

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Гідрометеорологічний
інститут

Кафедра океанології та
морського природокористування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **Виконання гідрографічних робіт в акваторіях
портів України**

Виконав: студент 2 курсу групи _МНЗ_
спеціальність 103 «Науки про Землю»
Попенко Сергій Леонідович

Керівник: к.геогр.н., доцент
Монюшко Марина Михайлівна

Консультант:

Рецензент: к. геогр. н., доц.
Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут

Кафедра Океанології та морського природокористування

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

Освітня програма Океанологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ 26 ” 10 _____ 20 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Попенко Сергій Леонідович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: Виконання гідрографічних робіт в акваторіях портів України
керівник роботи Монюшко Марина Михайлівна, к.геогр.н, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “16”10.2020року № 194 «С»

2. Строк подання студентом роботи 7.12.2020

3. Вихідні дані до роботи Проміри глибин в акваторіях портів України

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.Фізико-географічний і гідрографічний опис Чорного та Азовського морів;

2. Необхідність проведення гідрографічних досліджень;

3. Матеріали та методи досліджень;

4. Аналіз гідрографічних робіт в акваторії порту «Азовсталь» та гавані Шмідта;

5. Аналіз гідрографічних робіт на підхідному каналі порту Бердянськ;

6. Аналіз гідрографічних робіт на підхідному каналі Дніпро-Бузького порту;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Планшет акваторії гавані порту Бердянськ; планшет промірних робіт в акваторії Дніпро-Бузького порту; Морські електронні навігаційні карти; обладнання для збору гідрографічних даних

6. Консультанти розділів роботи

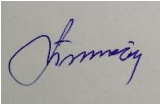
Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

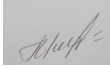
7. Дата видачі завдання 26.10.2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Одержання завдання на виконання магістерської роботи	26.10.20		
2	Огляд літератури	26.10 - 29.10	90	відм
3	Фізико-географічний і гідрографічний опис Чорного та Азовського морів	30.10-2.11.20	90	відм
4	Необхідність проведення гідрографічних досліджень	03.11-6.11.20	90	відм
5	Опис матеріалів та методи досліджень	07.11-9.11.20	92	відм
6	Аналіз гідрографічних робіт в акваторії порту «Азовсталь» та гавані Шмідта	10.11-3.11.20	92	відм
7	Аналіз гідрографічних робіт на підхідному каналі порту Бердянськ;	14.11-7.11.20	92	відм
8	Аналіз гідрографічних робіт на підхідному каналі Дніпро-Бузького порту	18.11-0.11.20	92	відм
9	Висновки	21.11.20	90	відм
10	Рубіжна атестація	16-21.11.20	90	відм
	-----/-----/-----/-----			
11	Оформлення кваліфікаційної роботи.			
12	Строк подання роботи на кафедру	07.12.20		
13	Перевірка на плагіат	10-13.12.20		
14	Попередній захист роботи	15.12.20		

15	Рецензування	16.12.20		
16	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			91

Студент  Попенко С.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Монюшко М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

На основі гідрографічних робіт, виконаних на підхідних каналах Дніпро-Бузького, Бердянського та Маріупольського портів було надано розгорнутий аналіз типів, методів проведення гідрографічних зйомок та проведено порівняння глибин на постійних профілях для визначення замулення акваторій. Особливу увагу приділено необхідності проведення планових гідрографічних робіт у районах з інтенсивним замуленням акваторій та постійним проведенням днопоглиблення з метою забезпечення безпеки судноплавства. Під час промірних робіт було обстежено підводні небезпеки, виявлено затоплені об'єкти, були уточненні глибини акваторії Дніпро-Бузького, Бердянського та Маріупольського портів.

Ключові слова: акваторія порту, гідрографічні роботи, проміри глибин, безпека судноплавства, підводні небезпеки.

SUMMARY

On the basis of hydrographic works performed on the approach canals of Dnipro-Bug, Berdyansk and Mariupol ports, a detailed analysis of types, methods of hydrographic surveys was provided and depths were compared on permanent profiles to determine siltation of water areas. Particular attention is paid to the need for planned hydrographic work in areas with intensive siltation of waters and constant dredging to ensure the safety of navigation. During the survey works, underwater dangers were inspected, flooded objects were identified, and the depths of the waters of the Dnieper-Bug, Berdyansk and Mariupol ports were specified.

Key words: port water area, hydrographic works, depth measurements, navigation safety, underwater dangers.

ЗМІСТ

	ЗМІСТ	7
	ВСТУП	8
1	ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ	11
1.1	Загальна фізико-географічна характеристика Чорного та Азовського морів	11
1.2	Фізико-географічний і гідрографічний опис Чорного моря	16
1.3	Фізико-географічний і гідрографічний опис Азовського моря	33
1.4	Навігаційний опис портів України	40
2	НЕОБХІДНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
2.1	Визначення гідрографічних досліджень	55
2.2	Роль гідрографічних досліджень	70
3	МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОГРАФІЧНИХ РОБІТ	78
3.1	Підготовка до гідрографічних робіт	78
3.2	Засоби для збору гідрографічних даних	84
4	ГІДРОГРАФІЧНІ РОБОТИ В АКВАТОРІЯХ ПОРТІВ УКРАЇНИ	97
4.1	Гідрографічні роботи в акваторії порту «Азовсталь» та гавані Шмідта	97
4.2	Гідрографічні роботи на підхідному каналі порту Бердянськ	107
4.3	Гідрографічні роботи на підхідному каналі Дніпро-Бузького порту	123
	ВИСНОВКИ	132
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134

ВСТУП

Для вивчення системи Землі та для кращого розуміння наслідків глобальних змін навколишнього середовища зростає значення великомасштабних гідрографічних наборів даних, що служать передумовою для різноманітних аналізів та застосувань, починаючи від регіональних збереження водозбору та прісних вод планування до глобальних гідрологічних, кліматичних, біогеохімічних та моделювання поверхні суші. Проте поки незліченна кількість гідрографічних карт існують для відомих річкових басейнів та окремих держав, бракує безшовних високоякісних даних у великих масштабах, такі як континентах або по всій земній кулі. Дані багатьох великих міжнародних басейнів невірні, а віддалені райони часто погано картографуються.

Україна, виходячи з її геофізичних і просторових особливостей, ролі в глобальних та регіональних системах міжнародних відносин – морська держава. Україна здобула цей статус завдяки довжині морських кордонів, географічному положенню, та площі водного простору. Україна внесла вагомий внесок у вивчення Світового океану та внесок в прогрес судноплавства. За роки свого існування Україна практично вже втратила первісні позиції морської держави в зв'язку з зменшенням рівня конкуренції її море-господарського комплексу. Підставою цього стала недооцінка ролі держави у перетвореннях демократичних, які притаманні переходу до відносин ринкових, і ролі морської політики у розвитку підтримки та економічної могутності держави, зростанні її міжнародного авторитету. Сьогодні у світі трудно уявити країну, яка має вихід до моря, без розвитку морського напрямлення економіки і впровадження морської політики, яка формує основу суспільства та ефективної спроможної економіки країни.

Реалізація гідрографічних робіт в портах України є обов'язковою складовою існування морського виду транспорту.

Гідрографічні проміри в акваторіях портів України включають:

а) підготовку, що включає:

- добір матеріалів вивченості району;
- підготовку робочих і організаційних документів;
- вибір місця розташування точок знімальної мережі безпосередньо на місцевості району зйомки;
- підготовку технічних засобів, учасників зйомки і суден;
- забезпечення зйомки основами: плановою і висотною;

- організація виконання зйомки і розгортання засобів забезпечення;

б) виконання зйомки:

- покриття району зйомки основною системою промірних галсів через визначені інтервали (міжгалсові відстані) або системою смуг площинного обстеження чи системою смуг інструментальної оцінки рельєфу дна у сполученні з галсами проміру, що виконується або раніше виконаного.

- додаткове обстеження району зйомки згущенням галсів проміру й іншими способами там, де основною системою покриття виявлено ознаки існування навігаційних небезпек або наявна складна форма рельєфу дна, вимагає більш детального обстеження;

- обстеження виявлених банок та інших навігаційних небезпек з метою визначення конфігурації, характеру рельєфу і ґрунту банки, а також величини і місця найменшої глибини;

- пошук і обстеження сумнівних навігаційних небезпек (показаних на картах з умовними скороченнями ПС, СС, ПД або відповідно до посібника «Умовні знаки морських карт» № 902, 2001 р. – ПС, ІС, ЗД);

- складання і передачу повідомлень про виявлені навігаційні небезпеки;

- виконання рівневих спостережень;

- збір відомостей для коректури лоцій;

в) обробку матеріалів зйомки, що включає:

- перевірку й оцінку робочих матеріалів;

- обробку спостережень і обчислення координат пунктів геодезичних знімальних мереж;

- обробку рівневих спостережень;

- обробку матеріалів визначення місця і матеріалів вимірювання глибин;

- складання і редагування звітних планшетів, довідкових матеріалів і технічного звіту.

Об'єкт досліджень є прибережна акваторія України, що використовується для судноплавства.

Предмет дослідження є природні зміни глибин, що потребують увагу у районах з судноплавством та сучасні методи визначення глибини.

Мета даної роботи – скласти фізико-географічний та гідрографічний опис Чорноморсько-Азовського басейну. Опис складено під час виконання гідрографічних робіт, що наведені у даній роботі.

В роботі присутнє порівняння, аналіз, опис і рекомендації з розвитку гідрографічних робіт, з огляду на іноземний досвід, що можливо використовувати у наших умовах.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ

1.1 Загальна фізико-географічна характеристика Чорного та Азовського морів

Україна розташована в центральній частині Східної Європи, на перехресті основних транспортних шляхів з Європи в Азію та зі скандинавських держав у Середземноморський регіон. Більша частина України розташована на південному заході від Східноєвропейської рівнини. Гори займають лише 5% території України: Українські Карпати на заході та Кримські гори на півдні. Найвища вершина України, гора Говерла (2061 м), розташована в Карпатах. Пік Роман-Кош (1545 м) - найвища гора Криму.

Чорноморське узбережжя України перевищує 1355 км. Морські узбережжя в Україні в основному рівнинні, за винятком області поблизу Кримських гір. Температура води на узбережжі коливається від 0-8°C взимку до 25°C влітку.

В Україні понад 63 000 річок. Українські річки здебільшого належать до басейнів Чорного та Азовського морів. Тільки Західний Буг та права притока річки Вісли течуть до басейну Балтійського моря. Найбільші річки України (Дніпро і Дунай) є судноплавними.

В Україні розташовано понад 20 000 водосховищ, у тому числі понад 3 000 озер. В основному вони розташовані на Поліссі, Причорноморській низовині та Кримському степу.

Клімат України помірно-континентальний. Єдиним винятком є південне узбережжя Криму, де клімат субтропічний середземноморського типу. Тепла малосніжна зима та дощове літо характерні для м'якого клімату Закарпатської області.

Середні зимові температури в Україні коливаються від -8 до -12°C. Температура в південних регіонах наближається до 0°C. Середня літня температура коливається від 17°C до 25°C. Однак він може перевищувати 35°C протягом дня.

Часті погодні фронти приносять зміни погоди. Однак, зверніть увагу, що для України характерна ясна, сонячна погода (до 230 сонячних днів на рік). Опади випадають нерівномірно по Україні. Найбільше опадів зафіксовано в Кримських горах та Українських Карпатах.

Південне узбережжя Криму - найтепліше місце в Україні. Літня температура тут досягає 39°C, тоді як середня температура в січні становить 4,0°C. Вологість повітря 65-80%.

Чорне море та Азовське море належать до басейну Атлантичного океану. Води Чорного моря омивають береги України, Грузії, Росії, Туреччини, Румунії та Болгарії, води Азовського моря – береги Росії і України. Між собою моря сполучаються Керченською протокою. Чорне море протокою Босфор сполучається із Мармуровим морем і далі із Середземним. Найбільша довжина Чорного моря становить 1148 км; найбільша ширина – між Очаковом і мисом Ереклі – 611 км. Найменша ширина по меридіану південної точки Криму (мис Сарич) становить 258 км.

Чорне море - одне з найбільших у світі морів, площа якого становить 422 000 км² і об'єм води 547 000 км³. Більша частина басейну глибше 2000 м, а максимальна досягнута глибина - 2245 м. Він з'єднаний вузьким проходом, Керченською протокою, з мілководним Азовським морем, площа якого становить близько 37 800 км² (без Сиваша або Гнилого моря) і об'ємом близько 320 км³. Середня глибина Азовського моря близько 8 м. Глибина порогу між двома морями в Керченській протоці становить близько 5 м. Чорне море пов'язане з Середземним морем через мілководний Босфор (глибина порогу близько 50 м). Сиваське або Гниле море - це мілководдя, яке відокремлене від Азовського моря піщаною косою довжиною 200 км, яка називається Арабатська стрілка.

Найбільша довжина Азовського моря – від коси Арабатська Стрілка до гирла р. Дон – 360 км, а найбільша ширина – 176 км. Середня глибина Чорного моря становить 1240 м, максимальна – 2245 м.

Азовське море – це невелике, мілке море, яке отримує великий прісноводний скид. За певних зовнішніх умов води з Азовського моря вливаються в північно-східну частину Чорного моря через вузьку Керченську протоку і утворюють плавучий шлейф. Потік води в Керченській протоці також регулярно відбувається в зворотному напрямку, що призводить до поширення нижнього шлейфу сольових і густих вод з Чорного моря в Азовське море. Потік води через мілководдя і вузьку Керченську протоку є в один бік протягом більшої кількості часу. Відтік з Азовського моря в Чорне море індукований помірними і сильними північно-східними вітрами, в той час як потік в Азовське море з Чорного моря відбувається в періоди релаксації вітру. Напрямок і інтенсивність водообміну мають керовану вітром синоптичну і

сезонну мінливість, і вони не залежать від швидкості скидання річок в Азовське море.

Морфологічні особливості, гідрологічний режим і ландшафт сучасних гирла річок в прибережних зонах Чорного і Азовського морів, а також інших річкових гирл світу утворюються в результаті взаємодії річок і морів.

Дренажні ділянки Чорного і Азовського морів дорівнюють близько $2,5 \times 10^6 \text{ км}^2$ і $0,56 \times 10^6 \text{ км}^2$ відповідно. Понад 500 річок впадає в Чорне море. У першій половині XX століття близько 20 річок спорожніли в Азовському морі. Всі річки можна розділити на чотири категорії відповідно до їх дренажної ділянки:

- Дуже малі річки з дренажною площею від 50 до 200 км^2 ;
- Малі річки з дренажною площею від 200 до 2000 км^2 ;
- Річки середнього розміру з дренажною площею від 2000 до 50 000 км^2 ;
- Великі річки з дренажною площею понад 50 000 км^2

Основні фактори, які впливають на природні та викликані людиною зміни, що впливають на будову та режим гирла річок в регіоні Чорного та Азовського морів: стік річкових вод, осадове навантаження та їх варіації, зміни рівня моря і морські хвилі. Річковий стік води відповідає за багато гідрологічних особливостей гирла річці та їх частин – дельти, напівзагороджені прибережні водойми та відкриту прибережну зону. Стік води впливає на рівень води в дельтах, солоність води в гирлі і т.п. Стік води пригнічує дію штормових сплесків на дельтах. Осадове навантаження на річці визначає процеси каналу, осадження в дельті і поблизу узбережжя, дельта-процеси формування. Зміни стоку води та осадове навантаження, які можуть вплинути на гирла річки, що розглядаються в історичні часи (за винятком останніх 60–100 років), можуть бути викликані наступними факторами:

- Природне збільшення стоку води та осадове навантаження під час холоду, вологі періоди, що відбувалися в Європі
- Природне зменшення навантаження на стік води та осаду в теплі, сухі періоди. Прикладом таких періодів в Європі є період 900 – 1100 років.
- Викликане людиною збільшення стоку осаду, викликане посиленою ерозією, що стала наслідком масштабної вирубки лісів і оранки земель в річкових басейнах Європи.
- Викликане людиною зменшення осадового навантаження, викликане зменшенням ерозії, що спричинило зменшення орних земель та реалізацією програми лісовідновлення в річкових басейнах Європи.

Азовське море є закрите море, розташоване в східній Європі і є одним з найменших і мілководних морів у світі. Акваторія Азовського моря (586 000 км²) в 15 разів перевищує площу моря (39 000 км²). Тому воно отримує аномально великий річковий скид, річний обсяг якого коливається в межах від 20 до 54 км³, що всього на 1 порядок менше морського об'єму (290 км³). Зокрема, 95 % річних континентальних скидів забезпечують річки Дон і Кубань, які вливаються у північно-східну та південно-східну частини Азовського моря відповідно. Південна частина Азовського моря з'єднана з північно-східною частиною Чорного моря через довгу (45 км) і вузьку (4–15 км) Керченську протоку. Гідрологічні характеристики і загальна циркуляція Азовського моря регулюються місцевими вітрами, річковим стоком і водообміном з Чорним морем. Солоність води (1–12‰), викликані великим прісноводним скиданням і обмеженим водообміном з більш сольовим Чорним морем (17–18‰) через вузьку Керченську протоку є однією з головних особливостей Азовського моря. Таким чином, Азовське море є невеликою, неглибокою і солоною водоймою, яку можна розцінювати як великий лиман річок Дона і Кубані, з'єднаних з Чорним морем через Керченську протоку.

Обмежений водообмін через вузьку протоку заважає перемішуватись водам між з'єднаними водоймами, що може вилитись в істотних відмінностях між їх фізико-хімічними характеристиками, особливо в концентраціях розчинених і підвісних складових. Таким чином, транспортування водних мас через протоку та їх подальше поширення в прилеглих морських районах може значно вплинути на багато локальних процесів, включаючи прибережну циркуляцію, первинну продуктивність, якість води, антропогенне забруднення та відкладення матеріалу. Вплив водообміну на ці процеси залежить, по-перше, від фізико-хімічних характеристик взаємодіючих водних мас і, по-друге, від мінливості в напрямку водообміну, тобто частоти, тривалості та інтенсивності періодів обміну водою.

Азовське море невелике і мілке; його середня та максимальні глибини 7 та 14,4 м. Центральна частина Азовського моря глибиною 10–13 м і становить менше 50 % морської ділянки. Південна частина Азовського моря пов'язана з північно-східною частиною Чорного моря Керченською протокою. Найвужчі проходи Керченської протоки розташовані на її північних (4–5 км) і центральних (3 км) частинах, тоді як на її південній частині ширина протоки збільшується (до 15 км). Центральна частина Керченської протоки дуже мілка (3–5 м) і неухильно поглиблюється до глибин 10 і 20 м на її північній і південній частинах відповідно. Батиметрія північно-східної частини Чорного

моря характеризується вузьким шельфом; відстань від берега до ізобати 100 м коливається від 15 до 30 км.

Великий прісноводний скид сильно впливає на Азовське море. Річка Дон є найбільшою річкою, що втікає в Азовське море, забезпечуючи приблизно 65 % від загального стоку прісної води до моря. Річка Кубань забезпечує ще 30 % від загального стоку прісної води. Обсяги річного скидання річок Дон і Кубань коливаються від 18 до 28 км³ і від 6 до 13 км³ відповідно; це викликано сильними кліматичними та антропогенними впливами. Різниця між випаровуванням і опадами над Азовським морем (17 км³) становить менше половини від середнього річного стоку річки (35 км³) і показує дуже низьку мінливість.

