних досліджень з використанням розробленого комплексу дистанційного вивчення рельєфу дна й типів поверхневих осадів передбачалось побудувати відповідні математичні моделі для різних ділянок дна акваторій з урахуванням їхніх структурних і літологічних характеристик.

За даними гідроакустичного дослідження переважною фракцією у складі донних відкладів акваторій р. Дунай виявився пісок (у середньому 56,3 %). Середня концентрація мулів становила приблизно 32,9, глини — 10,9 %. Порівняння гранулометричного складу донних ґрунтів двох років досліджень (2018—2019) показує його майже повну стабільність.

Дані щодо середньої густини верхнього шару донних відкладів свідчать про замулення деяких районів річища Дунаю. За основними закономірностями осадонагро-

мадження, спричиненого гідродинамічними факторами і течіями, та за особливостями рельєфу дна виділено два типи зон кінцевого транспортування осадів дрібних класів: зони стагнації з пасивними гідродинамічними умовами чи утворенням вихрових структур та дисипаційні зони, де енергія потоку зменшується в результаті наштовхування на перешкоду, внаслідок чого втрачається частка суспендованого матеріалу. Саме ці зони є найсприятливішими для нагромадження осадового матеріалу дрібних і тонких класів.

На підняттях дна потужність сучасних відкладів зменшується, часто до повного їх зникнення. У структурно-геоморфологічних пастках нагромаджуються значні потужності піщано-алевритомулових відкладів, а на піднятих ділянках — піщані відклади.

В акваторії північно-західної частини Чорного моря обстежено гідротехнічні споруди та підхідні канали (рис. 3), побудовано відповідні математичні моделі дна.

На акваторії шельфу хвильова діяльність моря є основним рельєфоутворювальним фактором, що характеризується руйнуванням, перенесенням і накопиченням пухкого матеріалу. У прибережній зоні поширені донна абразія, переміщення та акумуляція наносів. На шельфі виявлено субаквальне продовження дна балок, розміри яких коливаються від 800 м до 1,5 км завдовжки і до 500 м завширшки. У рельєфі морського дна вони недостатньо виражені та перекриті незначними за потужністю сучасними морськими відкладами алевриту, пісків, щебнем і брилами вапняку. Ці форми ерозійного рельєфу накладені на морську абразійну терасу, сформовану за нижчого базису ерозії.

До позитивних форм акумулятивно-денудаційного генезису на шельфі належить морська абразійна тераса — бенч. Вироблений у корінних породах, він простежується тут повсюдно. Поверхня тераси рівна, іноді з неглибокими балками субширотного простягання, утвореними хвильовою діяльністю. Тераса перекрита переважно невеликим шаром сучасних



морських відкладів потужністю до 1,5 м. На поверхні абразійної тераси у вигляді виступів виділяються зсувні блоки, складені понтичними вапняками, приурочені до прибережної зони. Вони утворилися в результаті хвильової діяльності й затоплені морем під час голоценової трансгресії.

За допомогою гідроакустичного профілювання досліджено четвертинні відклади морського, лиманного й лиманно-морського генезису чорноморського горизонту, а також техногенні утворення. Донні відклади представлено передусім мулами і черепашниками, менше — пісками, гравієм та галечниками. Мули поширені у центральних частинах жолобів, а піски — у вигляді порівняно вузької смуги вздовж берегової лінії. Черепашники, як правило, займають проміжне положення між полями мулів і пісків. Піски переважно дрібнозернисті, іноді середньозернисті, рідше грубозернисті; можуть містити прошарки мулу або черепашників. Мули глинисті, дрібно- і крупноалевритові, здебільшого глинисті й суглинні, на невеликих площах трапляються супіщані. За даними дистанційного дослідження середня густина черепашників — 1,0—1,4 г/см<sup>3</sup>. Глини переущільнені, густина — 1,45—1,61 г/см<sup>3</sup>.

Піски тяжіють до приурізаних ділянок дна моря, де мають потужність до 1 м. Вони зазнають постійного впливу течій і характеризуються динамічним станом, невитриманістю складу та властивостей.

Техногенні утворення в прибережній частині шельфу представлені відвалами ґрунту, вибраного при поглибленні підводних каналів, — це суміш пісків, черепашників, мулів, неогенових глин, уламків вапняку.

Гідроакустичне вивчення рельєфу дна й донних відкладів акваторії БДЛК та Одеської затоки північно-західної частини Чорного моря виконували на маршрутних галсах і на переходах між гідроло-

гічними станціями. Залучення комплексу гідроакустичних засобів до проведення досліджень дало змогу виконати площинне знімання дна, виявити об'єкти природного й штучного походження, визначити їхні координати та розміри. У результаті за характеристиками відбитих сигналів вивчено геоакустичні характеристики й літологічні типи донних відкладів, зворотної та об'ємної реверберації водної товщі обстежених районів акваторії (рис. 4), побудовано відповідні математичні моделі (полігони геоакустичних даних).