Температура поверхні в Азовському морі схильна до великої сезонної мінливості, від 0°C взимку до 25°C влітку. Морський лід покриває північну частину Азовського моря щороку з грудня – січня по березень–квітень, тоді як його центральна та південна частини замерзають лише під час надзвичайно холодної зими, яка була лише двічі протягом останніх 40 років. Солоність поверхні в Азовському морі коливається від 9‰ до 13‰ за винятком найбільш прісної північно-східної частини, а саме затоки Таганрог, яка отримує скидання з річки Дон. Температура в поверхневому шарі північно-східної частини Чорного моря також значною мірою коливається, від 7°C взимку до 23°C влітку; однак його солоність стабільна (17‰–19‰) протягом усього року. Великий прісноводний скид і інтенсивне вертикальне змішування, викликане вітром, призводить до високих концентрацій осадів, поживних речовин і хлорофілу в Азовському морі, які на 1 порядок більші, ніж у північно-східній частині Чорного моря.

Циркуляція в Азовському морі в основному вітрова. В результаті поле морської течії і рівень Азовського моря схильні до великої синоптичної мінливості, викликані інтенсивними сплесками вітру, при яких амплітуди регулярно перевищують 2 м. Циркуляція в поверхневому шарі в північно-східній частині Чорного моря переважає, по-перше, західна течія вздовж континентального схилу (0,2–0,5 м/с), що входить до складу Чорноморської течії, і, по-друге, антициклонна, яка регулярно утворюється між цією течією і узбережжям біля Керченської протоки (0,05–0,4 м/с). Приливні амплітуди на північно-східній частині Чорного моря та в Азовському морі 2–4 см.

Водний потік через Керченську протоку є важливою частиною водного бюджету Азовського моря; однак його характеристики схильні до великої невизначеності. Обсяги щорічного припливу води з Азовського моря в Чорне

море, та в зворотному напрямку оцінюються як 35–64 км³ та 26 – 44 км³ відповідно. Поточні швидкості в Керченській протоці зазвичай перевищують 10 см/с; середні поточні швидкості в найвужчій частині 20-30 см/с. Припливна течія в Керченській протоці становить менше 5 см/с, хіба що у найвужчій частині протоки, де вони дорівнюють 6–10 см/с під час пікового потоку. Однак максимальна швидкість припливного струму становить менше 5 см/с, а її напрямок потоку змінюється під час припливного циклу. Таким чином, припливні течії не утворюють постійного залишкової течії і їх ролі в водообміні між Чорним і Азовським морями можна розцінювати як незначні. Велика різниця солоності між Азовським і Чорним морями призводить до істотно різного поширення і змішування динаміки вод, що течуть з Азовського моря в Чорне море, в порівнянні з водами, які течуть з Чорного моря в Азовське море. [4, 10, 29]

1.2 Фізико-географічний і гідрографічний опис Чорного моря

Береги Чорного моря, які розташовані в межах різних континентів, були батьківщиною древніх цивілізацій. Наразі вони розробляються промислово та соціально. Вони мають перспективні родовища нафти і газу та інших корисних копалин. Тут нагальними є проблеми розподілу населення, розвитку транспортних комунікацій, геополітичних відносин і потребують швидкого вирішення. Чорноморський басейн, який зараз з'єднаний з Азовським морем і Середземним морем і був в геологічному минулому також з'єднаний з Каспійським морем, зазнав складної історії геологічної еволюції. Протягом останніх 20 000 років чорноморський басейн еволюціонував від опрісненого озера з рівнем, розташованим приблизно на 100 м нижче сучасних позначок до морського басейну в його сучасних межах.

Узбережжя Чорного моря відрізняються сприятливими природними умовами і ландшафтним різноманіттям. Їх географічне положення і теплий клімат були перевагою для їх активного освоєння і заселення від античності до теперішнього часу. Ще можна знайти сліди проникнення древніх цивілізацій в прибережні райони у вигляді руїн давньогрецьких храмів і генуезьких фортець. До третього тисячоліття нашої ери узбережжя Чорного моря зазнали сильного антропогенного стресу. Йдеться про прилеглі райони біля найбільш густонаселених регіонів поблизу великих портів Бургас, Варна, Констанца, Одеса, Миколаїв, Севастополь, Новоросійськ, Сочі, Сухумі,

Батумі, Самсун, Синоп, Трабзон, а також судноплавні Босфор і Керченські протоки.

Характер берегової зони визначає морфологію і тип берегів. У гірських районах домінують абразивні береги. У багатьох випадках вони змінюються через розвиток інтенсивних процесів зсуву і, таким чином, можуть називатися абразивно-денудаційним типом. У низьких і рівнинних районах узбережжя в основному акумулятивні. Північна ділянка Чорного моря оправа низьких рівнин степових зон України. Тут основні річки регіонів впадають в Чорне море, такі як річки Дніпро, Дунай, Дністер та Південний Буг. Їх лимани і канали накладаються на берегову лінію. Можна зустріти канали, відокремлені від моря піщаними косами і канали, які глибоко проникають в суходіл, такі як Дністровський і Дніпро-Бузький канал.

Узбережжя Одеської затоки в даний час розмивається і її стан визначається зсувом і процесами, широко розвиненими на крутих берегових схилах. Тут висота скель подекуди перевищують 30 м. Проводиться інтенсивна інженерна берегова охорона. Цей регіон має велике економічне значення. Численні сліди незначних ерозійних каналів свідчать про те, що бурхливі хвилі, морська вода проникають в канали. Наразі акумулятивні береги поступово відквашуються.

Абразивні береги в основному складаються з глиняних відкладень, погано цементних порід або вапняків. Висота скелі коливається від 15 до 35 м. Швидкість стирання контролюється складом прибережних порід і висот скелі. Спад скель також викликаний розвитком зсувних і кавінгових процесів, особливо в умовах сильних штормів. Довжина окремих розсувних блоків досягає 500 м на ширині до 15 м. Глибокі ніші для серфінгу утворюються в нижніх частинах скель. Узбережжя Одеської затоки являють собою абразивно-акумулятивну дугу з пляжами у верхній частині і абразивними ділянками мисів Північна Одеса і Ланжерон по її краях. Особливий інтерес представляють подовжені акумулятивні особливості планки Гендрівської коси (65 км) і острова Джарилгач (40 км), які простягаються по одній лінії. Береги Криму є найкрасивішими районами Чорного моря.

Абразивні прибережні схили мають численні зсуви; швидкість стирання цих берегів становить до 0,5 м/рік. Підводячи підсумки огляду чорноморських берегів, слід зазначити, що протягом останніх десятиліть процес їх ерозії значно активізувався. Цьому всіляко сприяв антропогенний вплив на прибережну зону і глобальне підвищення рівня моря на тлі глобального потепління клімату. Це означає, що необхідно суттєво змінити стратегію

поведінки людини в прибережній зоні і модифікувати роботу природного захисту з метою забезпечення сталого розвитку навколишнього середовища.

Чорноморська западина являє собою залишки стародавнього Океану Тетис. Її топографія зазнала складної історії еволюції, яка може бути поділена на дві основні стадії. Більш ранній етап був, коли утворилися основні геологічні структури Чорноморської западини. Більш пізній етап охопив формування рівня Чорного моря, що супроводжується його коливаннями від глибоких падінь з від'єднанням від Середземного моря через Босфорську протоку. Зараз позиція рівня моря також змінюється і реагує не тільки на сезонні варіації водного бюджету (приблизно 15–30 см), але і на глобальне потепління. Це може призвести до значного підйому рівня моря вже в нинішньому столітті. Цей сценарій слід враховувати при плануванні господарської діяльності країн СНД та Чорноморського регіону.

Шельф Чорного моря є похилою абразивно-аккумулятивною поверхнею, що утворюється завдяки масштабним коливам рівня моря в плейстоцені-голоцені. У вибраних місцях ця поверхня ускладнюється мощами древніх берегових ліній і похованими фрагментами річкових долин, визнаних на глибинах до 40–60 м.

Північно-західний шельф займає територію, обмежену береговою лінією на півночі і краєм шельфу на півдні. Шельф розташований на морських глибинах 130–200 м та проходить від мису Херсонес на сході до мису Каліакра на заході. Ширина шельфу становить 220 км. Морфологія шельфу відзначається великими річками, які потрапляють в північну і західну частину моря. В цілому, шельф являє собою рівнину. Внутрішня зона північного і західного шельфу складається з підводного схилу з ознаками інтенсивної дії хвилі, що простягається до глибини 30–40 м. Ширина цієї зони різко змінюється з 10 км на заході до 110 км на меридіані Березанського каналу. У центральній зоні шельфу переважають накопичувальні процеси. Ця зона шириною 35–90 км і займає ділянки з морською глибиною від 40 до 60 м. Зона виходу назовні розташована на глибині понад 60 м; його гранична частина характеризується крутішими схилами, ніж у внутрішній і центральній зонах. Найбільша глибина тут сягає 60–100 м. Найменша ширина (складає до 10 км) - на сході. На заході, біля гирла річки Дунай, ширина складає 60 км. Частина шельфу між мисом Тарханкут і мисом Херсонес являє собою злегка похилу абразивно-аккумулятивну рівнину до морських глибин 40–50 м.

Кримський регіон піддається інтенсивній хвильовій дії, оскільки піддається впливу всіх південних вітрів. Межа підводного схилу розташована на глибині 30–40 м. Поширені підводні абразивні залишки.

Шельф Керч-Таман розташований на південь від Керченської протоки від мису Меганом в Криму до мису Утріш на кавказькому узбережжі. На південь від Тузлівської коси Тамаського півострова ширина шельфу до морських глибин 200 м перевищує 60 км. Край шельфу виразно проявляється в західній і східній частинах області на глибині 90–130 м. Його внутрішня зона до глибини 30–40 м займає широку мілководну косу, утворюючи м'яко похилу акумулятивну рівнину. Його поверхня ускладнюється затопленими древніми прибережними особливостями, численними підводними хребтами, рифами. Нижче, до глибини 80 м, розташована центральна шельфова зона, де в основному протікають процеси накопичення нехвильової дії. У районі Керченської протоки край шельфу утворює дугоподібну лінію, яка спускається в бік моря. Тут не спостерігається чітких маргінальних топографічних особливостей і перехід на континентальний схил відбувається поступово завдяки збільшенню похилих кутів підлоги.

Серед видів континентального схилу Чорного моря, щодо їх морфології та походження, можна чітко виділити північно-західні та північно-східні райони, прилеглі до ближніх гирло районів річок Дунай, Дністер та Дніпро та До Керченської протоки.

Морфологія різних підводних каньйонів має багато спільного. Вони мають V-образні або П-образні поперечні профілі. З глибиною ширина каньйонів збільшується з 150–200 м на краю шельфу та до 300–500 м в середній частині континентального схилу і до 1,5–5 км біля його основи.

Континентальний шельф Чорного моря займає проміжне положення між континентальним схилом і дном центральної западини на глибинах від 1100–1200 до 1800–2000 м. Морфологічно він представлений злегка похилою рівниною, яка межує з основою континентального схилу. Це своєрідний акумулятивний майданчик має більшу площу, ніж континентальний схил. Його гладка топографія ускладнюється горбистими особливостями, підводними долинами і каналами каламутних потоків, які служать для виділення осаду. На глибині 1800–2000 м нижня межа континентального підніжжя нечітка. Найбільша ширина континентального шельфу (до 90–100 км) спостерігається в північно-західній, північно-східній і південно-східній частинах Чорного моря. Підлога глибоководної западини займає центральну частину Чорноморського басейну. Його площа всередині контуру глибини

2000 м становить близько 34% від загальної площі моря. Андрусівський підйом, який погано проявляється в нижній топографії, разом з Архангельським підйомом, який є його південним продовженням, ділить центральну чорноморську западину на її західну і східну частини. Їх розширення складають 450 і 300 км відповідно. Західна западина глибша; тут зареєстровано морські глибини понад 2200 м. У східній западині морські глибини коливаються від 2000 до 2160 м. За всю історію геологічної еволюції Чорноморського басейну ці западини були ділянками накопичення осадової матерії, товщина якої може досягати 10–15 км. Дно западин значно згладжується і злегка нахилиється, що має поступове збільшення глибини від країв до центру моря. З точки зору морфології та походження, її топографію можна назвати підводними рівнинами термінального морського накопичення. Саме тут відбувається розпад всіх водно-гравітаційних і гравітаційних речовин, що доставляються з шельфу над підводними каньйонами, континентальним схилом до закритих западин, де вони захоплені і накопичені.

Гирла річок дуже вразливі і чутливі до змін від річкових і морських факторів (середні коливання рівня моря, припливи, штормові сплески, хвилі). Тому гирла річок можна розглядати як ефективні показники масштабних змін річкового і морського режиму. Зростаючий науково-практичний інтерес до досліджень гирла річок в 20 столітті. У цей час такі види діяльності, як рибальство, сільське господарство і судноплавство, мають значний вплив на природні ресурси гирла численних річок світу, в тому числі регіону Чорного і Азовського морів.

Два типи води, тобто річкова і морська вода, які досить різні за своїми фізичними, хімічними та біологічними властивостями взаємодіють в гирлі річки. Річковий гідрологічний режим переважає в гирлі річки; однак, він знаходиться під інтенсивним впливом приймаючого басейну (середній рівень моря довгострокові зміни, припливи, штормові сплески, вторгнення морської води). Навпаки, гідрологічний режим, характерний для приймаючого басейну, домінує в прилеглій зоні гирла річки. Однак він знаходиться під інтенсивним впливом річки (річкові течії, розповсюдження річкового шлейфу прісними водами в море). Гирло річки характеризується акумулятивними формами землі, затопленими річковою водою, а іноді і водою приймального басейну, низинними землями, що складаються з взаємопов'язаних шарів відкладень. Гирло річки, як правило, має специфічний ґрунт і рослинний покрив з переважно болотистими і лучними ґрунтами, водними або гігрофільними рослинами; має своєрідну і багату фауну (риба, птахи, хутрянні тварини і т.д.).

Ландшафт земельних ділянок в межах зони гирла річки іноді кардинально відрізняється від ландшафту прилеглої території і є азональним, особливо в географічних зонах, які є недостатньо вологими (степи і пустелі). Гирла річок на узбережжях океанів, морів і великих озер дуже різноманітні за структурою і гідрологічним режимом. Це різноманіття залежить, по-перше, від морфологічних особливостей нижньої течії річки, прибережної зони приймального басейну і прибережної зони в цілому, а, по-друге, від особливостей гідрологічного режиму річки і прибережної зони моря. Тому класифікувати зони гирла річки можна лише із використанням комплексу класифікаційних характеристик, пов'язаних зі структурою та режимом як річкових гирло частин – гирла річки, так і прилеглої зони.

Іноді напівзагороджені прибережні водойми розташовані між гирлом, що досягає річки і відкритою прибережною зоною. Ці прибережні водойми часто відділяються від відкритого берега косами, бар'єрними островами і т.і. і пов'язані з ним через відносно вузькі протоки. Ці напівзагороджені прибережні водойми характеризуються активною взаємодією і змішуванням річкових і морських вод.

Згідно з гідрологічною класифікацією, для гирла річки можуть використовуватися наступні показники: водний режим і закономірності підзарядки річкового потоку, середня каламутність води, а також теплові та крижані режимні закономірності. Що стосується напівзагородженої частини гирла річки і відкритої зони, то можуть бути враховані такі гідрологічні характеристики: закономірність середніх змін рівня моря, швидкість припливів і штормові сплески, домінуюча течія, режим хвиль, солоність води, а також особливості теплового і льодового режиму. Межі зони гирла річки визначаються інтенсивним проявом гирла.

Визначення морської межі гирла пов'язане з терміном зона змішування гирла. Солоність води в межах цієї зони збільшується від солоності, притаманної річковій воді (зазвичай 0,2–0,5‰) до солоності морської води (зазвичай 10–40‰ у різних морях). Сольовий склад води кардинально змінюється в межах зони змішування: річкова вода класу вуглеводнів і група кальцію перетворюється в морську воду класу хлориду і групи натрію. Розташування зони змішування залежить від стоку річкової води, візерунка прилеглої зони (глибокого, неглибокого, широкого, вузького), дальності і фази припливу, напрямку вітру і сили, а також коливань рівня моря. Тому ця зона зазнає як сезонних, так і короткострокових варіацій. Зона змішування зазвичай включає в себе область найбільш інтенсивної взаємодії і змішування річкових

і морських вод, де горизонтальні і вертикальні градієнти гідрологічної і гідрохімічної характеристики, і в першу чергу солоність води, є максимальними. Ця територія називається фронтальною зоною.

Є всього чотири річки, які відносяться до третьої категорії (від 2000 до 50 000 км²): кавказькі річки Кодорі, Інгурі, Ріоні і Чорохі. Шість річок (Дунай, Дністер, Південний Буг, Дніпро, Дон і Кубань) можна класифікувати як великі річки (> 50 000 км²). Більшість дуже малих і малих річок мають аналогічні типу гирла. Вони мають, як правило, єдиний канал, який може бути заблокований в період низького потоку прибережними косами, що складаються з піску або гальки. Лише кілька річок цих категорій мають у своїх гирлах невеликі прибережні водойми, схожі на лагуни або лимани і належать до II типу (напівзагороджені гирла без дельти). Гирла такого роду можна знайти в дуже низьких і рівнинних прибережних рівнинах уздовж південно-західної і північно-західної частин Чорного моря і північної частини Азовського моря. Великі за розмірами і найважливіші гирла річок, включаючи дельти, характерні тільки для середніх і великих річок з достатнім стоком води і осадам навантаження. Ці річки потрапляють у східні та північно-західні узбережжя Чорного моря та східного узбережжя Азовського моря. Гирла річок Дунай, Дністер, Дніпро та Південний Буг, Дон, Кубань та Ріоні є найважливішими в регіоні Чорного та Азовського морів. Гирла цих річок відрізняються від інших не тільки своїми великими розмірами, а і великою різноманітністю ландшафту. Ці річкові гирла відіграють найважливішу роль в екологічному становищі та в гідрологічному і гідрохімічному режимі морів.

Зменшення стоку води було в основному пов'язано з відведенням води для господарських потреб і втратами через випаровування з поверхні водойм. Однак у гирлі річки Дунай кліматичне збільшення стоку води за останні 30 років перевищило викликане людиною зниження його. Викликане людиною зменшення стоку води серед великих річок було найбільшим у Дніпрі, Дону та Кубані в 1,2–1,3 рази. Через скупчення осадів у водосховищах осадове навантаження більшості річок зменшилося значно більше, ніж їх стік води. Максимальне зниження осадового навантаження відбулося в річках Кубань, Дон, Ріоні і Дунай (в 5,6, 2,8, 2,4 і 1,5 відповідно). Кардинальні зміни в розподілі річкових вод і осадів між дельта-гілками в дельтах Дунаю і Ріоні відбулися після поглиблення і випрямлення деяких каналів.

Підвищення рівнів Чорного і Азовського морів є наслідком підйому рівня океану і позитивного водного балансу цих морів. Зрозуміло, що в цих морях підйом відрізняється від того, що в океані в цілому. Основною причиною є

відносна ізоляція цих морів від океану. Таким чином, об'ємні зміни рівнів морської води, швидше за все, будуть більш сприйнятливі до зміни співвідношення між компонентами водного балансу моря (річковий стік, опади і випаровування), ніж до підйому рівня океану. У 1923–1985 р. Чорне море характеризувалося збільшенням обсягу води, швидкість якого досягла $+1,5 \text{ км}^3 \text{ рік}$. Якщо перетворити це значення в зміну рівня моря за той же період (при цьому площа моря становить $423 \times 10^3 \text{ км}^2$), то швидкість підйому рівня моря буде $3,5 \text{ мм рік}$. За різними оцінками, (об'ємне) підвищення рівня Чорного моря становить $2,0\text{--}4,0 \text{ мм рік}$. Наведені дані свідчать про те, що в 20 столітті підвищення рівня Чорного моря помітно перевищило підйом рівня в Атлантичному океані ($1,7 \text{ мм рік}$) і в Середземному морі ($1,1\text{--}1,3 \text{ мм рік}$). У більшості публікацій підйом рівня Чорного моря пояснюється деякими специфічними особливостями його водного балансу в цей період: збільшенням стоку річкової води в море (в першу чергу річки Дунай), рясними опадами над водною поверхнею Чорного моря, а також зниженням випаровування. Підйом рівня в Азовському морі менший, ніж у Чорному морі і дорівнює $2,0\text{--}2,5 \text{ мм рік}$.

Гирло Дніпра і Південного Бугу має складну споруду і в цілому відноситься до напівзагородженого дельтичного типу. Воно складається з наступних частин:

- Гирло сягає трьох річок – Дніпра, включаючи його дельту, Південний Буг та Інгул;
- Велике напівзагороджене прибережне тіло під назвою Дніпровсько-Бузький лиман;
- Кінбурнський вихід, що з'єднує лиман і Чорне море;
- Відкрита морська зона біля моря в безпосередній близькості від протоки.

Верхні межі гирла річки визначаються розмноженням варіацій рівня води, викликаних штормовими сплесками в періоди низького потоку. Для Дніпра Каховська гребля обмежує відстань розповсюдження штормового сплеску. Площа і довжина дельти дорівнює 350 км^2 і 47 км . Дельта-голова розташована в тому місці, де починають утворюватися невеликі дельта-гілки. Біля міста Херсон (28 км від лиману) головний дельта-канал розділений на чотири великі гілки (зліва направо): Конка, Старий Дніпро, Новий Дніпро, Кошева. Вниз за течією ці гілки з'єднуються знову. Основою цього місця є наступні основні дельта-гілки: Конка (ліворуч, 15% від загального стоку річкової води) і Забіч (праворуч, 85%). Забічська гілка після цього ділиться на

Бокай (ліворуч, 50% від загального стоку річкової води) і Рвач (праворуч, 35%).

Дніпровсько-Бузький лиман представляє затоплені річкові долини, розширені в морських напрямках. У лимані беруть участь три частини: Дніпровський лиман, Бузький лиман і їх комбінована частина. Площа Дніпро-Бузького лиману дорівнює близько 1000 км², його довжина від дельти Дніпра до Кінбурнського виходу дорівнює 63 км, його ширина до 15 км, а його середні і максимальні глибини 4,4 і 12 м. Довжина і максимальна ширина Бузького Лиману дорівнюють 42 і 2 км відповідно. Кінбурнський вихід має ширину в найвузшому місці 3,7 км; його середні глибини 4,3-4,5 м, а максимальна глибина в межах навігаційного каналу досягає 20 м. Розглянуте гирло річки відіграє дуже важливу роль в економіці та екологічному управлінні цією частиною України. Річки Дніпро та Південний Буг є важливими водними шляхами. Тут розташовано багато великих промислових центрів і портів, таких як Херсон, Миколаїв і Очаків. Річкові води широко використовуються для зрошення і водопостачання. У цьому регіоні також розвинене сільське господарство та рибальство. Через складну структуру об'єкта, що вивчається, і сильні людські зміни в керівних факторах, режим області дуже складний. Він підлягає комбінованому впливу, по-перше, природних і викликаних людиною змін стоку річкової води, по-друге, морських факторів, включаючи штормові сплески і водо- і сольовий обмін з морем через протоку, і, по-третє, місцевих вітрів. Сучасне середнє значення стоку води річок Дніпро, Південний Буг та Інгул становлять 43,4, 2,2 та 0,58 км³ рік відповідно. Стік води річки Дніпро був регульований в результаті каскадної споруди водосховищ у 1950-х – 1960-х років. Найсильніший вплив регулювання річки на гирло сталося після будівництва в 1958 році Каховського водосховища загальним зберіганням 18,2 км³. В результаті регулювання річкового стоку і відведення води для зрошення, середньорічний стік води був знижений на 22%. Крім того, стік води в період високого потоку з квітня по серпень скоротився і в період низьких потоків з жовтня по березень (особливо в зимові місяці) збільшився. Ці довгострокові і сезонні зміни стоку річкових вод призвели до помітного чергування гирла процесів. Вихід дельти зменшився, збільшилася мінералізація вод в дельті і лимані. Солоність води в нижній частині Дніпро-Бузького лиману збільшилася в літньо-осінній період до 5–10‰. Крім того, збільшився вхід в лиман органічної річкової речовини, поживних речовин і забруднюючих речовин. Його екологічний стан був знецінений. Цвітіння водоростей почастішало. Аноксичні події сталися в глибокій частині лиману і

навігаційних каналів. Аналіз змін водного балансу Дніпро-Бузького лиману становить особливий науковий інтерес. Серед основних вхідних компонентів водного балансу Дніпро-Бузького лиману є припливи річкових і морських вод. Ці значення оцінюються як 56,7 і 37,4 км³ рік (або 60,0 і 39,6% від загального водного входу) в природних умовах і 46,0 і 40,74 км³ рік (або 52,8 і 46,7% від загального водопроводу) після регулювання річкового потоку. Видно, що вплив стоку річкової води зменшився, а вплив припливу вод з моря посилюється. Серед вихідних складових водного балансу сума внеску відтоку води в море через протоку в результаті регулювання річкового потоку скоротилася з 93,6 до 86,3 км³ в рік. Тим не менш, його частка в загальному відтоку води практично не змінилася (99,2 і 99,1%). Внесок опадів і випаровування в водний баланс лиману дуже малий, 0,368 і 0,802 км³ в рік відповідно, а друге значення помітно перевищує перше. Змішується з водами річок Дніпра і Південного Бугу, в північно-західну частину Чорного моря та втікає велика кількість поживних речовин людського виробництва, включаючи сполуки азоту і фосфору, забруднюючі речовини, включаючи важкі метали і вуглеводні, а також органічні речовини. Вплив на море став дуже серйозною екологічною проблемою.

Виходячи з довгострокових і сезонних даних, до основних гідрометеорологічних особливостей, що формують природний режим Чорного моря відносяться клімат (регіональна атмосферна циркуляція, вітри, атмосферний тиск, температура повітря, вологість, опади), вітрові хвилі, водний баланс, рівень моря (сезонні зміни, штормові сплески, сейш, приливні течії), а також морський лід.

Головною відмінною властивістю Чорного моря є його водне розташування і висока ізоляція від Світового океану. Через це формування морського гідрологічного режиму і водної структури регулюється зовнішніми факторами: флюсами тепла, вологи і вітрового стресу через поверхню моря, а також стоком річки. У зв'язку з цим море характеризується високим рівнем мінливості навколишнього середовища. При цьому в різних частинах Чорного моря вплив зовнішніх факторів дуже нерівний. Тому ці фактори по-різному впливають на формування гідрологічних полів і вертикальної термохаліну структури в морі. Все це визначає необхідність більш детальних і регулярних спостережень за гідрометеорологічними показниками Чорного моря.

Клімат Чорного моря і його прибережних регіонів визначається трьома основними факторами, які залежать від широти і рельєфу місцевості — процесів опромінення, циркуляції атмосфери (як масштабної, так і локальної),

і характеру основної поверхні. Що стосується типу повітряних мас, які домінують протягом року, то північну і південну частини Чорного моря можна назвати помірними і субтропічними кліматичними поясами відповідно.

Циркуляція атмосфери являє собою найважливіший процес, який визначає рухи повітряних мас над Чорним морем. Завдяки своїм особливостям клімат в західній і східній частинах, розташованих в межах одного широтного поясу, відрізняється своїми тепловими режимами і вмістом вологи, а тому над східною частиною Чорного моря зима тепліша, ніж над його західною частиною і місячна сума опадів відповідно в кілька разів вища. Повторення основних типів синоптичних процесів над морською зоною та пов'язаних з ними домінуючих напрямків вітру в нижній тропосфері різняться протягом року.

Північно-західний тип синоптичних процесів пов'язаний з розвитком циклонічної діяльності на південному сході європейської частини Росії і антициклоном над Європою з ривком у бік Балканського півострова. Подібно до західного типу процесу, найсильніші вітри спостерігаються при переміщенні скандинавських циклонів на південний схід європейської частини Росії через південну частину України в тилу середземноморських циклонів. У випадку, коли циклон розташований над центральною частиною Чорного моря, над його північною і південною частинами домінують сильні східні і західні вітри відповідно. У цей час антициклон зазвичай знаходиться над європейською частиною Росії.

Важливу роль у формуванні клімату на узбережжях Чорного моря відіграють місцеві циркуляції та вітри, такі як гірсько-долинна циркуляція, схилові вітри тощо, а також атмосферні процеси в синоптичному масштабі. Бризи викликані температурними контрастами між суходолом і морем; вони характерні для всього чорноморського узбережжя. Найбільше посилення бризів повсюдно припадають на період з березня по жовтень; на південному узбережжі Чорного моря, вони ймовірні протягом усього року. Найбільша кількість днів з бризами (більше 50 днів/рік, місцями до 190 днів/рік) відзначається на південному узбережжі Криму, де найкраще виражений температурний контраст між суходолом і морем. Бризи найчастіше зустрічаються на західних і північно-західних узбережжях Чорного моря і в Керченській протоці. Тривалість морських бризів протягом дня приблизно рівна (11–12 год). Ранкові та вечірні зміни в напрямку вітру відбуваються дуже швидко — протягом 15–20 хв. Морський бриз змінюється приблизно через 2,5 год після сходу сонця; протилежна зміна відбувається майже одночасно із

заходом сонця. Швидкість бризів відносно низька. Для бризів його середнє значення становить 3–5 м/с; для наземних бризів, це 1–3 м/с. Збільшення швидкості спостерігається в регіонах, де гори наближаються до берегової лінії, а орієнтація гірських і річкових долин збігається з домінуючим напрямком бризів. У гірських частинах узбережжя часто розробляються сильні і поривчасті вітри, які викликають різкі перепади температури і вологи. Вони можуть тривати від кількох годин до кількох днів. У зимовий час вони частіше зустрічаються, ніж влітку. На вітряній стороні хребта, повітря піднімається вгору, водяна пара конденсується, і утворюються хмари; він досягає гребня хребта і різко припиняється на лівій стороні. З боку підступів інтенсивний спадний потік повітря, який біля підніжжя гір може досягати характеристик, схожих на ураган. Коли тепло, повітря, що спускається вниз, нагрівається, що викликає різке (іноді до 10-15°C) зростання температури і падіння вологості біля підніжжя хребта. Високі значення швидкості вітру обумовлені великими перепадами щільності між ще теплим повітрям над поверхнею моря і холодним повітрям; останній спускається з хребта як водоспад з сильним прискоренням. Топографія хребта може забезпечити додаткове посилення вітру. Подібно до рідини, повітря рухається по лініях найменшого опору; таким чином, вітри проходять сильніше на хребті. Швидкість вітру під час бурь може досягати 25–30 м/с; у вибраних випадках на гірських перевалах вона становить 60 м/с. Це може призвести до обмерзання кораблів і портових конструкцій, оскільки морські бризки негайно замерзають над їх поверхнями. Багато кораблів не витримали нападу вітру.

Над відкритим морем швидкість вітру більша, ніж на узбережжях протягом усього року. За всі місяці найвищі значення швидкості відмічені в північній частині моря. Найвища швидкість вітру над відкритим морем яка буває один раз на 100 років становить 40 м/с. Майже скрізь, річна тенденція збільшення швидкості вітру характеризується збільшенням холодного періоду і зниженням теплого періоду року.

Режим атмосферного тиску над Чорним морем визначається впливом азіатських антициклонів, зоною зимової циклічної активності над Середземним морем, а також літньою тепловою спекою над Північною Африкою і Азією. Сезонні зміни температури повітря і поверхні моря додатково впливають на поле тиску. Крім того, циклонні проходи можуть викликати досить швидкі і значні аперіодичні зміни в ньому атмосферного тиску. Щорічні тенденції тиску атмосфери мають регулярність, спільну для всього Чорного моря і представлені виразно проявленим низьким влітку

(липень) і незначним вторинним низьким навесні, в квітні. Взимку загальний фон тиску підвищений і досить схожий на все Чорне море. Зростання тиску найбільш стрімке в серпні-вересні і триває до січня; пізніше тиск починає нерегулярно зменшуватися. У період з травня по жовтень середні значення тиску над західною частиною моря вищі, ніж у східній його частині. В інші місяці низький тиск в основному спостерігається над центральними частинами моря. Мінливість атмосферного тиску протягом року найвища в північній частині моря і найнижча в його південно-східній частині.

Середній річний рівень температури повітря над Чорним морем коливається від 10 °С на північному заході до 14–15 °С на південному сході. З серпня по березень температура повітря над відкритим морем вища, ніж на узбережжях. Навесні ситуація змінюється. Завдяки збільшенню сонячного опромінення земля швидко нагрівається і стає теплішою за море, яке має більшу теплоємність і, протягом літа, накопичує велику кількість тепла. Завдяки впливу моря мінливість температури повітря на узбережжях більша, ніж над відкритим морем. Найбільші річні температурні коливання характерні для північно-західної частини моря, в той час як центральна і південно-східна частини мають найменші варіації. Найнижча середня місячна температура (до від'ємних середніх значень від –1 до –2 °С), спостерігається в лютому на північному заході. Відмінності в річних температурних тенденціях над морем найкраще виражаються в зимовий час, коли середні місячні значення в лютому коливаються від – 2 °С на північному заході до 7,5 °С на південному сході. У теплу пору року відмінності не такі великі – середні значення за серпень варіюються від 21,5 °С на північному заході до 24,0 °С на південному сході. Низькі середні добові температури повітря (від –23 до –25°С) відмічені під північніше, північно-східно- та східні синоптичні процеси в січні та лютому. В цілому негативні температури відбуваються по всій морській зоні; вони в основному відзначаються в січні і лютому з найвищими рецидивами над північно-західною і північно-східною частинами моря - в цих регіонах, від 6 до 10 днів на місяць з температурою від 0,0 до - 4,9 °С. У деякі роки кількість днів з від'ємною температурою повітря може досягати 22–26 у січні та лютому та 13–15 грудня та березня.

На узбережжі спостерігаються середні температури повітря нижче –10 °С, але не щороку. Тільки на північному заході і північному сході моря ці температури спостерігаються протягом 7–14 днів у січні та лютому, 5–8 днів у грудні та 2–3 днів у березні. Навпаки, під час подій холодного вітру спостерігається різкий перепад температури на 10–15 °С у порівнянні з

температурою до початку цього вітру. Період зі стабільною середнього добової температури повітря 20 °С і вище є найкоротшим на північному заході моря; тут триває з кінця червня до початку вересня. Його середня тривалість в цьому регіоні становить 70–80 днів; на південний схід від моря, він виростає до 100–110 днів на рік. Над більшою частиною узбережжя середні щоденні температури вище 30 °С можливі в літній час. Тим часом, середній добовий температурний поріг 35 °С так і не був подоланий. Кількість помірно-спекотних днів з середньодобовою температурою від 20 до 25 °С особливо велика в липні і серпні і, в середньому, складається з 20 днів на місяць. Спекотна погода з середньою денною температурою вище 25 °С спостерігається протягом 3–9 днів на місяць на півночі узбережжя Чорного моря. По всьому узбережжю найбільші рецидиви спекотних днів припадають до липня і серпня. При середніх денних температурах 30 °С і вище максимальні значення температури можуть досягати 35–40 °С. Щоденні тенденції прибережних температур повітря мають максимальні значення на рівні 13–16 год; влітку пік спостерігається пізніше, ніж взимку. Температурний мінімум спостерігається рано вранці на сході сонця. Екстремальні температурні значення у відкритому морі затримуються на 1–2 год у порівнянні з прибережними районами. У цьому процесі вологість може знизитися на 5–10%. По всьому морю добова амплітуда перепадів температур в зимовий період більша, ніж у літній час, за винятком східного регіону, де він найбільший восени. При цьому щоденні амплітуди ростуть з південного сходу на північний захід. Міждобова мінливість температури в цілому знижується з півночі на південь; у холодну пору року вона в 2–3 рази більша, ніж у теплу пору року. В середньому похолодання інтенсивніше, ніж потепління: міждобові перепади температури можуть досягати 10–15 °С, тоді як підвищення температури рідко перевищує 10 °С.

Режим вологості над морем визначається процесами взаємодії повітря з морською поверхнею. У прибережних регіонах на варіації вологості додатково впливає циркуляція вітру. Денний вітерець постачає вологе повітря з моря в сухопутні райони. На відміну від цього, нічний вітерець доставляє сухе повітря на поверхню моря. Найнижчі значення спостерігаються в січні і лютому, тоді як найвищі припадають до липня і серпня. Протягом усього року просторове розподіл вмісту водяної пари також відповідає розподілу температури повітря. Найнижчі значення часткового тиску водяної пари відмічається на північному заході Чорного моря (4,7–20 гПа на узбережжі та 5,0–21,0 гПа над морем). Річна тенденція відносної вологості над більшою

частиною Чорного моря показує її максимальні значення в холодну пору року і найнижчі значення в теплий період. Вологі субтропічні ділянки східного узбережжя характеризуються дещо виразним режимом; тут найвищі значення спостерігаються влітку, а внутрішньорічні варіації – значні. Регулярність простору розподілу відносної вологості над Чорним морем в літній сезон схожа на показники розподілу часткового тиску водяної пари. Найнижчі значення відносної вологості характерні для північно-західних районів, тоді як найвищі значення приурочені до південно-східної та південно-західної частин моря. Навпаки, взимку відносний вміст вологи росте з південного сходу на північний захід.

Атмосферні опади над Чорним морем здебільшого пов'язані з циклічною активністю. Процес відіграє помітну роль тільки біля його берегів і на узбережжях. Додатковий вплив забезпечує топографія прибережної зони. Протягом року кількість опадів росте з північного заходу (380–420 мм/рік) на південний схід, де кавказькі хребти наближаються до берегової лінії і орієнтуються через основні вологостійкі повітряні потоки (до 1500–2500 мм/рік). Влітку інтенсивність опадів більша. У зимову пору року, особливо на північному узбережжі моря, опади можуть набирати форму снігопаду, хоча стійкого снігового покриву не може утворитися. В середньому взимку 25–40 днів зі сніговим покривом на північно-західному узбережжі, 14–17 днів на північному сході та менше 15 днів на південному сході.

За характером вітрової активності над морем, сильні хвилі розвиваються в основному восени і взимку в північно-західній, північно-східній і центральній частинах моря. У морі, в залежності від швидкості вітру і векторної відстані хвилі, домінують хвилі висотою 1–3 м. У відкритих морських регіонах максимальна висота хвиль може досягати 7 м. Коли сильний шторм хвилі можуть бути ще вищими. Режим вітряних хвиль Чорного моря слабо вивчений, оскільки регулярних інструментальних спостережень хвиль у відкритій частині моря практично не було. Максимальні висоти хвиль у відкритій частині моря можуть досягати 14–15 м. Сильні хвилі, що розвиваються під час штормів, створюють серйозні перешкоди для практичної діяльності в морі і на узбережжях, таких як небезпеки для судноплавства, руйнування прибережних споруд, а також, останнім часом, від втрат при видобутку вуглеводневих ресурсів. Одним з небезпечних артефактів, пов'язаних з дією вітрової хвилі, є поява так званого явища тягун.