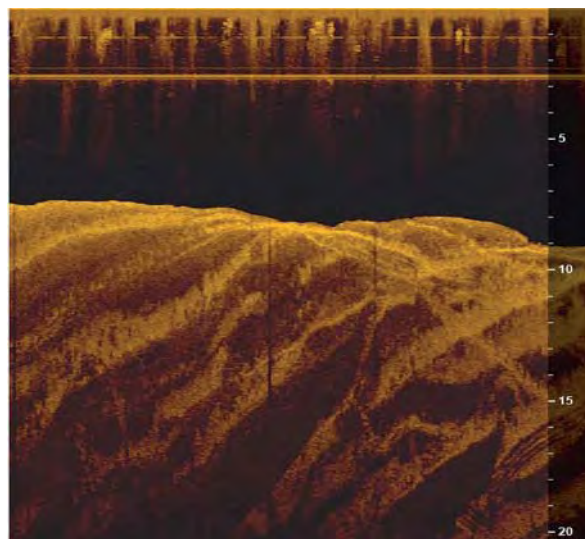


Рис. 4. Фрагмент ехограми — шари донних відкладів (мули алевритово-пелітові потужністю близько 3 м на шарі глини).

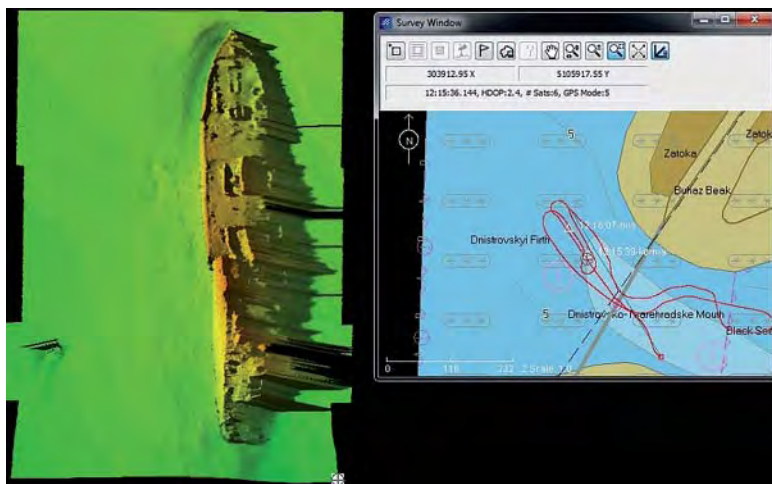


Рис. 5. Затонуле судно біля автозалізничного мосту портового пункту Бугаз, яке становить навігаційну небезпеку.