Спостереження за рівнем Чорного моря розпочалися в середині 19 століття. Найдовші серії спостережень доступні в Україні (Очаків, з 1874 року;

Одеса і Севастопіль, з 1875 року). Наразі до спостережної мережі рівня Чорного моря входять 30 станцій (з них 13 в Україні, п'ять в Російській Федерації, чотири в Болгарії, три в Румунії, три в Туреччині і дві в Грузії). Протягом останнього часу рівень моря вивчається за допомогою супутників. Аналіз спостережень за рівнем Чорного моря за останнє століття дозволив визначити етапи багаторічної мінливості. На першому етапі рівень був відносно стабільним з незначною тенденцією до падіння. Потім рівень почав збільшення в середньому на 0,16 см/рік. У мінливості рівня Чорного моря, крім тенденції до підйому рівня моря, можна виділити періоди: 2,5, 3,5–4 і 10–20 років. Ці коливання рівня моря найчастіше пояснюються змінами в прісноводному балансі Чорного моря.

Зміни рівня в Чорному морі в основному визначаються варіаціями компонентів водного балансу, щільністю морської води та атмосферним тиском. В середньому діапазон сезонних коливань рівня моря на прибережних гідрометеорологічних станціях сягає значень 15–20 см. При цьому найвищий рівень спостерігається в червні-липні, а найнижчий рівень моря обмежується жовтнем-листопадом. Зміни рівня, викликані варіаціями атмосферного тиску (ефект оберненого барометра), складають приблизно 7-8 см з максимальним показником у липні та мінімумом у листопаді–січні. Діапазони коливань рівня моря, пов'язані зі змінами щільності морської води, відрізняються над площею Чорного моря. Найвищі річні діапазони коливань спостерігаються в центральній (до 20 см) і південно-східній (до 16 см) областях; їх найнижчі значення характерні для центру східної частини моря. Максимальна температурна складова річної рівня моря спостерігається орієнтовно одночасно над все морем (у серпні) через розташування Чорного моря в єдиному кліматичному поясі. Тим часом фази максимального компонента солоності в різних регіонах моря відрізняються на кілька місяців. Наприклад, в ближніх берегових районах максимальна дальність цього компонента спостерігається в весняний період, який пов'язаний зі стоком річок, тоді як в центральних частинах моря максимум спостерігається в серпні, що є періодом найнижчої інтенсивності циклічної циркуляції. У регіонах, в яких ці фази збігаються, їх парний діапазон дорівнює загальному діапазону; фазові зрушення призвести до розбіжностей між цими діапазонами (наприклад, південно-західним регіоном).

Штормові сплески. Ці значні неперіодичні коливання рівня моря викликані прибережними вітрами. При цьому їх діапазон і тривалість залежать

від численних факторів, таких як напрямок вітру і швидкість, контури берегової лінії, глибина шельфу і стратифікація води.

Було показано, що найбільш значні штормові сплески відзначені біля західного і північно-західного берегів моря над невеликими морськими глибинами біля берега. Тут в холодний період року утворюються штормові сплески. У більшості випадків їх значення становить близько 30-40 см. Рідко спостерігаються штормові сплески зі значеннями більше 40 см, вони в основному приурочені до осінньо-зимового періоду. Наприклад, поблизу Приморського в зимовий сезон спостерігалася максимальна висота (115 см) штормового сплеску. В Одеській області восени вона сягала близько 100 см. Тривалість штормових сплесків коливається в широкому діапазоні і залежить від тривалості вітру і від стійкості напрямку вітру; на мілководді північно-західних частин моря вона нижча, ніж у більш глибоких районах. Діапазон коливань сейшів визначається енергією впливу на поверхню басейну. Механізми генерації сейшів різні для повністю закритих і напівзакритих басейнів. У закритих басейнах сейши індукуються через прямий вплив зовнішньої сили (вітру, атмосферного тиску і т.д.), в той час як в затоках в основному збуджуються безпосередньо через відкриту межу.

У Чорному морі діапазони коливань сейшів басейну в цілому низькі (до 7 см), тоді як в бухтах вони можуть досягати 50 см. Період коливань сейшів залежить від режиму природного коливання, розміру басейну і його глибини. Для всього моря він складається з декількох годин (для десяти перших режимів), для заток періоди можуть бути меншими, ніж кілька хвилин до 1-2 год. Тривалість коливань сейшів, у більшості випадків, складається з 6-10 год. З метою вивчення просторової структури сейшів та оцінки їх періодів у Чорному морі були чисельно змодельовані відповідні набори рівнянь руху рідини. Найбільший період коливань сейшів в Чорному морі дорівнює 9,7 год. Найбільші хребти коливання сейшів спостерігаються на шельфі північно-західної частини моря, особливо в Одеській бухті.

Чорне море є частково замерзаючим басейном. Лід утворюється тільки у вузькій смузі в його північно-західній частині. Навіть у сувору зиму вона охоплює не більше 5% морської площі, тоді як в помірну зиму охоплення становить 0,5–1,5% площі. У м'яку зиму льодом вкриті лише лагуни. Середня товщина льоду ніколи не перевищує 15 см, але в суворі зими вона може досягати 50 см. [3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 28]

1.3 Фізико-географічний і гідрографічний опис Азовського моря

Азовське море є найбільш мілководдям і одним з найменших морів світу. Його площа становить $39\,000\text{ км}^2$ на об'ємі 290 км^3 ; середня глибина становить 7 м з максимальним значенням 14 м. Він з'єднаний з Чорним морем вузькою (до 4 км), а також мілководдям (до 15 м) Керченською протокою. Максимальна довжина моря становить 360 км при максимальній ширині 180 км.

Море має досить прості обриси. Північне узбережжя рівномірне і круте з акумулятивними піщаними косами. На північному сході в землю проникає найбільша з морських заток – затока Таганрог; його вершина збігається з дельтою річки Дон. На заході Арабатська Стрільська коса відділяє затоку Сиваш від моря. Затока з'єднана з морем Генічеської протоки. Затока Сиваш (або Гніле море) являє собою систему мілководних заток загальною площею 2560 км^2 . Щорічно Сиваш приймає до $1,5\text{ км}^3$ води з Азовського моря. Завдяки сильному випаровуванню, вода Сиваша перетворюється в насичений сольовий розчин із солоністю, що досягає 170. Затока Сиваш забезпечує різними хімічними ресурсами. Містить мільйони тон солі, сульфату магнію, сульфату натрію, бромі та інших інгредієнтів. Тривалий час у Сивашській затоці існували столові соляні роботи.

На південному сході дельта річки Кубань з величезними затопленими рівнинами і численними каналами простягається приблизно на 100 км. Річка Кубань входить у верхню частину відкритої затоки. Глибини плавно збільшуються з відстанню від берега. Найбільші глибини спостерігаються в центральній частині моря; в затоці Таганрог, вони коливаються від 2 до 9 м. У Затоці Темрюк відомі грязьові вулкани. Нижні осади в основному представлені глиняними і мулистими осадами і пісками. По суті, Азовське море є величезною зоною змішування між річковими і чорноморськими водами. Майже весь річковий стік до моря (понад 90%) забезпечується річками Дона і Кубані, а його основна частина обмежується весняно-літнім сезоном. Основний обмін між акваторією Азовського моря і акваторією Чорного моря реалізується через Керченську протоку.

Клімат Азовського моря, який глибоко проникає в суходіл, є континентальним. Він характеризується холодною зимою, а також сухим і спекотним літом. В осінньо-зимовий період погода визначається впливом сибірського антициклону з пануванням східного і північно-східного вітру зі швидкістю 4–7 м/с. Посилення впливу викликають сильні вітри (до 15 м/с) і супроводжуються вторгненнями холодних повітряних мас. Середній місячний

температура січня коливається від -1 до -5 °С; під час північно-східних штормів він може впасти до -25 до -27 °С. У весняно-літній період переважає тепла і справедлива погода зі слабкими вітрами. У липні середня місячна температура по всьому морю дорівнює $23-25$ °С, тоді як максимальні значення досягають понад 30 °С. Навесні, над морем часто проходять середземноморські циклони; вони супроводжуються західними та південно-західними вітрами зі швидкістю $4-6$ м/с, а подекуди й поривами.

Водний баланс Азовського моря складається з таких компонентів: вхідна частина містить річковий стік і атмосферні опади, в той час як вихідна частина включає випаровування. Також слід враховувати водообмін через Керченську протоку.

Згідно з даними, в середньому за 1923-1985 роки річковий стік, опади і випаровування склалися $38,6$, $15,5$ і $34,6$ км³/рік відповідно. Щорічний приплив акваторії Чорного моря через Керченську протоку становить $36-38$ км³/рік, тоді як відтік азовських вод сягав $53-55$ км³/рік; це забезпечило значення отриманого відведення води з Азовського моря близько 17 км³/рік. Аналіз водного балансу Азовського моря за ці роки показує, що складові балансу змінювалися в період до регулювання річкового стоку в 1952 році і після нього. В середньому річковий стік до моря скорочується на $5,7$ км³/рік, постачання акваторії Чорного моря збільшилося на $1,5$ км³/рік, а відтік акваторії Азовського моря в Чорне море збільшився на $1,9$ км³/рік. Тим часом в цілому водний баланс залишився майже таким же. Вітри, які домінують над морем, викликають значний сплеск коливання рівня моря.

Найвищі підйоми рівня моря були зареєстровані в Таганрозі, де вони досягли 6 м. На інших об'єктах можливі підйоми в діапазоні від 2 до 4 м (Генічеськ, Ейск і Маріуполь); в Керченській протоці вони досягають висоти близько 1 м. Обмежені розміри і невеликі глибини моря віддають перевагу швидкому розвитку вітрових хвиль. Хвилі короткі і крокові; у відкритому морі вони до $1-2$ м, місцями 3 м у висоту. Різкі зміни атмосферного тиску і вітрів над Азовським морем також можуть викликати сейши – окремо стоячі коливання рівня моря.

У портових районах генеруються сейши з періодами від декількох хвилин до декількох годин. У відкритому морі відзначають сейши з добовим періодом до $20-50$ см заввишки.

Сезонні зміни рівня моря в основному залежать від режиму річкового стоку. Щорічна зміна рівня моря характеризується його підйомом в весняно-літні місяці і падінням восени і взимку з середнім загальним діапазоном 20 см.

Течії в морі в основному викликані вітром. Під примушування західних і південно-західних вітрів утворюється проти годинникова циркуляція води в морі. Циклічний рух води також характерний під східні і північно-східні вітри, а також коли вони сильніші в східній частині моря. Якщо ці вітри сильніші в південній частині загального достатку, то циркуляція має антициклонічний характер. При слабких вітрах і спокійних спостерігаються незначні течії переривчастих напрямків. Оскільки над поверхнею моря панують слабкі та помірні вітри, течії зі швидкістю нижче 10 см/с мають найвищі показники рецидивів. При сильному вітрі до 15–20 м/с поточні швидкості збільшуються до 60–70 см/с.

У затоці Таганрог, отриманий водний транспорт контролюється стоком річки Дон і спрямований з затоки в бік моря. У Керченській протоці під північними вітрами течія тече з Азовського моря в Чорне море; Вітри з південною складовою забезпечують постачання акваторії Чорного моря в Азовське море. Переважають поточні швидкості в протоці ростуть від середніх значень 10–20 см/с до 30–40 см/с в її найвужчій частині. Після сильних вітрів в протоку генеруються компенсаторні течії.

В Азовському морі щороку утворюється ожеледиця. При цьому покриття льодом (морська зона, покрита льодом) сильно залежить від характеру зими (тяжкої, середньої або м'якої). У помірну зиму лід утворюється в затоці Таганрог до початку грудня. Протягом грудня уздовж північного узбережжя моря утворюється швидкий лід і дещо пізніше вздовж інших його берегів. Ширина швидкої крижаної смуги коливається від 1,5 км на півдні до 6–7 км на півночі. В центральній частині моря плаваючий лід утворюється тільки в кінці січня або на початку лютого. Згодом він замерзає разом і утворює льодові поля з високими показниками концентрації льоду (9–10). Льодовий покрив найбільш розвинений на початку лютого, коли його товщина досягає 30–40 см (60–80 см в затоці Таганрог).

Протягом всієї зими крижані умови мають нестабільність. Взаємні заміни холодних і теплих повітряних мас і вітрових полів над морем спричинили неодноразові розриви і дрейфування крижаних полів. У відкритому морі висота льоду ніколи не перевищує 1 м, тоді як біля Арабатської коси груди можуть досягати висоти 5 м. Як правило, під час м'якої зими центральна частина моря вільна від льоду, його можна спостерігати тільки в затоках і лагунах уздовж берегів. У м'яку зиму вивільнення від льоду відбувається протягом березня спочатку в південних регіонах і в гирлах річці, потім на півночі, і, нарешті, в затоці Таганрог. Середня тривалість льодового періоду

становить 4,5 місяці. У аномально теплу або сувору зиму часи утворення льоду і відтавання можуть бути зміщені на 1-2 місяці або навіть більше.

Завдяки невеликим розмірам і невеликим водним глибинам моря основні характеристики гідрологічного і гідрохімічного режиму піддаються значним природним і антропогенним варіаціям.

На мілководному Азовському морі дуже сильно проявляються сезонні зміни температури води. Взимку (з січня по лютий), над більшою частиною морської ділянки, температура поверхні моря дорівнює 0–1 °С, тільки в районі Керченської протоки виростає до 2–3 °С. Влітку (з липня по серпень) температура однорідна по всій морській зоні дорівнює 24–25 °С. Максимальні значення у відкритому морі досягають 28 °С, тоді як біля берегів вони можуть перевищувати 30 °С. У майже нижньому шарі моря розподіл температури, як правило, близький до значень, зареєстрованих на поверхні басейну. Мілководний характер моря забезпечує швидке розмноження вітру і розмішування до дна, що призводить до вирівнювання вертикального розподілу температури, у більшості випадків різниця температур менше 1 °С.

В умовах природного річкового стоку розподіл солоності в морі був досить однорідним, горизонтальні градієнти спостерігалися тільки в затоці Таганрог, на виході з якої переважали значення солоності 6-8. Ця затока наповнена опрісненими водами з солоністю близько 2–7. У відкритому морі солоність коливається від 10 ‰ до 12 ‰. Сезонні зміни солоності ніколи не перевищували 1, за винятком затоки Таганрог. Найчастіше градієнти високої вертикальності солоності утворюються в затоці Темрюк, де води річки Кубань доставляються у відносно глибоководну ближню гирло морської зони. Навесні 1980 року різниця солоності між поверхнею і дном тут досягла 9 ‰.

Зміни солоності Азовського моря тісно пов'язані з мінливістю загальної вологості в його вододілі. Наприклад, на етапі підвищеної вологості в 1924–1932 рр середня солоність моря знизилася з 10,5 до 9,6. За період зниження вологості в 1945–1951 років солоність виросла з 10,7 до 12,7. Регулювання стоку річки Дон у 1952 році та одноразове вивезення близько 25 км³ вод річки Дон з метою заповнення Цимлянського водосховища забезпечили швидке зростання солоності Азовського моря.

Динаміка середнього річного солоності Азовського моря (на прикладі 1956–1968-х років) свідчить, що, навіть активне незворотне виведення вод, кліматичні фактори можуть зробити значний сприятливий вплив на результати антропогенної активності в морському басейні. У 1970-х інтегрований щорічний річковий стік до Азовського моря становить 22–27

км³/рік, що на понад 40% нижче природної норми. В результаті тенденція до підвищення солоності моря посилилася. Найсильніше засолення спостерігалось в 1975–1977 рр, що складалося з 13,3–13,9, тоді як у затоці Таганрог — 9,5–11,1.

В цілому, в результаті з'єднаного ефекту кліматичних і антропогенних впливів, максимальна солоність в Азовському морі в 1975–1977 роки перевищила природну норму до 3,0 і, в затоці Таганрог, ще більше. Починаючи з 1978 року, режим моря досяг нової водної фази, середній річний солоність моря набув тенденції до падіння, і, в 1980-х, він складався з 11–12. До 2000 року солоність знижена навіть до 10–11.

Наразі Азовське море характеризується існуванням солоності фронтальних зон в регіонах річкової водної трансформації в ближніх районах річок Дон і Кубань і в зоні перемішування між акваторіями Азовського моря і Чорного моря. Соляний обмін з затокою Сиваш незначний.

Центральну частину моря займає однорідна водна маса з солоністю 11–12. Посилення поширення акваторії Чорного моря в ближніх шарах призвело до зростання вертикальної солоності і щільності градієнтів і погіршення умов змішування і вентиляції вод ближніх до дна. Також зросла ймовірність утворення дефіциту кисню (гіпоксії).

Відповідно до розподілів температури води і солоності градієнти вертикальної щільності досягають своїх максимальних значень у фронтальних регіонах – Таганрог-Бей і ближній гирлі річки Кубань. Регулювання річкового стоку, його скорочення на 13–15 км³/рік, створення водосховищ та інших наслідків антропогенної активності в басейні спричинили серйозні негативні зміни в морській екосистемі. Падіння на 30% річного стоку річки Дон і значне зменшення обсягів повені призвели до скорочення нерестових ділянок і порушили умови розмноження видів прісноводних риб.

Гирло річки Дон є напівзайманим дельтаїчним типом. Він складається з трьох частин: близько дельта-річка піддається коливанням рівня води через вплив штормових сплесків, невеликої дельти і відносно вузької Таганрогського затоки. Відстань до дельти становить близько 110 км. Дельта має площу 540 км² і протяжністю 38 км. Берегова лінія Дельти становить 55 км. Затока має площу 5240 км², ширину від 26 до 52 км, довжину 140 км і глибину близько 5 м. Він обмежений у західній частині Долгайською та Голосіївською косами. Незважаючи на невеликі розміри дельти Дона, його мережа каналів відносно щільна.

Донська гілка як пряме розширення річки в межах дельти являє собою велику дельта-гілку. Гирло річки Дон дуже економічно розвинене. Його природні ресурси широко використовуються для сільського господарства, водного транспорту та рибальства. У гирлі багато великих міст: Ростов-на-Дону, Азов (на річці та її відгалуження), а також Ейск, Таганрог (Росія), Маріуполь (Україна) на березі затоки. З 1952 року режим річки Дон був регламентований Цимлянським водосховищем із загальним зберіганням 23,9 км³. В результаті регулювання і виведення водних потоків середній стік річкових вод скоротився з 27,6 км³ за рік у 1881–1951 до 21,6 км³ за рік у 1952–2000. Зниження осаду було більш значним: з $4,54 \times 10^6$ т на рік (до регулювання річкового потоку) до $1,6 \times 10^6$ т на рік, або в 2,8 рази.

З моменту регулювання річкового стоку також змінився сезонний розподіл стоку води: стік води в високоточний період (квітень і травень) значно знижується, але в інші місяці – з серпня по лютий – збільшується. В даний час стік річкової води на дельті голови ділиться між донською гілкою і правою невеликою гілкою Мертві Донець в пропорції близько 97 і 3% від загального стоку річкової води. Вниз за течією стік води донської гілки розподіляється між Старий Дон (ліворуч) і Большая Каланча (праворуч) гілками як 27 і 70% від загального стоку річкової води. Потім стік води гілки Старий Дон ділиться між піщанами (17% від загального стоку річкової води) і Мериново (10%). Дон піддається значному впливу штормових сплесків. У Таганроській затоці висоти позитивних штормових сплесків можуть досягати 2,5 м, а в мінусових сплесках – 3 м. Проникнення коливань рівня води, викликаних штормовими сплесками в річку Дон, залежить від висоти підйому рівня в бухті і скидання річкової води. З 1952 року регулювання річкового потоку призвело до деякого скорочення поширення перепадів рівня, викликаних сплесками напруги, в річку.