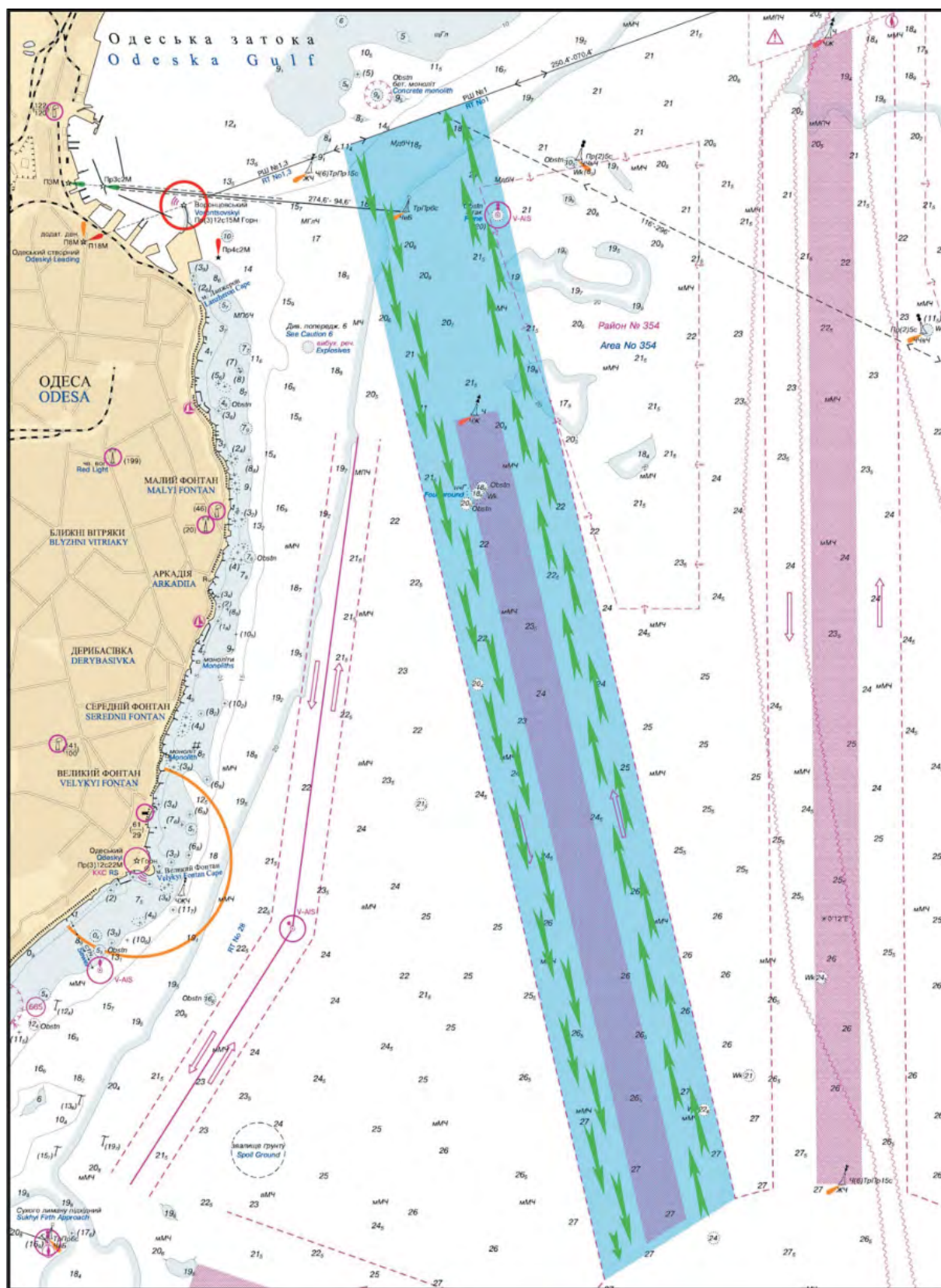


Рис. 6. Схема виконання гідрографічних досліджень на ВГК «О. Солодунов» в Одеській затоці у зоні розподілу руху суден № 2 (8 серпня 2019 р.).



**Геологічні дослідження** здійснювали з метою отримання нових актуальних даних щодо морського (річкового) геологічного середовища та сприяння навігаційній безпеці судноплавства на внутрішніх водних шляхах і в територіальному морі України шляхом виявлення сучасних тенденцій загальних змін рельєфу дна, характеру поверхні та особливостей осадоагломації.

Під час річкової («Дунай-2019») і морської («Чорне море-2019») експедицій у тестовому режимі було відпрацьовано технології збору та збереження геологічних даних; відібрано інтегральні проби поверхневого шару донного ґрунту за допомогою тросового ковшового дночерпака Петерсена, здійснено їх візуальний опис з визначенням літологічного складу ґрунту та пакування для подальших лабораторних аналізів. Обсяг геологічних робіт наведено в таблиці.

Візуальний літологічний опис виконано за схемою: тип, гранулометричний склад, колір, консистенція (за важких ґрунтів), речовинний склад (по можливості), наявність макроскопічних включень та живих організмів.

У акваторіях гирла Бистре, Соломонова рукава та Кілійської дельти інтегральні проби донного ґрунту відібрано, у тому числі на трьох поперечних профілях, для вивчення характеру формування донних осадів у руслі. Встановлено, що в місцях опробування в рукавах дельти р. Дунай переважають піски мулисті різної зернистості та сортованості з домішкою мулів (пелітів і алеврито-пелітів), часто з примазками гідротроїліту, зі значною кількістю живої фауни, з черепашковим детритом і рослинними рештками. Характерний запах сірководню мала тільки проба на 0 км у гирлі Бистре.

У північно-західній частині Чорного моря дослідження проводили на підходах до портів Чорноморськ, Білгород-Дністровський та Одеса. Радіометричні вимірювання проб відібраного ґрунту за допомогою дозиметра-радіометра МКС-05 «ТЕРРА-П+» показали дуже низькі

значення сумарних доз іонізуючого гамма-випромінювання та нульові — бета-випромінювання.

Установлено, що на опробуваних ділянках черепашники і детритові черепашникові піски чергуються з пелітовими мулами. Майже всі підняті зразки мають ознаки впливу сірководню — сліди гідротроїліту, чорне забарвлення черепашок та часто — відповідний запах. Трапляються включення напівобкатаних уламків теригенних порід (вапняки, пісковики), зерна кварцу та рештки неживої біоти, іноді наявні жива фауна та водорості. Зразок пелітового мулу з глибини 28 м має характерний для сапропелевих мулів оливково-зелений відтінок.

Отримані актуальні емпіричні дані при правильному використанні сприятимуть навігаційній безпеці судноплавства на внутрішніх водних шляхах і в територіальному морі України завдяки виявленню сучасних тенденцій загальних змін рельєфу дна, формування характеру поверхні та особливостей осадоагломації.

**Гідрографічні дослідження** виконували з використанням багатопроектового ехолота Sea Bat 7101 з метою визначення основного та додаткових суднових шляхів, виявлення загального рельєфу дна, встановлення характеру і розташування навігаційних небезпек, інтенсивності перерформувань рельєфу дна та корінних берегів.

На р. Дунай гідрографічні дослідження проводили із застосуванням комплексу гідрографічного обладнання на навігаційному фарватері та на окремих небезпечних для навігації об'єктах під час прокладання дослідних галсів. За результатами промірних робіт було виявлено окремі ділянки суднового ходу з обмілинами та вимоїнами. Навігаційні небезпеки не виявлено: глибини є гарантованими, коливаються від 5 до 15,0 м. Середня глибина дорівнює приблизно 7 м. Загальний характер глибин та ізобат планшетів результатів знімання за 2016—2019 рр. дуже подібний [Технічний..., 2017], глибини з року в рік підтверджуються, лише подекуди різниця сягає 30—40 см, що пояснюється транспорту-

ванням донних осади́в водним потоком та згінно-нагінними процесами.

За результатами знімання об'єктів дослідження судновий шлях є безпечним, динаміка зміни рельєфу дна незначна, а стійкість підводної поверхні помірно стала. Визначено загальний рельєф дна, зібрано відомості для лоції та підтверджено наявність і задовільний стан засобів навігаційного обладнання.

За результатами досліджень на підходах до морських портів Одеса, Чорноморськ і Білгород-Дністровський підтверджено та відкориговано навігаційні небезпеки на морських картах. Проведено площинне обстеження морського підхідного каналу морського порту «Чорноморськ» з використанням багатопроменевого ехолота, рекомендованого шляху № 28 уздовж узбережжя від Одеси до Білгород-Дністровського, а також затонулого судна поблизу портового пункту Бугаз та підводних небезпек поблизу нього (рис. 5). Усі навігаційні небезпеки нанесено на навігаційні карти, здійснено повідомлення у системі прибережних навігаційних попереджень. Згідно з результатами знімання об'єктів дослідження, динаміка зміни рельєфу дна є незначною, а стійкість підводної поверхні — помірно сталою.

Під час експедиції «Чорне море (БДЛК)-2019» гідрографічна група на ВГК «О. Солодунов» виконала знімання рельєфу дна зони розподілу руху суден № 2 (рис. 6) з метою додаткового обстеження та виявлення необстежених ділянок дна. На етапі первинної обробки відбракували неякісні та недостовірні вимірювання, виявляли загальні форми рельєфу дна.

За результатами промірних робіт підтверджено навігаційні небезпеки та відкориговано їх розташування на морських картах. Згідно з результатами знімання об'єктів дослідження, інформація, що отримана у попередніх промірах, є достовірною, на ділянках проведення промірів суднохідний шлях є безпечним, а глибини — гарантованими.

**Використання даних супутникових досліджень у процесі науково-дослідних**

**експедицій.** Для детального аналізу океанографічних даних, здобутих під час науково-дослідної експедиції «Чорне море-2019», використано матеріали дистанційного зондування морських акваторій за даними спеціальних супутників у режимі online.

Як приклад, для вивчення загального стану вод північно-західного шельфу Чорного моря за даними супутника MODIS визначено горизонтальні розподіли температури води, хлорофілу *a* і довгохвильового випромінювання водної поверхні, отримані за період проведення експедиційних робіт.

Рис. 7 добре ілюструє винесення основної маси вод дніпровського та південнобузького стоків на захід уздовж північного узбережжя. Вони мали незначні окремі осередки підвищеної температури, високий вміст хлорофілу *a* і накопичувалися вздовж західного узбережжя аж до зони відповідальності морського порту «Чорноморськ».

На рис. 8 показано приклад візуального супутникового (супутник Sentinel-2) знімка з високою роздільною здатністю, суміщеного з мережею виконаних станцій. Світло-зелений колір на зображенні характеризує активне цвітіння морських водоростей. На Одеському полігоні (два північні галси знімання) візуально спостерігається значне і повсюдне зосередження водорості *Nodularia Spumigena*, на південь вона практично відсутня.