Солоність води в Таганроській затоці залежить від зміни стоку річкової води і відстані від дельта-берегової лінії. Уздовж затоки солоність води може змінюватися від 0,5–1‰ біля дельти до 9–11‰ на західній межі затоки. Сезонні зміни солоності води в бухті обернено залежать від варіацій скидів річкових вод. До регулювання річкової течії, середня солоність у бухті 5–6‰. Після регулювання річкової течії вона збільшилася до 8–9‰. В даний час середня солоність води коливається від 6 до 8 ‰ відповідно до змін середнього річного стоку води річки Дон.

Гирло річки Кубань відноситься до відкритого дельтачного типу. Він складається з великої дельти 4190 км² за площею і вузькою і глибокою зоною

поблизу 5-10 км в ширину. Берегова лінія Дельти становить 150 км вдову. На дельті голова річки Кубань ділиться на дві основні гілки: Кубань (ліворуч) і Протока (праворуч), які схожі за розмірами і вартістю стоку. Довжина цих гілок становить 116 і 130 км відповідно. У нижніх частинах цих гілок є кілька невеликих розподільчих каналів: Казачий Ерік, Приамой, Средний, Голінський (система Кубанської гілки) і Правий і Леви (система протоцької гілки). Дельта Кубані являє собою добре зрошуваний регіон і має дуже велику і складну систему відливних і розливних конструкцій, зрошення і дренажних каналів. Нещодавно на дельта-апексі була побудована водорозподільна споруда; його функція полягає в контролі водопостачання основних дельта-гілок і голів основних зрошувальних каналів. Є велика кількість великих і малих озер в дельті. Деякі з них пов'язані з морем і представляють водні тіла типу лагуни. Але тут вони відомі як лимани. Кубанський дельта широко використовується для сільського господарства і рибальства. Тут розташовані міста Темрюк та Слов'янськ-на-Кубані.

Стік води річки Кубань чергував після відведення води в Невинномиський канал в 1949 році і особливо в результаті будівництва Краснодарського водосховища в 1972 році. Загальне зберігання цього водосховища становить $3,0 \text{ км}^3$. Середній стік води на дельті голови дельти Кубані скоротився з $13,0 \text{ км}^3$ в рік в 1929–1948 до $11,6 \text{ км}^3$ в рік в 1949–1972 і до $11,1 \text{ км}^3$ в рік в 1973–2000-х. Зниження навантаження на підвісний осад було більш помітним: з $8,5 \times 10^6 \text{ т/рік}$ до 1949 р. до $6,8 \times 10^6 \text{ т/рік}$ у 1949–1972 рр, $9,5 \times 10^6 \text{ т/рік}$ у 1973–2000 х Зменшення осаду навантаження після будівництва водойми складалося в 4,5 рази. Також чергував сезонний розподіл стоку води: частка загального річного стоку навесні і влітку (особливо з травня по липень) скоротилася, але восени і взимку (особливо з вересня по січень) збільшилася. Наразі між гілками Кубань та Протока розподіляється стік річкової води та навантаження на осад за пропорціями 49 : 51% та 47 : 53% відповідно. Протягом другої частини 20-го століття гілка Казачий Ерік скоротила свою частку загального стоку річкової води через накопичення осаду з 17 до 3%. Недавні дослідження показали, що близько 60% навантаження на осад річки накопичується в межах дельти. Іноді дельта Кубані піддається затопленню через штормові сплески і крижані дамби. Остання велика інкубація через крижану греблю спостерігалася взимку 2003 року. Відступ дельта берегової лінії складався з 3-5 м/рік. Основними причинами такого процесу є зменшення навантаження на осад річки після будівництва водосховища та підвищення рівня моря. [8, 12, 13, 14, 16, 27, 28, 30, 31, 32, 33]

1.4 Навігаційний опис портів України

Портами України є Ізмаїл, Одеса, Іллічівськ, Миколаїв, Південний, Миколаїв, Херсон, Феодосія, Севастополь і Керч – на Чорному морі, Маріуполь і Бердянськ – на Азовському. В портах Феодосія, Севастополь і Керч, відповідно до Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» від 15.04.2014, фінансово-господарська діяльність тимчасово призупинена. Порти Одеса, Південний, Іллічівськ відіграють велику роль в транспортній системі України, у структурі транспортних міжнародних коридорів.

У басейні Чорного-Азовського моря природні укрите території (затоки, затоки, канали і лимани) служили портами вже до нашої ери. У XVIII–XVIII століттях під Російською імперією морських портів називали «морськими притулками». Будівництво комерційних гаваней на російському узбережжі Чорного моря почалося в XIX столітті, коли створення в 1857 році Російської парової навігаційно-торгової компанії дало величезний внесок в комерційне судноплавство в Чорному морі/

Порт - це морська зона з прилеглою акваторією, як правило, добре захищена від вітру і хвильової дії, а також територія, обладнана для анкерування суден, зберігання вантажів і вантажно-вивантажувальних операцій. У морських портів природний захист акваторії зазвичай завершується штучним. Під час будівництва причалів у морських портів берегова лінія проходить згладжування та спрощення. Порти забезпечені інфраструктурою для обслуговування та ремонту суден. Термінали для обробки контейнерних і пакувальних вантажів, колісного обладнання та інших спеціалізованих підрозділів для газо- , рідких і сипучих вантажів (включаючи токсичні речовини і вибухові речовини) також входять до складу зон морського порту. Порти класичного типу побудовані для того, щоб задовольнити принцип «приведення корабля поряд з причалом».

У морських портів берегові зони, захищені стінами гавані та оснащені вантажоперевезеннями, залізницями, складами тощо, називаються набережними.

Набережна - зовнішні поверхні яких захищають портові акваторії від жорсткості. Один кінець набережної з'єднаний з берегом. Причали досить часто розташовують на внутрішніх сторонах захисних набережних. Внутрішньо портові набережні зазвичай називають пірсами і оснащені причалом з двох-трьох сторін. Захист набережних, не з'єднаних з берегом,

називаються безводдями і не мають причалів. Вони використовуються для захисту акваторій, що мають велику ширину, як, наприклад, в Одеському та Бердянському морському порті.

Набережні будуються різними методами, використовуючи різні матеріали і будівельні блоки. Довгий час причали, набережні будувалися в основному з каменів і бетонних блоків вагою від пари тон до десятків і сотень тон. У гідробудівлі штучні бетонні блоки зі звичайною формою (кубики, паралелепіпеди і піраміди) називаються суцільними заливами. У деяких випадках бетонні блоки розміщуються в регулярних рядах (регулярне укладання). В інших випадках блоки скидаються або нерегулярно нагромаджуються. Для хвильового захисту зовнішніх поверхонь набережних монолітні бетонні стіни встановлюються в зонах, прилеглих до берега, таких як у випадку контейнерного терміналу в Одеському морському порті. Причали і набережні будуються з використанням металевих і бетонних стін і різних фундаментів з металу і бетону. Сучасні набережні є безперервними (гравітаційними) конструкціями. Для полегшення будівництва та економії сировини, там, де дозволяється наявність осадів, бетонні маси відливають у вигляді ящиків, транспортують плаваючою в зону монтажу і потопляють шляхом заповнення кар'єрним каменем або піском.

Там, де можливий або необхідний випадковий розподіл, використовуються бетонні тіла з масами 0,5–1,5 т. Тетраподи (чотирикутні) і два циліндри, з'єднані перехрестям, є найбільш відомими, але також використовуються шестикутні (хрестоподібні тверді речовини, що складаються з шести елементів) та інші. Захисні конструкції, побудовані шляхом регулярного нагромадження каменів і блоків або за допомогою морських бетонних стін і листових стін, зменшують енергію хвилі, що б'ється об зовнішні поверхні. У набережній, побудованій шляхом скидання, енергія хвилі скидається всередину конструкції шляхом повторного відображення по-різному спрямованих струменів води. Нерегулярно скинуті набережні створюють більш диверсифіковані умови життя споруд.

Замети накопичуються на зовнішній морській стороні набережних і в кишенях вздовж берега, в той час як ерозія відбувається вниз за течією порту. Це відбувається тому, що матеріал довгого морського потоку тимчасово утримується набережними. Періодичне або постійне днопоєднування погіршує ситуацію. Вниз за течією від портів, ерозія іноді вражає величезні берегові зони (кілометри, десятки кілометрів), як це сталося після будівництва набережних в Сочі і морських портів. У 1915–1917 роках була побудована

суцільна набережна, близько 150 м і майже перпендикулярно до берега. До 1923 року, як наслідок скупчення піску на західній стороні, берегова лінія змістилася до кінця набережної, а пляжна лінія шириною близько 6 м була змита понад 0,8 км на східній стороні.

У 1978 році в Євпаторійному порту було завершено будівництво глибоководного причалу довжиною 200 м. За пару років на одній стороні причалу утворився штучний піщаний берег, а з протилежного боку почалася пляжна ерозія. Регулярна активність в морському порті стала однією з причин ерозії пляжів.

Будівництво пристаней до Іллічівська і Морського порту Південного торкнулися довгих морських заметів течією, активізували процеси руйнування пляжів в одні берегові зони і накопичення піску в інших. Акваторії більшості морських портів, як правило, доступні через один або кілька каналів доступу (наприклад, три для одеського МП), що значно обмежує водообмін з прилеглими зонами і знижує швидкість течій у водяній колонії морських портів. Найвища гідродинамічна активність зазвичай зберігається до МП і прилеглих зон.

В українських морських портах, розташованих у затоках берегів, лиманів і каналах і «вмираючих» річок, вертикальне розшарування за щільністю досить часто можна було спостерігати з низкою негативних наслідків, особливо в водному шарі. За деякими даними, ефект Коріоліса більше відзначається у морських портів, ніж в акваторії з однорідними водними масами.

У акваторії морських портів, наявність захисних споруд, поділ акваторії на окремі гавані, штучне збільшення глибини та низка інших факторів створюють широкий спектр умов, відмінних від суміжних морських зон.

Екологічні особливості та екологічні ролі акваторій українських морських портів в основному визначаються їх положенням у системах «море-річки» та умовами солоності. Розчинена органічна речовина і біогенна речовина виробляються в акваторії морських портів, розташованих в гирлах річок, потрапляють в нижню течію річок і сприяють евтрофікації в екосистемах річкових і прибережних морських портів.

Залежно від їх розташування, деякі МП на північному узбережжі Чорного та Азовського морів належать до внутрішніх (річкових) портів, з опосередкованим впливом на екосистеми прибережних морських портів. Прикладами внутрішніх портів є МП Рені та Ізмаїл, а також портові станції Вилкове та Кілія, на Дунаї.

Херсонський МП, розташований на Дніпрі, Миколаївський МП, Ольвія, Дніпровсько-Бузький МП на Південному Бузі можуть бути класифіковані як вуста морських портів.

Прибережні МП розташовані в затоках і каналах на морському узбережжі (Одеська, Скадовська, Хорли, Євпаторія, Ялта, Феодосія, Аршинцево, Керч, Крим, Генічеський, Бердянський і Маріупольський МП) і на узбережжях великих лиманів (Білгород-Дністровський МП в Дністровському лимані, Очаків МП).

Ряд вузьких басейнів лиманового типу, утворених древніми або «вмираючими» річками, використовуються як акваторії МП: Сухий Лиман (Іллічівський МП, Рибальський порт), Григорівський Лиман (Південний МП, причали компанії «Трансінвестсервіс»), Узька затока (Чорноморський МП), Севастопольська затока (Севастопольський МП), Камишова затока (Рибальський порт), Балаклавська затока (балаклавська портова станція). МП, розташовані в басейнах естуарію, мають найкращий природний захист. У таких морських портів захисні набережні розташовані в гирлі лиману і складаються в дві набережні, що прилигають один до одного з обох берегів і з єдиним проходом між ними. Захисні пристані, що простягаються на певну відстань в море для ослаблення накопичення осаду в проході, будуються паралельно для доступу до каналів.

Українські МП в основному розташовані на плоских узбережжях з вільними осадами. Однак кримські МП Севастополя, рибальський порт в Камішовій затоці, Чорноморський МП, Балаклавський порт-вокзал, Ялтинський МП і Судакський порт-станція розташовані на скелястих берегах.

Усть-Дунайськ МП знаходиться в південній частині Жебрянської затоки (Чорне море). Він був побудований в кінці 1970-х років в основному для обробки більш легких кораблів на борту. Він має невелику акваторію. Порт-станція Вилкове, розташована в 20 км від моря, підпорядкована порту Усть-Дунайськ і має причал довжиною 117 м і глибиною 1,5–1,6 м глибини. Портова станція «Кілія» також підпорядкована МП «Усть– Дунайськ» і розташована в 47 км від Чорного моря на Кілійській руці Дунаю. У Кілії збудовано причал довжиною 150 м і глибиною 2,8–4,5 м. У місті розташований суднобудівно-судноремонтний двір з причалами довжиною 600 м і док-станція довжиною 99 м.

Місто Ізмаїл розташоване на Кілійській гілці річки Дунай на відстані 80 км від Чорного моря. Ізмаїльський МП має 26 причалів і може приймати кораблі з осадкою до 7,2 м. Тут також знаходиться Ізмаїльський

суднобудівний двір, довжиною 600 м і плавучими доки. Рені – найбільший український морський і річковий порт на річці Дунай. Має 37 вантажних причалів, загальною довжиною набережної 3927 м і поромним комплексом.

На західному березі відносно маловодний Дністровський Лиман, на відстані 18 км від Чорного моря, розташований місто Білгород-Дністровський. Порт Білгород-Дністровський став морським портом в 1971 році. Кораблі заходять в нього через канал протяжністю 2,6 км і через 17,1 км протяжністю Дністер–Лиманський канал. Порт має 9 причалів,. Загальна прибудова причалів становить 1159 м глибиною 3,5–5,2 м біля стін причалу. Один уривок веде в МП акваторії. Портовий вокзал Бугаз, розташований при вході в Дністровський Лиман, підпорядкований Білгород-Дністровському МП і його причал має прибудову в 127 м і глибиною до 5,0–5,5 м.

Будівництво Іллічівського МПа почалося в 1957 році на західному березі Сухого Лиману. У бухті Лиману викопали 1,5 км, щоб з'єднати цей порт з морем. Глибини біля причалів були збільшені до 10–14 м. Загальна кількість причалів становить 28, а їх кумулятивна довжина перевищує 6,0 км. Причали і плавучі доки Іллічівського судноремонтного двору також розташовані в Сухому Лимані. Загальна довжина причалів становить 2895 м, причали суднобудівної зони мають довжину 210 м. Причали поромної лінії та Іллічівський риболовний порт розташовані на східному березі Сухого Лиману. Серія невеликих причалів належить іншим підприємствам. Загальне розширення причалів та інших набережних в Сухому Лимані становить близько 10 км. Один доступ веде в порт і судноплавний канал з максимальною глибиною 13 м проходить по осі лиману.

Одеський МП розташований вздовж західного і південно-західного берегів Одеської затоки і належить МП, побудованим на відкритих морських берегах. Наразі в Одеському МП працює 38 причалів, що спеціалізуються на транс-відвантаженні різних вантажів. Особливе місце займають нафтова гавань і причали контейнерного терміналу. Причали Одеського МП розташовані вздовж берега і на набережних, що мають різне орієнтування по відношенню до берега. Набережні з пірсами ділять МП акваторію на 7 гаваней, кожна з яких пов'язана з водами Одеської затоки. Південно-західна частина МП захищена від вітрів, що дують з моря і з півночі. Три проходи ведуть в акваторію порту. Глибини різних гаваней варіюються від 3 до 18 м. У 2013 році основні причали і захисні конструкції одеського МП подовжилися більш ніж на 9 і 5 км відповідно. Судноремонтний двір "Україна", що прилягає до Одеського МП, має набережну глибиною до 7,1 м і оснащений трьома

плавучими доками. У зоні добудували нову контейнерну зону довжиною близько 850 м.

Серед основних українських чорноморських портів Південний МП є найбільш глибоководний, рідко покривається льодом, швидко розвивається. Побудований на березі і басейні Григор'ївського Лиману (Мали Аджалик), в 30 км на північний схід від Одеси. Як і у випадку з Сухим Лиманом, це природно захищена акваторія, пов'язана з морем через штучний канал. Вантажно-розвантажувальний регіон №1, на західному березі Григор'ївського Лиману, служить для обробки хімічних вантажів. Він складається з трьох спеціалізованих причалів (загальною довжиною 713 м), які в основному обслуговують Приватне акціонерне товариство «Одеський припортовий завод». Один причал для перевалки піску, термінал для обробки рідких масел і причал Зерновий (Зерновий) функціонують на одному березі.

Вантажно-розвантажувальна зона №2, на східному узбережжі Григор'ївського Лиману, включає два спеціалізованих термінали. Термінал для перевалки загальних і сипучих вантажів має прибудову 915 м. Термінал для транс-відвантаження хімічних добрив, довжиною 566 м, практично використовується не відповідно до свого первісного пункту призначення, а для передачі зернових та інших сипучих вантажів.

Набережна нафтового терміналу розташовані в нижній частині МП «Південний ». У верхній частині басейну компанія «Трансінвестсервіс» (ТІС) побудувала ряд причалів і один контейнерний термінал на східному березі. Глибини біля причалів і в проході до них збільшені до 15–17 м і планується подальше днопоглиблення до 18–20 м і більше. Близько 18–19 млн т різних вантажів щороку перевантажуються через причали «ТІС» і загальна кількість переданих вантажів в Южному МП перевищила 40 млн т у 2013 році.

У Южному, як і в Іллічівську МП, причали розташовані вздовж узбережжя і, наразі, їх загальна протяжність становить близько 7 км. Згідно з проектом комплексної розробки, у Григор'ївському Лимані має бути побудовано 47–48 причалів із загальною довжиною 12 км, а глибини – до 20–21 м.

Скадовський МП розташований на північному березі затоки Джарилгач. У порту представлений довгий басейн глибиною до 6 м. Порт обладнаний 6 причалами загальною довжиною 825 м.

Порт Хорли, підпорядкований скадовському МП, розташований на південній частині півострова Горький Кут і охороняється набережною із

заходу. Його три причали мають загальну довжину 305 м з глибинами біля них від 2,1 до 4,3 м.

Великі морські порти, такі як Миколаїв, Ольвія, Дніпро-Буг, Херсон і Очаків, розташовані в акваторії Дніпро-Бузького Лиману і в нижній течії річок, що в неї вливаються. Всі вони мають тривалий доступ до каналів.

Портова станція Очакова була заснована в 1934 році і отримала статут морського порту в 1999 році. Порт розташований біля входу в Дніпровський Лиман і на його північному березі. Очаківська гавань утворюється набережною, що захищає акваторію з півдня і проривом води. В порту Очакова є 5 причалів загальною довжиною 726 м і з глибинами біля них від 3,5 до 5,5 м.

Причал типу «bolverk» довжиною 50 м був побудований в 1999 році для обслуговування поромних суден. Порт Очаків знаходиться на реконструкції і передбачається його подальший розвиток. В ньому була побудована універсальна причіпна стіна довжиною 140 м і глибиною 7,35 м і передбачено поглиблення змінного струму і акваторії до 13,5 м.

Місто Миколаїв знаходиться в гирлі річки Інгул, де вона впадає в річку Південний Буг. Миколаївський МП має 14 причалів глибиною до 11 м, розташованих вздовж лівого берега Південного Бугу на 3,5 км від гирла річки. Загальна довжина становить 2362 м.

Крім МП, у Миколаєві також є річковий порт, розташований на річці Південний Буг з 900 м набережної та глибиною біля причалів 4,5–5,0 м.