Аналіз супутникових даних разом з результатами гідрологічних вимірювань дали змогу виявити локальний прибережний апвелінг у акваторії між зонами відповідальності морських портів — Одеського та «Чорноморськ» (рис. 9). Апвелінг приніс у цю зону щільні глибинні води та сформував термохалінний потік північно-північно-східного напрямку, на базі якого розвинувся черговий недовгоіснуючий циклонічний «Одеський» вихор. Структура вихору простежується протягом усього верхнього квазіоднорідного шару. Орбітальні швидкості у вихорі досягали  $18\text{--}27\text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ , що відповідає помірним умовам вихороутворення.



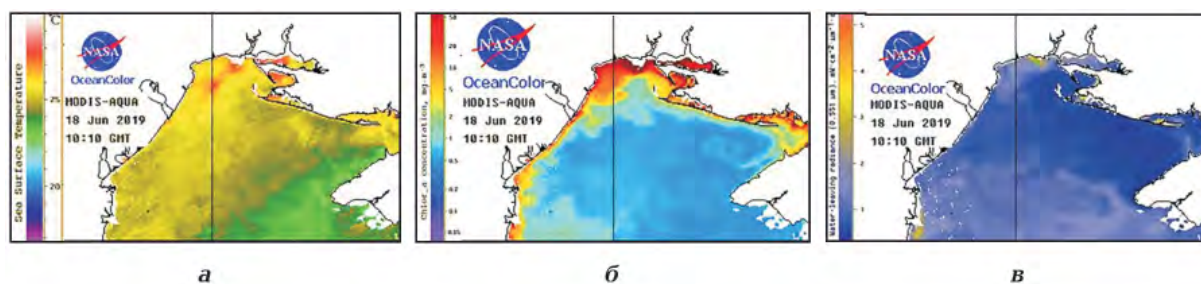


Рис. 7. Розподіл за даними супутника MODIS: *а* — температури; *б* — хлорофілу *а*; *в* — довгохвильового випромінювання за даними супутникових спостережень 18 червня 2019 р.

Головним науково-технічним завданням, на вирішення якого було спрямовано проведення комплексних наукових морських і річкових експедиційних досліджень, є формування та забезпечення функціонування гідрографічного фрагмента БОД з метою надання користувачам доступу до даних оперативної океанографії. У результаті виконання комплексних науково-дослідних експедицій 2019 р. отримано сучасні емпіричні дані для поповнення гідрографічного фрагмента БОД. Це надає додаткові можливості:

– для подальшого використання даних, у тому числі обміну, моніторингу та відповідних теоретичних узагальнень,

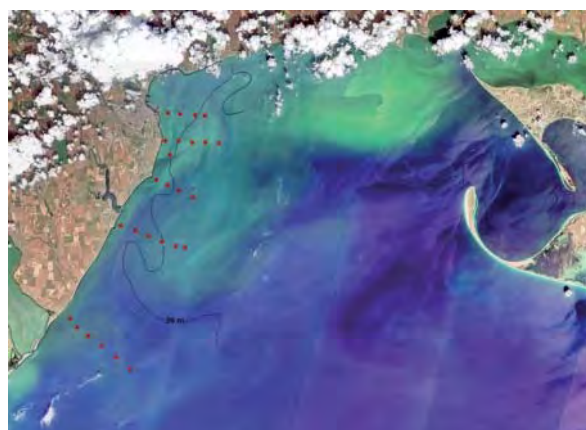


Рис. 8. Супутниковий знімок оптичного діапазону з високою роздільною здатністю, суміщений з мережею станцій полігонів (19 червня 2019 р.).

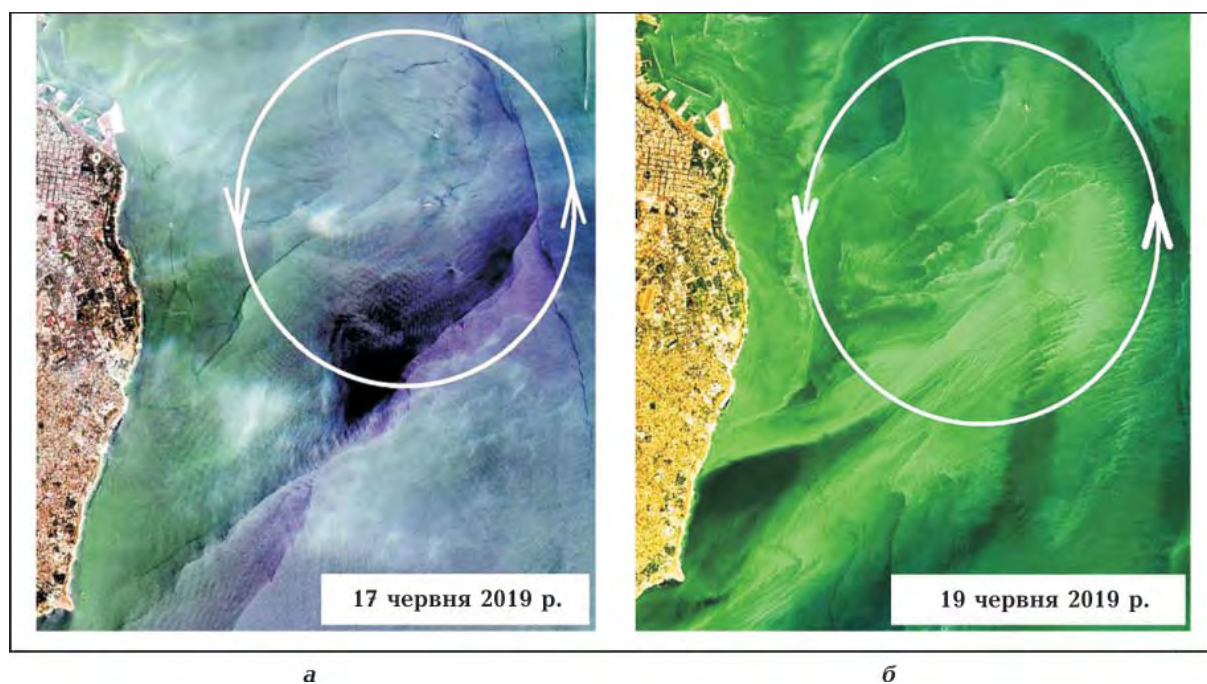


Рис. 9. Супутникові знімки акваторії зовнішнього рейду п. Одеса від 17 (*а*) і 19 червня (*б*) 2019 р.

### Загальні обсяги експедиційних робіт

Експедиція	Маршрут, морські милі	Тривалість робіт, год		Гідрологічні станції, кількість	Геологічні станції/проби, кількість
		Гідроакустичні	Гідрофізичні		
«Дунай-2019»	100,66	32	32	20	13/15
«Чорне море-2019»	158,00	27	25	25	22/34
«Чорне море (БДЛК)-2019»	170,80	25	24	19	—

– уточненого планування подальших експедиційних та інших досліджень,

– прийняття відповідних управлінських рішень,

– подальшого розвитку національних океанографічних досліджень з метою отримання сучасних даних щодо стану морських і річкових акваторій,

– підвищення ефективності навігаційно-гідрографічної безпеки судноплавства на внутрішніх водних шляхах і в територіальному морі України,

– плідної участі України у розв'язанні актуальних завдань пріоритетних галузей наукових досліджень і розробок Десятиліття наук про океан в інтересах сталого розвитку (2021—2030).

Гідрофізичним центром під час комплексних гідрографічних і океанографічних експедицій було вдосконалено й на практиці відпрацьовано методологію та організацію міжвідомчого проведення спільних річкових і морських досліджень, а також технологію використання спеціалізованих суден ДУ «Держгідрографія» та власного наукового обладнання і технічних засобів вивчення морського (річкового) середовища. Дослідження показали доцільність залучення матеріалів дистанційного зондування морських акваторій за супутниковими даними у режимі online для детальнішого аналізу експедиційних океанографічних даних.

Проведення експедиційних робіт дає змогу сформувати науково-технічні групи висококваліфікованих фахівців і вчених, а саме груп гідрографічних, гідрологічних, гідроакустичних і геологічних досліджень, які й надалі забезпечуватимуть виконання



Рис. 10. Учасники експедиції «Дунай-2019»: у першому ряду (зліва направо): науковий співробітник Групи гідрологічних досліджень, д-р геогр. наук А. Ю. Гордєєв; науковий співробітник Групи геологічних досліджень С. М. Довбиш; керівник Групи геологічних досліджень, канд. геол. наук Ю. А. Тимченко; керівник Групи гідрографічних досліджень І. О. Сновідов (начальник експедиції); науково-технічний консультант, канд. техн. наук М. Ф. Голодов; науковий співробітник Групи гідроакустичних досліджень О. В. Пешков; у другому ряду (зліва направо): представник ДП «Київський науково-дослідний інститут гідроприладів» В. О. Дударенко; керівник Групи гідрологічних досліджень А. В. Матвеев; науковий консультант експедиції, член-кореспондент НАН України, д-р геогр. наук О. А. Щипцов; гідрограф О. П. Барландян; керівник Групи гідроакустичних досліджень, канд. геол. наук С. Г. Федосєєнков.

поставлених науково-технічних завдань.

Особливо слід наголосити, що в умовах складної геополітичної обстановки в Азово-Чорноморському басейні та наявності проблем, пов'язаних з правовим регулюванням здійснення суверенних прав України на її континентальному шельфі, надзвичайно важливим є зміцнення міжнародного авторитету нашої країни шля-

хом демонстрації українського прапора під час здійснення комплексних науково-дослідних експедицій за участю гідрогра-

фів і вчених-океанологів у територіальному морі України з використанням спеціалізованих суден ДУ «Держгідрографія».