Морський торговельний порт Ольвія розташований за 25 км вниз за течією від міста Миколаїв, на лівому березі Південного Бугу і коси. Цей спеціалізований порт був створений в 1965 році і складається з двох гаваней, розділених родимкою. Має 7 причалів загальною протяжністю 1,9 км і з глибинами біля причалів до 10 м.

Дніпровсько-Бузький морський торговельний порт був відкритий в 1978 році на лівому березі Бузького лиману як структурний бізнес-підрозділ Миколаївського алюмінієвого заводу і в першу чергу був призначений для обслуговування іноземних суден. Акваторій порту складається з однієї гавані з одним проходом. Він оповитий береговими спорудами на північ і південь. Спочатку в порту функціонували 6 причалів глибиною від 5,5 м до 11,5 м і загальною довжиною 810 м. Лінія причалу пізніше була збільшена до 1540 м, а порти акваторії поглибилися до 12 м.

Херсонський МП розташований на правому березі Дніпровського лиману, на 15 км вгору за течією свого гирла, на північний схід від річки

Кошевая. Десять причалів МП мають протяжність 1,6 км і в основному розташовані вздовж берега. На лівому березі Дніпра розташовано три доки, причали яких мають глибини між 5,5 і 7,25 м. Херсонський річковий порт має набережну близько 1 км.

Портові станції (з причалами), підпорядковані херсонському МП, розташовані в гирлі Дніпра і в акваторії Дніпро-Бузького Лиману. До них відносяться Гола Пристань (на Дніпровській рукаві Конка), Геройське поселення (на південному березі Дніпровського лиману, перед гирлом річки Південний Буг), а також населені пункти Станіслав, Рибальське і Стара Збур'ївка.

МП Євпаторії розташований на північному узбережжі затоки Каламіт в Євпаторії. Має 6 причалів загальною довжиною близько 790 м. Порт може приймати автомобільно-поромні судна з осадкою 5–7 м. Євпаторія МП підпорядковані портові станції Стерегуше, Міжводне, Миколаївка, а також порт Чорноморськ (або Чорноморське) і вантажна зона Донузлава, розташована на кримському узбережжі Затоки Каркініт. Портові станції «Стерегуше» та «Міжводне» розташовані у Байкальській затоці та затоці Ярилгач відповідно. Обидві портові станції доступні для суден з 5-6 м осадкою.

Чорноморський МП використовує Узьку затоку як акваторію. Набережна була побудована на західному узбережжі затоки, в 600 м від її західного в'їзного мису, і пірс проектів від південного узбережжя на відстань 100 м від набережної. Глибина біля входу в гавань становить 12 м, і цей порт може приймати кораблі з осадкою до 4,5 м. У 1961 році в бухті Донузлава було викопано канал для проходу кораблів, також побудовано причал і шляхопровід. Враховуючи наявність великих глибин (25 м), Донузлав вважається перспективним місцем будівництва МП з можливим річним вантажообігом до 50 млн т. Донузлав МП повинен бути орієнтований на схід і на його берегах повинна бути побудована лінія великих підприємств.

Севастопольський МП знаходиться в Севастопольській затоці і має напівзатислу акваторію лиманського типу подовженого зі сходу на захід. У 1976–1977 році Північна, що захищає акваторію від західних вітрів, і Південна набережні, були побудовані на вході в бухту, розташовану біля Костянтинівського мису. Як наслідок, прохід у затоку звузився приблизно з 1200 до 415 м і значно погіршився водообмін. У Севастопольській затоці загальні прибудови причалів і всіх основних набережних досягають 11 і 16 км відповідно. Затока має середню глибину 12 м і глибину 19–20 м біля її входу.

У другій половині XX століття в Камішовій затоці, недалеко від Севастопольської затоки, був побудований рибальський порт. Східні і західні набережні захищають вхід в гавань акваторії від штормів. Акваторія рибальського порту розділена на внутрішні та зовнішні гавані внутрішніми східними набережними. Причали інших компаній також розташовані в рибальському порту поряд з плавучими пірсами. Порт доступний для суден з осадкою до 8 м.

Портова станція Балаклава розташована у вузькій і подовженій бухті, за 7 км на схід від мису Фіолент. Його акваторія має природний захист. В даний час це переважно яхт-гавань з глибинами, що зменшуються з 34 м при вході в бухту до 2-4 м на її вершині.

Затока Ласпі, розташована між мисами Айя і Ласпі, вважається хорошим гаванню, особливо при східних вітрах. Глибини в його центральній частині до 9 м. Невелика набережна служить захисною конструкцією, а причал глибиною 1,7–2,2 м був побудований для невеликих суден на його східному березі.

У місті Ялта сучасний порт був побудований в Ялтинській затоці в кінці XIX ст. Порт утворюється гаванню з захисними набережними і має центральний басейн і один прохід з причалами. Це так званий старий порт із зоною пасажирських суден. Довжина причальна лінія - 955 м, максимальна глибина - 9,75 м. Вантажно-пасажирська Ялтинський порт-станція розташована на схід від пасажирської в зоні Масандри. Він захищений пахом і був введений в експлуатацію в 1986 році. Довжина причалів у вантажно-пасажирській зоні становить 850 м з глибиною близько причалу 8,2 м. Кілька портових станцій підпорядковані Ялтинському МПу: Форос, Кастрополь, Симеїз, Алушка, Місхор, Ластівчине гніздо, Золотий пляж, Лівадія, Нікітський ботанічний сад, Гурзуф, Фрунзенське, Робочий куток, Алушта, Малорепенське, Рибаче. У них є пірси для невеликих суден. У місті Алушка був побудований басейн з причалом глибиною 0,9–4,9 м. У західній частині затоки Судак є 4 пірси, призначені для малих пасажирських і риболовних суден глибиною 2,5–4,5 м.

Феодосія МР побудований в західній частині Феодосійської затоки, на південному узбережжі феодосійської затоки. Порт був побудований в 1892-1899 й реконструйований пізніше. Порт оповитий захисними і широкими набережними на схід і на північ відповідно. Між ними паралельно берегу тягнеться набережна. Порт має 15 причалів, але частина з них маловодна. Довжина основних вантажних причалів (№№ 1, 2, 3, 14, 15) складається з 765 м глибиною 5–8 м біля них. Також є плавучі пірси і нафто-пірси глибиною

близько 5 м. За межами порту для транс-відвантаження нафтопродуктів було побудовано два причали. Суднобудівне об'єднання «Мор'є» має власні причали та інші набережні в МП Феодосії. Портові станції «Планерское» (Коктебель), «Кримское Примор'я», «Бліжні Каміші» та «Дальні Каміші» підпорядковані порту «Феодосія». У них є власні пірси з глибинами від 1,5 до 3,4 м.

Керченський МП, розташований в однойменній бухті, придбав свою сучасну організацію в ХХ столітті. Він складається з трьох частин, розділених двома набережними: Широкий і Новий. Південна частина порту захищена від штормів набережною. У порту є 7 причалів, загальною довжиною 1224 м і глибиною біля них від 6,7 м до 9,75 м. У Керчі розташовані Рибальський порт, Керченський судноремонтний двір (з причіпними стінами довжиною 1800 м), суднобудівний завод «Залив» (поселення Аршинцево), морський завод «Фрегат» з його причалами та інші набережні. На кримському узбережжі Керченської протоки розташовані спеціалізовані порти Крим і Аршинцево (колишній Камиш-Бурун).

Порт Крим в основному управляє залізнично-поромним переходом між Порт-Кримом і Порт-Кавказом. Його акваторія охороняється південно-західними і північно-східними набережними, з проходом між ними. Довжина причалів 254 м, глибина 5,0 – 5,5 м. Аршинцевський порт був побудований між Камиш-Буруном і Змеїними мисами для обслуговування залізничного комбінату імені Войкова.

Українські МП Генічеська, Бердянська та Маріуполя розташовані на північному узбережжі Азовського моря. Генічеський МП підпорядкований Скадовському народному МПУ. Він розташований на західному березі Утлюкського Лиману, в Генічеській (або Тонкій) протоці, яка з'єднує Азовське море з сивашськими лагунами. Порт обладнаний двома сучасними причалами довжиною 164 і 200 м. Загальна довжина становить 400 м і кораблі з осадкою до 3 м можуть бути прийняті тут.

Місто Бердянськ та його МП розташовані в північно-східній частині Бердянської затоки (Азовське море). Порт складається зі східних і західних басейнів і має в цілому 9 причалів із загальним розширенням на 1,7 км. Східний басейн (причали №№ 1–6) захищений від хвильових дій хвиль хвилеломами і набережними як із заходу, так і з півночі. Порт може приймати судна з осадкою до 7,9 м. Спеціалізовані причали повинні бути побудовані в майбутньому для передачі рослинних олій і мінеральних добрив разом з контейнерними терміналами і шляхопроводами для передачі нафтопродуктів.

Місто Маріуполь побудоване на лимані річки Кальміус. Близько 1889 року в Маріуполі МП було побудовано три набережні і дві загальною протяжністю понад 3 км і набережною довжиною 850 м. Глибини в гавані були збільшені до 4,25 м. До складу сучасного МП входять: рибальський порт в гавані Шмідта (розташований в гирлі річки Кальміус), порт Металургійного заводу «Азовсталь» і порт Азовського судноремонтного двору з трьома плавучими док-станціями і причалами довжиною 760 м. Наразі Маріупольський МП є найбільшим і найбільш обладнаним портом Азовського моря. Має 18 причалів загальною протяжністю 3,9 км. Глибини поблизу них коливаються від 8,0 до 9,75 м. Внутрішня дорожня дорога обмежена східним пірсом на півночі, північними, південними і східними набережними на сході і західною набережною на півдні. Внутрішня дорожня садиба складається з зовнішніх портів, Вугільної та Хлібної гаваней та ремонтного басейну. Південна набережна не пов'язана з берегом. Два проходи ведуть в порт: перший знаходиться між Північною і Південною набережними, а другий розташований між південними кінцівками Південної і Західної набережних.

Понад 210 вантажних причалів із загальним продовженням, що перевищує 36 км, були побудовані в основних морських торговельних портах Північного узбережжя Чорного моря та Азовського моря (а також в окремих вантажних регіонах). Їх кількість постійно збільшується.

Змінний струм є результатом поглиблення морського дна при вході в порт, щоб дозволити доступ суден з великою осадкою. Канали перед МП Басейну Чорного-Азовського моря є як невід'ємною складовою транспортних вузлів морських портів, так і невід'ємною частиною екосистем їх акваторій. Через обміління українського шельфу найбільш розширені канали розташовані в північно-західній частині Чорного моря, з Дністром і Дніпро-Бузькими лиманами, Керченською протокою і Азовським морем.

Змінний струм створює глибини, які є аномально великими і незвичайними для прилеглих зон континентального схилу. Залежно від напрямків вітру, присутність змінного струму може призвести до нерегулярного розмноження хвиль над порожнистими каналами і над прилеглими мілководними зонами. При досягненні мілководдя розмноження хвиль стримується дном моря. В результаті хвилі стають крутішими, коротшими і асиметричними, а їх передній ухил ламається легше. В каналах рух хвилі залишається більш рідким. Згідно із законами гідродинаміки, хвилі швидше поширювалися в глибших водах і таким чином могли обганяти хвилі,

що рухаються за межі каналу. Хвильовий фронт може крутитися, його довжина збільшується і енергія на одиницю довжини спереду зменшується.

Бузько-Дніпровсько-Лиманський канал (БДЛК) простягається на 81,5 км і є найдовшим каналом в басейні Чорного-Азовського моря, хоча при розгляді інших південних морів колишнього СРСР він коротший за Волзько-Каспійський канал, довжина якого перевищує 100 км. Іншими найважливішими каналами в басейні Чорного-Азовського моря є Херсонський канал (39,5 км), канали Маріупольського порту (27,8 км), Керч-Енікальський канал (24,3 км), канал Бердянського порту (20,0 км) і Дністровсько-Лиманський канал разом з Дністровським морським каналом (19,7 км). Підходні канали до прибережних морських портів Одеси, Іллічівська та Південного мають протяжність до 2,5–3,0 км. Через швидке збільшення морської глибини Ялта, Севастопольський і Рибальський порт в Камишовій затоці не потребують доступу до каналів для сьогодення.

У Чорному та Азовському морях потреба в будівництві каналів терміново виникла у вісімнадцятому–XIX століттях, коли призов кораблів став рівним або вищим за глибини шляхів доступу до морських портів біля причалів. Поглиблення каналів супроводжується збільшенням їх довжини.

Морські судноплавні канали є вільно протікаючими, штучними водними шляхами, побудованими на материку і в нижніх осадах водних басейнів для безпечного і економічного використання суден і морських портів. Судноплавні канали можна розрізнати в з'єднання, поглиблення (на мілководді), прохідні і відрізані канали. Судноплавні канали представляють водні шляхи (шляхи судноплавства), безпечні для навігаційних проходів, позначених буями, навігаційними провідними позначками та іншими.

У середині 1950-х років будівництво канал до Іллічівського МП і масштабний видобуток піску з підводних ям у береговій зоні Сухого Лиману — сільського поселення Чорноморка на глибині 4–6 м призвело до скупчення піщаних заметів у зоні штучних дупла довжиною понад 15 км. Нижні біоценози були погіршені або знищені на площі близько 20 км². На континентальному схилі площа, вкрита піщаними заметами товщиною до 0,3–0,4 м, зменшилася у вісім разів. Зміни відбулися не тільки на дні моря, але і на березі. Частота зсувів збільшилася втричі, а швидкість стирання дна в два-три рази до глибини 6–7 м

У дельті Кубані будівництво кротів Глухого каналу і порту Темрюк призвело до утворення так званого мілководдя Чайки на їхньому вітряному боці. Тут на відстані 1 км від берега глибини скоротилися з 6,0 до 1,5 м і

берегова лінія почала рухатися вперед зі швидкістю 5–6-м рік. У 1970-х, в центральній частині Геленджик, в піску для міського пляжного живлення утворилася яма, в якій органічна речовина (ОМ) почала накопичуватися і з'явився сірководень.

Починаючи з 2004 року, в прилеглій зоні дельти Кілія, Україна побудувала і розробила Дунайсько-Чорноморський шлях судноплавства, як прохід для великих кораблів в Дунай, як альтернативу Суліні (Румунія). Морський канал має протоку 3,2 км, шириною 170 м внизу і глибиною 8,0 м. З північного боку канал захищений від заметів щебеневою кам'яною греблею, що простягається на 1,2 км від сучасного берега. Згідно з проектом, гребля з однаковими характеристиками повинна бути побудована на південній стороні каналу.

Канали до морських портів Чорноморсько-Азовського басейну в основному з'явилися в ХХ столітті і є відносно недавніми складовими екосистем акваторії морських портів. З огляду на загальне розширення більш ніж на 350 км для всіх каналів в басейні, близько 300 км належать українським МП. Канали до морських портів є штучними негативними формами нижньої конфігурації і тому постійно піддаються впливу різних природних факторів, спрямованих на зрівняння дна. З цієї причини проектування, будівництво та підтримання робочої глибини в змінного струму є складним інженерним завданням. Доступ до каналів, ставши новим елементом прибережних водних екосистем, здійснює різні впливи на екосистеми морських портів, а також на прилеглі акваторії і вимагає спеціальних досліджень.

Певною мірою всі канали підлягають накопиченню осаду. У найближчі десятиліття максимальні глибини, необхідні в каналах українським МП, очікуються близько 20–21 м. При проектуванні портів вкрай важливо передбачити положення входу в порт, тобто місце, де канал потрапляє в захищену МП акваторію. Накопичення осаду в каналах і акваторії МП є максимальним, якщо прохід розташований у напрямку до довгих морських заметів потоку. Днопоглиблення використовується для контрастного накопичення осаду в змінного струму і може бути реалізована за допомогою земснаряду або систем всмоктування. Обидва методи руйнують і частково виводять як субстрат, так і гідробіоти нижніх біоценозів.

Швидкість струмів також враховується при проектуванні каналів. Швидкість струмів оповита ерозійними і замуленими швидкостями, при цьому найінтенсивніше осадження відбувається при мінімальних швидкостях струму. Кожен канал являє собою штучний коридор, виритий всередині осаду,

так що його будівництво вимагає вилучення і видалення осаду з каналу. Роботи на мулистому, піщаному, глиняному і кам'янистому осаді проводяться різними методами і супроводжуються різними екологічними наслідками. Негативні впливи також можна спостерігати в зонах скидання осадів.

Основним методом захисту змінного струму від накопичення осаду є надріз траншей в нижній частині, тобто створення зазору глибин. Постійні структури, що захищають канали від заметів і жорсткості, також будуються у вигляді безперервних бар'єрів. Ці бар'єри можуть бути відносно короткими (прямі пристані, до пари сотень метрів завдовжки, такі як в Іллічівську та Южному морських портів) або більш розширені греблі (наприклад, гребля 1,2 км, що захищає судноплавний шлях Дунай – Чорне море).

На піщаних днищах, канавах, тобто кишнях, що мають напівтрапецієподібний перетин і призначені для пастки заметів, можуть бути розташовані біля виходу змінного струму з акваторії порту. По суті, це мілководні бічні частини змінного струму. У зонах з замуленим дном рекомендується розмістити такі траншеї на мінімальній відстані 100 м від основного каналу. Важливо відзначити, що будівництво траншей негативно впливає на існуючі біоценози.

Поперечний відрізок судноплавного каналу зазвичай має форму перевернутої трапеції. Схили каналів мають різний кут і різну ширину відповідно до типу осаду. Як правило, канали мають осад, тобто не кам'янистий і не облицьований. У каналах, побудованих в кам'яних і рідких глинах, кут схилів менше, ніж в каналах, викопаних в піщаних або мулях осадах.

У басейні Чорного-Азовського моря абсолютна більшість судноплавних каналів побудована на дні басейнів, і викопана в осаді.

При наявності змінного струму, рельєф дна проходить процес перебудови. Під час цього процесу краї схилів каналу, викопані в м'яких осадах, ковзають і канали поступово стають ширшими у своїй верхній частині, але дрібнішими. Недостатній розгляд втручання портів і будівництва змінного струму на динаміку природних комплексів може мати різні наслідки, включаючи руйнування берегів, надмірне накопичення осаду в каналах і акваторіях, змивання піщаних осадів в зонах, прилеглих до каналів.

Будучи штучними формами рельєфу дна, канали вимагають регулярного утримання їх робочих глибин і відіграють важливу роль у функціонуванні екосистем акваторій морських портів і прилеглих морських зон. Завдяки змінного струму відбувається постійне взаємозв'язок між екосистемами

морських портів та басейнами, на дні яких вони побудовані. Процеси, пов'язані з морськими вітровими явищами, також відбуваються через канали. Водні маси в каналі досить часто не беруть участі в процесі вітрового змішування поверхневого шару води. Завдяки вітровим явищам, компенсаційні течії утворюються в каналі, а горизонтальна передача води стає більш значною, ніж зазвичай знаходиться в поверхневому шарі.

Канали на всіх глибинах перетинаються дрейфом довготривалого піску. Було встановлено, що збільшення накопичення осаду відбувається тільки при переміщенні довгошорових заметів, що включає зону до глибини понад 20 м. Замети в основному рухаються в тонкому майже нижньому шарі.

Ініціювання навігації супроводжується активізацією відкладень в каналах. Спостерігається ерозія схилів і заглиблення берегів і схилів. Ці явища пояснюються сильними потоками, що впливають на дно і схили каналу після суднового руху. Щоб зменшити негативний вплив судноплавства на профіль каналу, швидкість кораблів в них обмежена, або їх пересування забезпечується неглибокими буксирами. З точки зору експлуатації, оптимальними каналами є ті, що не згинаються. Як уже згадувалося, змінний ступінь накопичення осаду характерний для всіх судноплавних каналів, так само, як і частина відкладень матерії на дні моря. Однак потік заметів відіграє головну роль у накопиченні осадів. Рух осаду відбувається, в першу чергу, під впливом хвиль і течій. Хвильова дія на осади відносно швидко заб'ється зі збільшенням глибини води. [1, 2, 29, 35]

РОЗДІЛ 2 НЕОБХІДНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Визначення гідрографічних досліджень

Для вивчення системи Землі та для кращого розуміння наслідків глобальних змін навколишнього середовища зростає значення великомасштабних гідрографічних наборів даних, що служать передумовою для різноманітних аналізів та застосувань, починаючи від регіональних збереження водозбору та прісних вод планування до глобальних гідрологічних, кліматичних, біогеохімічних та моделювання поверхні суші. Проте поки незліченна кількість гідрографічних карт існують для відомих річкових басейнів та окремих держав, бракує безшовних високоякісних даних у великих масштабах, такі як континентах або по всій земній кулі. Дані багатьох великих міжнародних басейнів невірні, а віддалені райони часто погано картографуються.

Найбільш рання техніка вимірювання глибини океану передбачала опускання зваженого кабелю, поки він не вступив у контакт з морським дном. Однак це вимагає багато часу, крім того, що є неточним. Таким чином, сучасна техніка полягає у використанні глибокого зондування, яке використовує звукові хвилі. Батиметричні карти створюються шляхом аналізу даних ехолотів, розташованих на дослідницьких суднах. Промінь звуку підводиться до морського дна через перетворювач, тоді як приймач використовується для аналізу відбитого променя. Вимірюючи час, необхідний для відскоку, та враховуючи відповідні виправлення, можна виміряти глибину шару в цій конкретній точці. Сучасні ехолоти використовують кілька променів, щільно упакованих під кутом від 90° до 170° . Це призводить до створення діаграм з високою роздільною здатністю, а також зменшує час, необхідний для картографування певної області.

Супутники також можуть бути використані для генерації батиметричних графіків, хоча це складний процес. Метод включає аналіз коливань рівня моря, спричинених підводними рельєфами, такими як гори та хребти. Рівень моря вищий за зміни місцевості, такі як гори та хребти, порівняно з траншеями та рівнинами.

Існує п'ять основних типів гідрографічних зйомок, хоча також використовуються інші підгрупи цих зйомок.

Загальні гідрографічні дослідження стосуються вивчення глибини води, середнього рівня моря, визначення берегових ліній та батиметричних ділянок. Вони є найпоширенішим видом опитування. Ці дослідження мають застосування в науці та геологічних дослідженнях.

Здійснюються обстеження портів, щоб визначити ідеальні місця для будівництва цих споруд. Проведені національними урядами вони аналізують найкращі місця, в яких немає обмежень щодо проекту суден. Наприклад, деякі лагуни можуть бути оточені коралами, які заважають кораблям наближатися до материка. Ці фактори слід подбати перед тим, як будувати порт. Крім того, підводні опори, на яких плаває причал, також повинні бути надійно підкріплені. Сипуча грязь або мул з часом можуть розхитувати цей фундамент, і може знадобитися днопоглиблення.

Огляди проходів використовуються для визначення стану внутрішніх водних шляхів з метою перетворення їх на проходи для проходження суден. Проведене для збільшення продуктивності та торгівлі, це опитування аналізує середню осадку, ширину проходу та обмеження, які повинні бути накладені на розмір суден. Крім того, прохідні опитування вивчають доцільність створення проток, подібних Панамському або Суецькому каналам.

Прибережні обстеження проводяться для вивчення берегової лінії країни та документування флори і фауни, що мешкає поблизу неї. Це дослідження зазвичай проводиться в морських межах країни, що простягаються до 200 морських миль за узбережжям. Вони також допомагають у вивченні можливого проекту меліорації земель.

Обстеження обломків проводиться з метою вивчення стану уламків. Це може бути проведено в рамках розслідування для встановлення ймовірної причини занурення судна, або, можливо, частини процесу порятунку. Судна тонуть через затоплення, яке відбувається через корпус. Досвідчені гідрографи можуть аналізувати місце уламків. Вони можуть надати розуміння структурних пошкоджень та можливих причин затоплення. Під час рятувальних операцій важливо переконатись, щоб не сталося пошкодження як судна, так і прилеглих територій. Таким чином, шляхом проведення випробувань на регіонах, на яких розташована аварія, можна вибрати життєздатний метод порятунку.

Гідрографічні дослідження можна проводити, використовуючи численні методи, залежно від типу отриманих даних. Ми розглянемо три методи проведення підводних зйомок - зйомка ліній і полюсів, зйомка дротяних волоків та сучасна зйомка. Перед проведенням будь-якого обстеження

необхідна елементарна розвідка навколишнього регіону. Роблячи це, геодезисти знають, який тип місцевості слід очікувати, і можуть калібрувати обладнання відповідно.

Лінійно-стовпна зйомка була однією з найдавніших систем гідрографії, що застосовувались. Цей метод передбачав занурення у воду градуйованої свинцевої лінії або зондуючого стовпа. Виходячи з глибини, на якій лінія або полюс стикалися з дном, показання були позначені.

Подорожуючи паралельними шляхами та знімаючи постійні показники, можна отримати приблизну оцінку підводної топографії. Оскільки це був трудомісткий і трудомісткий процес, він застарів із розвитком ехо-звучання.

Ехолоти стали популярними в 1930-х роках і дозволили одній людині швидко реєструвати глибину. Основна проблема цього методу полягала в тому, що для регіону було зроблено наближення між паралельними маршрутами, які проходило зондувальне судно. Ця проблема була вирішена за допомогою багатопромених звукових сигналів, які за один прохід захопили великі ділянки поверхні.

Сьогодні більшість гідрографічних звуків здійснюється за допомогою акустичних методів. Ці методи датуються 1822 р., коли Даніель Колладон вперше виміряв швидкість звуку під водою в Женевському озері, Швейцарія. Як показує ця схема, його техніка полягає в тому, щоб подзвонити в дзвінок під водою і запалити каструлю з порохом одночасно. На приймальному кінці час спалаху пороху і час, коли звук прибув, були виміряні, забезпечуючи час у дорозі на відому відстань. Результат був надзвичайно точним.

Ще одним старим методом гідрографічного картографування є зйомка дровових волокон. Розроблений Ніколасом Геком між 1906 і 1916 роками, цей метод спирається на систему човнів та проводів. У цьому методі між кормами двох човнів кріпився дріт.

Крім того, горизонтальний провід мав вертикально зважені дроти, які тримали під водою. Як тільки буде визначена територія, яку слід обстежити, буї будуть позначати сліди для кожного човна, яким слід. Коли вони рухались по своїх маршрутах, дроти затягувались.

Якщо будь-яка скеляста перешкода підніметься з морського дна, дріт у цій точці заплутається. Коли човни віддаляються, ця точка стає очевидною, відзначаючи різку зміну напрямку дроту. Після аналізу місцезнаходження може бути позначене на спеціальних діаграмах. З появою пристроїв бічного сканування та багатопромених звукових сигналів зйомка дровового опору поступово стає зайвою до 1990-х років.

Сучасні дослідження використовують передові технології. Часто використовується обладнання, що включає пристрої бічного сканування, однопроменеві та багатопроменеві звукові сигнали.

Іноді для забезпечення точності зібраних даних використовують декілька пристроїв. У разі будь-яких розбіжностей між кількома показаннями, ця конкретна область може бути повторно відображена. Після завершення зондування дані, зібрані з різного обладнання, повинні бути оброблені.

Оскільки для однієї області можна використовувати декілька машин, для гідрографічного зйомки потрібно співвідносити точки даних. Ці дані представлені у вигляді навігаційних карт, цифрових моделей місцевості (DTM), об'ємних діаграм та ізобатних графіків. Помилки, що стосуються качки, також повинні бути виправлені за допомогою відповідних методів. Дані, як правило, побудовані в програмі автоматизованого проектування (САПР), яка може виводити 3D-моделі.

Гідрографічні дослідження включають звукові дані (глибину, положення, час і характеристики морської води) при достатній щільності, щоб точно зобразити повну деталь морського узбережжя. Першочерговим значенням є розташування та опис штучних і природних особливостей, таких як косяки, затонулі кораблі, скелі або коралові рифи, які можуть вплинути на навігацію поверхнею.

Батиметричні обстеження відрізняються від гідрографічних обстежень тим, що вони, як правило, більш загальні і менш точні і часто виконуються в глибокій воді. Зібрані дані по суті такі ж, як і у гідрографічного обстеження, але акцент робиться на формі морського узбережжя. Це зображення показує приклад результатів батиметричного обстеження.

Результати гідрографічного обстеження, як правило, накреслюються для створення батиметричної карти, яка є планом глибини морського дна, розташованого таким чином, щоб показати лінії однакової глибини від берегової лінії. При гідрографічному огляді фактичне вимірювання глибини води є легкою частиною. Основна проблема полягає в тому, коли зафіксована глибина не знаючи, наскільки далеко оглядовий човен знаходиться від берегової лінії.

Для систематичного розміщення різних вимог точності для обстежень ділянок визначено чотири порядки обстеження.

Спеціальне порядок.

Спеціальний порядок гідрографічних обстежень наближається до інженерних стандартів, і їх використання призначене для обмеження

конкретних критичних областей з мінімальним кліренсом підсилення і де нижні характеристики потенційно небезпечні для суден. Ці області повинні бути чітко визначені агентством, відповідальним за якість обстеження. Прикладами є гавані, причали та пов'язані з ними критичні канали. Усі джерела помилок потрібно звести до мінімуму. Спеціальний порядок вимагає використання тісно рознесених ліній в поєднанні з бічним скануванням сонара, багатопровідникових масивів або багатопровідних відлуння з високою роздільною здатністю для отримання 100% нижнього пошуку. Необхідно переконатися, що предмети, більші за 1 м, можуть бути розрізняні звуковим обладнанням. Використання бічного сканування сонара в поєднанні з багатопроменевим відлунням може знадобитися в місцях, де можуть виникнути тонкі і небезпечні перешкоди.

Порядок 1.

Порядок 1 гідрографічних обстежень призначені для гаваней, каналів підходу гавані, рекомендованих доріжок, каналів навігації на території та прибережних районів високої щільності комерційного руху, де кліренс підсилюють менш критичні, а геофізичні властивості морського дна менш небезпечні для суден (наприклад, м'який мул або піщане дно). Порядок 1 обстеження повинен бути обмежений ділянками глибиною води менше 100 м. Хоча вимога для пошуку морського дна менш жорстка, ніж для спеціального порядок, повний пошук дна необхідний у вибраних районах, де нижні характеристики і ризик перешкод потенційно небезпечні для суден. Для цих областей, які обстежуються, необхідно переконатися, що особливості глибиною до 2 м до 40 м або більше 10% глибини в районах, глибших за 40 м, можуть бути розрізні звуковим обладнанням.

Порядок 2.

Порядок 2 гідрографічних обстежень призначений для ділянок глибиною менше 200 м, не охоплених спеціальним порядком і порядком 1 і де загальний опис батиметрії достатній для забезпечення відсутності перешкод на морському полотні, що загрожуватиме типу судна, яке очікується для транзиту або роботи місцевості. Це критерії різних морських застосувань, для яких гідрографічні дослідження вищого порядку не можуть бути виправдані. Повний пошук знизу може знадобитися в деяких областях, де нижні характеристики і ризик перешкод можуть бути потенційно небезпечними для судин.

Порядок 3.

Порядок 3 гідрографічних обстежень призначений для всіх ділянок, не охоплених спеціальним порядком, а накази 1 і 2 в глибинах води понад 200 м.

Нотатки:

- Для спеціального порядку та 1 обстеження агентство, відповідальне за якість обстеження, може визначити межу глибини, за якою детальне дослідження морського узбережжя не потрібне для безпеки навігаційних цілей.

- Ехолот бічного сканування не повинен використовуватися для визначення глибини, а для визначення областей, що вимагають більш детального і точного дослідження.

Для того, щоб провести гідрографічне обстеження, необхідно знати положення вимірювання. Це вимагає визначення широти і довготи по відношенню до бажаного горизонтального базиса плюс коригування для отримання положення на морському полотні. Крім того, точність позиції повинна відповідати стандартам ІНО, що застосовуються до опитування.

Вже понад дві тисячі років навігатори знають, як визначити свою широту, спочатку використовуючи струни з вузлами для вимірювання висоти Поляріса, Північної Зірки. Протягом багатьох років були розроблені більш складні інструменти (астролябія, квадрант і крос-персонал), які могли визначити широту від сонця або зірок. Визначення довготи було набагато складніше і залежало від розробки точних переносних годинників, які могли б працювати на борту кораблів. Це сталося в 1770-х незабаром після виробництва першого секстана в 1759 році. У 1771 році було запропоновано використовувати секстанти для вимірювання горизонтальних кутів між трьома або більше відомими точками на березі, щоб визначити своє положення на морі. Цей принцип був добре відомий землевізорувцям, але потребував точного приладу для вимірювання кута, такого як секстантант, який буде використовуватися на морі. Гідрографічні дослідження каналів біля кентських берегів Англії в 1774 році першими використовують горизонтальні секстантантні кути для позиціонування. Це був один з найбільш точних методів позиціонування до кінця 1970-х років, коли він поступово змінюється високочастотними системами електронного позиціонування.

Електронне позиціонування для гідрографічних обстежень може простежити його початок радіо-акустично-рангу (RAR), вперше використаного в 1924 році, який був першою точною системою позиціонування в історії людства, яка була незалежною від візуального спостереження. Однією з найбільш ранніх електронних систем, що

використовувалися для навігації (1940-ті роки), була LORAN (LOng RAnge Navigation), але її використання для гідрографії, особливо поблизу, було обмежено відносною неточністю. Численні інші електронні системи були розроблені протягом наступних двох десятиліть, як правило, з дедалі більшою точністю. Системи позиціонування середньої дальності, що працюють в діапазоні частот 2-4 МГц, використовували розповсюдження наземних хвиль, і могли досягати діапазонів від 100 до 200 морських миль з точністю 20 метрів. Більш високі частотні системи (3000 – 9599 МГц) були високоточними (менше 5 метрів), але обмежені лінією зору (зазвичай менше 20 морських миль). Практично всі вищезазначені електронні системи позиціонування для гідрографії були замінені Глобальною системою позиціонування.

Точність позиції - це точність у положенні функції (наприклад, звук), яка буде розташована в геодезичній еталонній рамці; але якщо на точність позиції впливають різні параметри, слід враховувати внески всіх параметрів до помилки загальної позиції. Необхідно прийняти статистичний метод, що поєднує різні джерела помилок, для визначення точності позиціонування. Похибка позиції на рівні довіри 95% повинна бути зафіксована разом з даними обстеження. Позиції слід посилатися на геоцентричну довідкову систему, рекомендовану як Всесвітня геодезична система 84 (WGS 84). Якщо, виключно, позиції посилаються на місцеву горизонтальну характеристику, ця локальна характеристика повинна бути прив'язана до геоцентричної довідкової системи, рекомендованої як Всесвітня геодезична система 84 (WGS 84). Настійно рекомендується, щоб кожного разу, коли позиції визначаються наземними системами, слід дотримуватися надлишкових ліній положення. Стандартні методи калібрування повинні бути завершені до і після збору даних. Супутникові системи повинні бути здатні відстежувати не менше п'яти супутників одночасно; рекомендується проводити моніторинг доброчесності для обстеження спеціального порядку та порядку 1.

Контрольні пункти контролю первинного берега повинні бути розташовані методами наземного обстеження до відносної точності 1 частини в 100 000. При використанні геодезичних супутникових методів позиціонування для встановлення таких точок похибка не повинна перевищувати 10 см при рівні довіри 95%. Вторинні станції для локального позиціонування, які не будуть використовуватися для розширення контролю, повинні розташовуватися таким чином, щоб похибка не перевищувала 1 частину в 10 000 для техніки наземного обстеження або 50 см за допомогою геодезичного супутникового позиціонування.

Положення звуків, небезпек та всіх інших значних занурених функцій слід визначати таким чином, щоб горизонтальна точність була. Точність положення звуку - це точність в положенні звуку на дні, розташованому в геодезичній еталонну рамку. Виняток становлять обстеження порядку 1 та порядку 2 з використанням однопроменевих ехолотів, де точність положення датчика звукової системи. У таких випадках агентство, відповідальне за якість обстеження, має визначати точність позицій звуків на морському полотні.

Важливі особливості Горизонтальні положення навігаційних апаратів та інші важливі функції повинні бути визначені до точності на рівні довіри 95%.

Глибини.

Навігація комерційних суден вимагає все більш точних і достовірних знань про глибину води для того, щоб безпечно використовувати максимальні вантажні можливості. Необхідно, щоб стандарти точності глибини в критичних областях, особливо в районах граничного кліренсу і там, де існує можливість перешкод, були більш жорсткими, ніж ті, що були встановлені в минулому, і що питання адекватного пошуку знизу будуть вирішені.

Точність глибини повинна розумітися як точність зменшених глибин. При визначенні точності глибини необхідно кількісно оцінити джерела окремих помилок. Усі джерела помилок слід об'єднати, щоб отримати загальну помилку розповсюдження (ТРЕ). ТРЕ є результатами поєднання всіх помилок, що сприяють, які включають, серед іншого:

- системи вимірювання та помилки швидкості звуку;
- помилки приливного вимірювання та моделювання, а також помилки обробки даних.

Статистичний метод визначення точності глибини шляхом об'єднання всіх відомих помилок повинен бути прийнятий і перевірений. ТРЕ, визначений статистично на рівні довіри 95%, є значенням, що використовується для опису точності глибини. ТРЕ має бути записано разом зі значенням звуку. Визнаючи, що існують як постійні, так і глибинні помилки, які впливають на точність глибини.

Визначення загальної топографії морського дна, зменшення приливів, виявлення, класифікація та вимірювання небезпеки морського дна є фундаментальними гідрографічними завданнями обстеження. Глибини вище небезпеки повинні бути визначені. Для затонулих кораблів і перешкод, які можуть мати над ними менше 40 м і можуть бути небезпечними для нормальної навігації поверхнею, найменша глибина над ними повинна визначатися або шляхом огляду обладнанням високої чіткості, або фізичним

обстеження (дайвінг). Механічне визначення може бути використане при гарантії мінімальної глибини безпечного зазору. Всі аномальні особливості, раніше повідомлялося в області обстеження, і ті, які були виявлені під час обстеження, повинні бути більш детально вивчені і, якщо це підтвердиться, їх найменша глибина буде визначена. Агентство, відповідальне за якість обстеження, може визначити межу глибини, за якою детальне дослідження морського узбережжя, і, таким чином, експертиза аномальних особливостей, не є обов'язковим. Виміряні глибини слід зводити до графіка або обстеження характеристику, за допомогою застосування висоти приливу або рівня води. Приливні зменшення не слід наносити на глибини більше 200 м, за винятком випадків, коли припливи значно сприяють ТРЕ.

Одна хибна думка про відлуння одного променя полягає в тому, що вони так чи інакше фіксують середню глибину в межах площі конусів на морському полотні. Насправді, перша звукова віддача для кожного "пінг" використовується як глибина. Тому записується найдимніша глибина всередині конусів. У районах з грубим морським дном та/або великим рельєфом це означає, що записується «найменша глибина» в межах конусів переданого звуку, а не середня глибина.

Відлуння одного променя ідеально підходить для мілководдя, оскільки вони набагато менш дорогі і менш складні, ніж багатопроменеві сонаРНі системи. Тим не менш, вони мають головний недолік потенційно відсутніх функцій на морському полотні, які знаходяться між лініями, що працюють.