### Список літератури

- Голодов М. Ф., Гордєєв А. Ю., Попов Ю. І., Федосєєнков С. Г., Щипцов О. А., Щипцов О. О. Комплексні морські (річкові) експедиційні дослідження — важливий напрям розвитку науково-технічного потенціалу морегосподарського комплексу країни. *Геофиз. журн.* 2019. Т. 41. № 5. С. 190—205. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.183631>.
- Гончар А. И., Голод О. С., Федосєєнков С. Г., Шлычек Л. И., Шундель А. И. Вероятностная оценка послойного определения литологических свойств донных отложений в профилограммах: Тр. XI Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». Санкт-Петербург, 2012. С. 265—268.
- Гончар А. І., Федосєєнков С. Г., Шундель А. І. Аспекти технології автоматизованої дистанційної профільної ґрунтової зйомки морського дна. *Гідроакустичний журнал*. 2011. № 8. С. 63—68.
- Єремєєв В. М., Щипцов О. А., Гордєєв А. Ю., Федосєєнков С. Г., Стефанов Г. С. Судновий комплекс модульних науково-дослідних лабораторій науково-дослідницьких суден «Гідробіолог» та «Анатолій Гончар» НАН України. *Океанографічний журнал*. 2019. № 1(12). С. 132—155.
- Пересмотренная дорожная карта для Десятилетия Организации Объединенных Наций, посвященного науке об океане в интересах устойчивого развития (ИОС/ЕС-LI/2 Annex 3 Париж, 10 июня 2018 г.). Режим доступа: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265141\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265141_rus).
- Постанова Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 року № 1307 «Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року». Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-п>.
- Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций 5 декабря 2017 г. (72/73 Мировой океан и морское право, часть XI «Морская наука», пункт 292): семьдесят вторая сессия. Режим доступа: <https://undocs.org/ru/A/RES/72/73>.
- Симоненко С. В., Голодов Н. Ф. *Океанография: практич. пособие*. Киев: ГУ «Госгидрография», 2016. 272 с.
- Смит Д. Т. Акустические и механические свойства донных отложений. В кн.: *Акустика морских осадков*. Москва: Мир, 1977. С. 47—65.
- Технічний звіт про виконання океанографічних досліджень за 2017 рік. Київ: ФДУ ОРДГ, 2017. 271 с.
- Щипцов О. А., Глушков В. Є., Єремєєв В. М., Михайлов В. І., Примачов М. Т., Степанов В. М., Харічкова С. К., Шнюков Є. Ф., Яковлев В. М. *Науковий коментар до Національної програми дослідження та використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану на період до 2000 року*. Під ред. О. А. Щипцова. Київ: Наук. думка, 1994. 316 с.
- Щипцов О. А., Ольштинський С. П., Гордєєв А. Ю., Стефанов Г. С. Збереження океанологічних даних: ретроспектива та сучасний стан. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2018. Т. 14. № 4. С. 82—93.
- Щипцов О. А., Щипцов О. О. Наука про океан у наступному Десятилітті. *Океанографічний журнал*. 2019. № 1(12). С. 6—28.
- Щипцов О. О. Вплив державної морської політики України на імплементацію міжнародного морського права у сфері безпеки торговельного мореплавства. Одеса: Фенікс, 2011. 226 с.



## Hydrophysical research of marine and riverine environments

**M. F. Golodov, A. Yu. Gordieiev, L. V. Nesterenko, Yu. A. Tymchenko,  
S. G. Fedoseenkov, O. I. Shundel, O. A. Shchypstov, O. O. Shchypstov, 2019**

Applied oceanographic and hydrographic studies of the marine environment are topical, especially in view of the development of IT-modeling and forecasting of its status and climate change to enhance the man protection from ocean-related threats and the safety of activities in the sea and coastal area. The main purpose of the research is the formation of a Hydrographic fragment of the Oceanographic Data Bank (ODB) based on the results of expeditionary scientific studies of the marine and riverine environments. In the course of comprehensive oceanographic research, an improved methodology and organization of joint marine and riverine explorations using specialized vessels of the State Institution «State Hydrographic Service» and scientific equipment and technical means of the aquatic environment studying of the State Institution «Scientific Hydrophysical Center of the National Academy of Sciences of Ukraine» was worked out in practice. One of the main components of the developed technology is the created and modernized mobile hydroacoustic complex, which was installed on the ships to provide expeditionary research. The technique of remote profile geoacoustic surveying of the sea (river) bottom allows obtaining information both about continuous profiles of sediments, and their geoacoustic properties based on the analysis of acoustic trails. Modern mathematical apparatus and software have been developed to process the information of the hydroacoustic complex in order to receive the geoacoustic parameters of the sea floor and river bed. Oceanographic studies have shown the suitability of using the materials got from remote satellite sensing of marine waters online for a more detailed analysis of expeditionary oceanographic data. As a result of three expeditions, new oceanographic data have been collected for specialized databases of the Hydrographic fragment of ODB.

The scientific novelty of expeditions result is the receipt of new oceanographic data collected in the process of applied scientific research and fixed on digital storage medium, as well as in the improvement of oceanographic data acquisition technologies for the formation of the Hydrographic fragment of the ODB for further theoretical oceanographic generalizations.

The results of expedition studies will be used for the correction of marine and riverine navigation charts, taking into account the actual oceanographic status of the anomalous water areas, and renew specialized databases of the ODB Hydrographic fragment.

**Key words:** oceanographysical expedition, Oceanographic Data Bank, hydrology, hydroacoustics, marine geology, hydrography, the Black Sea, the Danube.

### References

- Golodov, M. F., Gordeyev, A. Yu., Popov, Yu. I., Fedoseenkov, S. G., Shchypstov, O. A. & Shchypstov, O. O. (2019). Complex marine (river) expeditionary studies — an important direction of development of scientific and technical potential of the sea-economy complex of the country. *Geofizicheskiy zhurnal*, 41(5), 190—205. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.183631> (in Ukrainian).
- Gonchar, A. I., Golod, A. S., Fedoseenkov, S. G., Shlichek, L. I., & Shundel, A. I. (2012). A probabilistic assessment of the layer-by-layer determination of lithological properties of bottom sediments in profilograms: *Proc. of the XI All-Russian Conf. «Applied technologies of hydroacoustics and hydrophysics»* (pp. 265—268). St. Petersburg (in Russian).
- Gonchar, A. I., Fedoseenkov, S. G., & Shundel, A. I. (2011). Aspects of the technology of automated remote profile soil survey of the seabed. *Hydroakustichnyy zhurnal*, (8), 63—68 (in Ukrainian).
- Yeremeyev, V. M., Shchypstov, O. A., Hordyeyev, A. YU., Fedoseyenko, S. H., & Stefanov, H. S (2019). R/V *Gidrobiolog* and R/V *Anatoliy Gonchar* ship complex of modular



- research laboratories of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Okeanohrafichnyy zhurnal*, (1), 132—155 (in Ukrainian).
- Revised Roadmap for the United Nations Decade on Ocean Science for Sustainable Development (IOC/EC-LI/2 Annex 3 Paris, 10 June 2018). (2018). Retrieved from [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265141\\_eng](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265141_eng) (in Russian).
- Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine of October 7, 2009 No. 1307 «On approval of the Marine Doctrine of Ukraine for the period until 2035». (2009). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-п> (in Ukrainian).
- Resolution adopted by the United Nations General Assembly on 5 December 2017 (72/73 Oceans and the Law of the Sea, part XI «Maritime Science», paragraph 292): seventy-second session. (2017). Retrieved from <https://undocs.org/ru/A/RES/72/73> (in Russian).
- Simonenko, S. V., & Golodov, N. F. (2016). *Oceanography: practical allowance*. Kiev: State institution «State Hydrography», 272 p. (in Russian).
- Smith, D. T. (1977). Acoustic and mechanical properties of bottom sediments. In *Acoustics of marine sediments* (pp. 47—65). Moscow: Mir (in Russian).
- Oceanographic Survey Technical Report. (2017). Kiev: FGU ORDG, 271 p. (in Ukrainian).
- Shchiptsov, O. A., Hlushkov, V. Ye., Yeremyeyev, V. M., Mykhaylov, V. I., Prymachov, M. T., Stepanov, V. M., Kharichkova, S. K., Shnyukov, Ye. F., Yakovlyev, V. M. (1994). *Scientific commentary on the National Program for the Study and Use of Resources of the Azov-Black Sea Basin, other areas of the oceans up to 2000*. Ed. O. A. Shchiptsov. Kiev: Naukova Dumka, 316 p. (in Ukrainian).
- Shchiptsov, O. A., Olshtynskyy, S. P., Hordyeyev, A. Yu., & Stefanov, H. S. (2018). Save oceanographic data, retrospective and current status. *Heolohiya i korysni kopalyny Svitovoho okeanu*, 14(4), 82—93 (in Ukrainian).
- Shchiptsov, A. A., & Shchiptsov, A. A. (2019). Ocean science in the next decade. *Okeanohrafichnyy zhurnal*, (1), 6—28 (in Ukrainian).
- Shchiptsov, O. O. (2011). *The Impact of State Maritime Policy of Ukraine on the Implementation of International Maritime Law in the Sphere of Safety of Shipping*. Odesa: Feniks, 226 p. (in Ukrainian).