Необроблені дані, записані для вимірювання відлуння одного променя, складаються з часу, потрібного для звукового імпульсу для подорожі до морського узбережжя та повернення (2-х дорог). Припускаючи фіксовану швидкість, при якій звук подорожує по морській воді, на цей раз можна використовувати для обчислення «Спостережуваної глибини». Насправді, якщо моря не є надзвичайно спокійними, судна рухаються вгору і вниз по хвилях (так званий heave), і цей рух потрібно видалити, щоб отримати точну "Спостережувану глибину". Крок (лук рухається вгору і вниз) і рулон виглядають як п'явка на одному записі променя.

Оскільки швидкість звуку не є постійною по всьому водяному стовпу, корекція повинна бути визначена і застосована до кожної "Спостережуваної глибини". "Профіль швидкості звуку", як правило, вимірюється за допомогою звукового швидкісного метра, який опускається через водяний стовпець або розраховується з профілю температури / солоності.

Позиціонування також має виправлення. Існує горизонтальний зсув між GPS приймачем і передавачем/приймачем sonar, який потрібно застосувати. Існує затримка часу між надходженням сигналу GPS і записом положення, як правило, частки секунди. Оскільки судно рухається, записане положення потрібно виправити для затримки часу.

При плануванні щільності звуків, як характер морського дна в цьому районі, так і вимоги користувачів повинні бути враховані для забезпечення адекватного пошуку дна. Слід зазначити, що жоден метод, навіть 100% пошук, який бажано, не гарантує сам по собі надійність обстеження. Крім того, вони не можуть спростувати існування небезпеки для судноплавства з упевненістю; зокрема, існування чи ні ізольованих природних небезпек зробили такі об'єкти, як затонулі кораблі, між лініями обстеження.

Результати обстеження повинні бути оцінені за допомогою процедур, розроблених агентством, відповідальним за якість обстеження. Виходячи з цих процедур, слід вирішити, чи є ступінь пошуку в нижній частині і чи слід зменшувати або між рядками. Ці процедури можуть включати відповідний статистичний аналіз помилок, який повинен враховувати помилки інтерполяції, а також помилки глибини і позиціонування вимірюваних глибин.

Вимірювання (обстеження).

Характер морського дна повинен визначатися шляхом відбору проб або бути віднесеним до інших датчиків (наприклад, звуки відлуння одного променя, бічний сонар сканування, відео тощо) до глибини, необхідної місцевими умовами закріплення; при нормальних умовах відбір проб не потрібно на глибинах більше 200 м. Зразки повинні бути відповідно до геології морського дна. Інтервали зразків зазвичай мають бути в 10 разів більше, ніж у вибраному міжряддям. У місцях, призначених для анкерів, щільність відбору проб повинна бути збільшена. Будь-яка техніка висновку повинна бути обґрунтованою шляхом фізичного відбору проб.

Спостереження за висотою приливу повинні бути зроблені протягом усього періоду обстеження з метою:

- надання приливних скорочень для звуків;
- надання даних для приливного аналізу і подальшого прогнозування, для яких спостереження повинні продовжитися протягом найдовшого можливого періоду і не менше 29 днів.

Слід дотримуватися приливних висот, щоб загальна похибка вимірювання на датчику припливу, включаючи похибку часу, не перевищувала +/- 5 см при 95% для обстежень спеціального порядку. Для

інших обстежень не повинно бути перевищено ± 10 см. Для того, щоб батиметричні дані були повністю використані в майбутньому з використанням передових методів супутникового спостереження, приливні спостереження повинні бути пов'язані як з низькою водою, так і з геоцентричною референс-системою, бажано Всесвітньою геодезичною системою 84 (WGS 84) еліпсоїд.

Приливне явище, породжує приливні потоки – періодичні горизонтальні рухи води. У відкритому океані цей горизонтальний рух або не існує, або незначний, але в морських і прибережних водах, де є будь-який помітний вертикальний рух, також можна очікувати горизонтального руху. Причиною приливних потоків є насамперед зміна рівнів води. Середня швидкість припливних потоків залежить від середньої висоти наступаючої припливної хвилі: в глибокому океані, де ця висота невелика швидкість потоку або дуже слабка, або незначна; де висота велика швидкість буде відповідно великий. Оскільки приливний потік стикається з будь-якою перешкодою для його руху його напрямок і швидкість страждають.

Таким чином, коли приливний потік зустрічається з головою, він відхиляється навколо нього, і, як правило, відразу з нагір'я його швидкість локально збільшується.

При відсутності припливів під час сильних морських штормів можуть виникнути слабкі морські течії. Ці течії, хоча і не дуже великі в порівнянні з приливними потоками, слід уважно спостерігати, тому що вони зазвичай несуть бур'яні. Течії в цілому роблять навігацію складнішою, але не неможливою. Плаваюче сміття, також може виявитися клопітким, якщо він нагромаджує всередині гавані переважаючим приливним потоком або морською течією.

При вимірюванні течій на морі слід дотримуватися наступних точок:

- загальний напрямок і тривалість шторму або вхідних хвиль, якщо течії породжуються штормом;
- якщо з'являється водорості, то через скільки годин шторму він робить свій перший вигляд;
- якщо з'являється їх обвал, в багатьох випадках одне конкретне місце або затока може накопичувати більше сміття, ніж прилеглі, в цьому випадку він повинен бути відкинутий як потенційний майданчик гавані.

Швидкість і напрямок припливних потоків, які можуть перевищувати 0,5 вузлів, повинні спостерігатися на входах в гавані і канали, при будь-якій зміні напрямку каналу, в анкерах і прилеглих до пристані районах. Також бажано виміряти прибережні і морські течії, коли вони мають достатню міцність, щоб

вплинути на надводне судноплавство. Приливний потік в кожному положенні слід вимірювати на глибинах від 3 до 10 м нижче поверхні. Необхідно проведення одночасних спостережень за висотою приливу та метеорологічними умовами. Спостереження за приливним потоком слід робити за допомогою записуючого пристрою. Період спостереження не повинен бути менше 15 днів, з інтервалом не більше 1 години. Коли це можливо, термін обсервації повинен бути продовжений до 29 днів і більше. Крім того, аналіз може бути зроблений протягом періоду максимального і мінімального потоку води. Швидкість і напрямок приливного потоку слід вимірювати до 0,1 вузла і найближчих 10° відповідно, на рівні довіри 95%. Там, де є підстави вважати, що сезонний скид річці впливає на приливні потоки, слід зробити вимірювання, щоб охопити весь період мінливості.

Для того, щоб комплексна оцінка якості даних обстеження була необхідна для запису або документування певної інформації разом з даними обстеження. Така інформація важлива для того, щоб дозволити використання даних обстеження різними користувачами з різними вимогами, особливо якщо під час збору даних обстеження не відомо про вимоги. Процес документування якості даних називається атрибуцією даних; інформація про якість даних називається метаданими.

Метадані повинні складатися принаймні з інформації про:

- обстеження в цілому, наприклад, дату, площу, обладнання, що використовується, назву оглядової платформи;
- геодезичну довідкову систему, що використовується, тобто горизонтальну і вертикальну характеристику, включаючи зв'язки з WGS 84, якщо використовується місцевий характеристику;
- процедури калібрування і результати;
- швидкість звуку;
- досягнуті точності і відповідні рівні довіри.

Метадані бажано повинні бути в цифровій формі і невід'ємною частиною запису обстеження. Якщо це не можливо, аналогічна інформація повинна бути включена в документацію обстеження. Рекомендується, щоб агентства, відповідальні за якість обстеження, систематично розробляли та документували перелік метаданих, які використовуються для даних обстеження.

Всі звуки слід віднести до статистичної оцінки похибки 95% як для позиції, так і для глибини. Хоча це бажано робити для кожного окремого звучання, оцінка помилки також може бути отримана для ряду звуків або

навіть для області, за умови, що відмінності між оцінками помилок можна безпечно очікувати незначними. У випадку позицій вони повинні бути кваліфіковані шляхом аналізу надлишкових ліній положення (наземних систем) або моніторингу цілісності (супутникових систем); у разі глибинних спостережень, їх можна було б кваліфікувати, проаналізувавши надлишкові глибини, що спостерігаються, наприклад, на контрольних переходах. Зрозуміло, що кожен датчик (тобто позиціонування, глибина, крок, датчики характеристик морського дна, датчики параметрів водяного стовпа, датчик зменшення приливів, моделі зменшення даних тощо) володіє унікальними характеристиками помилок. Кожна система обстеження повинна бути унікально проаналізована, щоб визначити відповідні процедури для отримання необхідної простору статистики. Ці процедури аналізу повинні бути задокументовані або посилання в записі обстеження.

Для підвищення безпеки навігації бажано усунути сумнівні дані, тобто дані, які зазвичай позначаються на графіках: (Позиція Приблизна), (Позиція сумнівна), (Існування сумнівне), (Звучить сумнівно) або як "повідомили про небезпеку". Для підтвердження або спростування наявності таких даних необхідно ретельно визначити область, яку необхідно шукати, і згодом проаналізувати цю область відповідно до стандартів.

Жодна емпірична формула визначення області пошуку не може відповідати всім ситуаціям. З цієї причини радіус пошуку повинен бути в 3 рази вище розрахункової похибки положення повідомленої небезпеки на рівні довіри 95%, що визначається ретельним розслідуванням звіту про сумнівні дані кваліфікованим гідрографічним геодезистом. Якщо такий звіт неповний або взагалі не існує, похибка позиції повинна бути оцінена іншими засобами як, наприклад, більш загальна оцінка позиціонування і помилок вимірювання глибини в часі, коли були зібрані дані, про які йде мова.

Методологія проведення пошуку повинна базуватися на області, в якій повідомляються сумнівні дані, і оціночної небезпеки для судноплавства. Після того, як це буде встановлено, процедура пошуку повинне бути проведене гідрографічне обстеження.

Сумнівні дані повинні бути замінені фактичними даними, зібраними під час пошуку, незалежно від того, чи була виявлена небезпека. Якщо не виявлено, агентство, відповідальне за якість обстеження, вирішить, чи зберігати небезпеку, як це було накреслено, чи убрати її.

Для того, щоб були досягнуті необхідні точності необхідно перевіряти і стежити за продуктивністю. Встановлення процедур контролю якості має бути пріоритетним для гідрографічних органів.

Контроль якості позиціонування в ідеалі передбачає дотримання надлишкових ліній положення та / або моніторингових станцій, які потім повинні бути проаналізовані, щоб отримати оцінку помилки позиції. Якщо система позиціонування не пропонує резервування або інших засобів моніторингу продуктивності системи, суворе і часте калібрування є єдиним засобом забезпечення якості

Стандартною процедурою контролю якості повинна бути перевірка дійсності звуків шляхом проведення додаткових вимірювань глибини. Відмінності повинні бути статистично перевірені, щоб забезпечити відповідність обстеження стандартам. Аномальні відмінності слід додатково вивчити за допомогою систематичного аналізу джерел помилок. Всі розбіжності повинні бути вирішені шляхом аналізу або повторного обстеження під час виконання завдання обстеження. Контрольні лінії, що перетинають основні звукові лінії, завжди повинні бути запуснені для підтвердження точності позиціонування, звуку та зменшення приливу. Контрольні лінії повинні бути виділені таким способом, щоб можна було ефективно і всебічно контролювати основні звукові лінії. Можна припустити, що інтервал між контрольними лініями, як правило, не більше 15 разів, ніж у вибраних звукових ліній.

Однопроменевий ехолот. Залежно від характеристик морського узбережжя між лінійний інтервал, можливо, доведеться зменшити або, якщо дозволяють обставини, розширити. Контрольні лінії слід запускати з дискретних інтервалів.

Бічне сканування. Відстань між лініями може бути збільшена, забезпечуючи адекватне покриття області безпосередньо під буксиром.

Багатопроменеві системи мають великий потенціал для точного покриття морського дна, якщо вони використовуються з правильними процедурами обстеження та калібрування. Відповідна оцінка точності вимірювання з кожним променем є обов'язковою для використання в районах, обстежених за стандартами Спеціального порядку та Порядку 1. Якщо будь-який із вихідних променів має неприпустимі помилки, пов'язані дані повинні бути виключені. Якщо не стримується географічними обмеженнями, то всі хвилі слід перетинати, принаймні один раз, щоб підтвердити, цим методом, точність позиціонування, вимірювання глибини і зменшення глибини.

Інтерферометричні системи забезпечують одну технологію забезпечення точності та загального покриття морського флоту, необхідного для спеціального порядку. Важливо, щоб відстань між окремими датчиками та акустичною зоною відповідала глибинам, які вимірюються, щоб забезпечити загальний пошук по всій вимірювальній хвилі. Якщо це не стримується географічними обмеженнями, то всі «підмітання» (ширина покриття за допомогою багатопроменевої системи) повинні бути схрещені, хоча б один раз, для підтвердження, цим методом, точності позиціонування, вимірювання глибини і зменшення глибини.

Повітряні лазерні системи здатні вимірювати глибини до 50 м і більше за умови очищення води. Небезпеки для навігації, виявлені повітряним лазером, повинні бути розглянуті за допомогою багатопроменевих систем або повітряного лазера високої щільності. Всі хвилі повинні бути схрещені, принаймні один раз, щоб підтвердити, цим методом, точність позиціонування, вимірювання глибини і зменшення глибини.

Коли морське дно не було повністю обшукане під час обстеження, звуки забезпечують лише зразки морського дна в дискретних точках. У такому випадку необхідно інтерполювати глибини, отримані від звуків, для отримання батиметричної моделі, яка забезпечує оцінку глибини інформації по всій поверхні морського дна. Геостатичні методи інтерполяції можуть бути використані для оцінки похибки, введеної інтерполяцією між звуками, з урахуванням точності знижених глибин і позицій, а також простору розподілу вимірювань глибини.

Ці методи інтерполяції, засновані на відповідному статистичному аналізі похибки, що кількісно оцінює шорсткість морського дна, не повинні використовуватися як єдиний засіб для оцінки якості обстеження, оскільки вони можуть не надавати достовірних оцінок точності батиметричної моделі у всіх випадках; особливо.

Завдяки відлуння багатопроменевих систем відстань між звучанням на морському дні і антеною системи позиціонування може бути дуже великою, особливо в глибокій воді з широкою системою розгойдування. Через це точність положення звуку також стає функцією точності заголовка гірокомпаса, кута променя (або розташування датчика для систем розгортки) і глибини води (тільки для систем розгойдування).

Помилки також сприятимуть відносній помилці звуку від датчика. В цілому, може бути дуже важко узагальнити те, що є досяжним, як типова точність положення для кожного звучання як функції глибини в деяких з цих

сучасних систем. Помилки є функцією не тільки відлуння, але і судна, а також розташування і точність допоміжних датчиків. Використання не вертикальних балок вводить додаткові помилки, викликані неправильним знанням орієнтації корабля в момент передачі і прийому сонарних відгомонів. Помилки, пов'язані з розвитком положення окремого променя, повинні включати наступне:

- помилку системи позиціонування;
- похибку вимірювання глибини;
- невизначеність, пов'язану з моделлю променевого шляху (включаючи профіль швидкості звуку);
- точність руху судна;
- точне визначення системних вказівних помилок в результаті перекісного перекісу;
- датчик руху судна;
- затримка часу.

Агентства, відповідальні за якість обстеження, заохочуються розробляти розрахунок помилок для власних систем.

Хоча гідрографічні дослідження стали повністю автоматизовані за допомогою спеціального програмного забезпечення, вони все ще вважаються дорогими для проведення обстеження, особливо коли оглядове обладнання має бути переміщено з далекого поля. Розмір області, яка буде обстежена, значною мірою залежить від проекту, який розглядається, і деякі основні правила. [2, 23, 34]

2.2 Роль гідрографічних досліджень

Україна, виходячи з її геофізичних і просторових особливостей, ролі в глобальних та регіональних системах міжнародних відносин – морська держава. Україна здобула цей статус завдяки довжині морських кордонів, географічному положенню, та площі водного простору. Україна внесла вагомий внесок у вивчення Світового океану та внесок в прогрес судноплавства. За роки свого існування Україна практично вже втратила первісні позиції морської держави в зв'язку з зменшенням рівня конкуренції її море-господарського комплексу. Підставою цього стала недооцінка ролі держави у перетвореннях демократичних, які притаманні переходу до відносин ринкових, і ролі морської політики у розвитку підтримки та економічної могутності держави, зростанні її міжнародного авторитету. Сьогодні у світі трудно уявити країну, яка має вихід до моря, без розвитку

морського направлення економіки і впровадження морської політики, яка формує основу суспільства та ефективної спроможної економіки країни.

Адекватні морські карти є важливою та невід'ємною частиною фундаменту, на якому встановлюється та розширюється міжнародна торгівля в життєздатній морській економіці.

Морські карти та інші морські видання є важливими інструментами для безпечної навігації. Обов'язок мореплавця в цій галузі визначається в SOLAS 1974 року наступним чином: «Всі кораблі повинні нести адекватні і актуальні карти, вітрильні напрямки, списки вогнів, повідомлення мореплавцям, таблиці припливів і всі інші морські видання для передбачуваного плавання». Умовами безпеки є як наявність адекватних карт та інших видань, так і використання цих документів моряками. Безпека на морі є головною турботою Міжнародної морської організації (ІМО). Маршрутизація корабля є одним з досягнень ІМО. У той час як глибокі водні маршрути були, з самого початку, встановлені після детальних обстежень, до недавнього часу не було вжито таких заходів для схем поділу руху (TSS). Таким же, мореплавець повинен знати, що можуть бути ризики всередині TTS в районах неадекватних обстежень. У всякому разі, всередині призначеної смуги, мореплавець повинен уважно подивитися на графік морського дна, щоб оцінити, чи може він безпечно діяти по всій смузі або чи осадка його судна виключає використання частини смуги.

Зі збільшенням осадки корабля в шістдесятих роках і зміною моделі судноплавства стало цілком очевидним, що як статус гідрографічних обстежень у світі, так і статус доступних графіків не відповідають вимогам безпеки судноплавства. Багато частин прибережних районів поки не уточнені, або дуже мало обстежених, або не були відкориговані з моменту обстеження провідних ліній минулого століття.

Точні, вичерпні та надійні морські карти необхідні для безпечного та безпечного використання ефективний рух морського руху. Морські карти також забезпечують базовий рівень, тривимірна система ситуаційної обізнаності, яка підтримує наукові дослідження та природоохоронні зусилля. Гідрографія надає основну інформацію виробляти ці морські карти, що є основним фактором, що забезпечує безпечну навігацію та морські наукові дослідження. Детальна батиметрія, інформація про текстуру дна та дані про товщі води, такі як температура та солоність моря, зібрані під час гідрографії опитування забезпечують критичну істинну істину для підтримки аналізу широкої області за допомогою дистанційного супутникові датчики і мають

важливе значення для моделювання та розуміння океанічних течії та тенденції температури моря.

У минулому багато портів будувалися на зручних місцях, при цьому особливу увагу не приділяли таким факторам навколишнього середовища, як висота хвиль, раптові зміни глибин води, незвідані рифи, течії, приливні потоки, водорості і пересувні пляжі (піщаний дрейф). Багато структур згодом були розширені і, в незліченних випадках по всьому світу, багато проблем, які раніше вважалися незначними, тепер переросли в основні, наприклад, засміченими водоростями або замуленням або просто недоступні в грубу погоду (рифів занадто близько до вхідного каналу). Гідрографічне обстеження, також відоме як батиметричне обстеження, тому має важливе значення, якщо правильні дизайнерські рішення повинні бути прийняті прямо з стадії створення проекту, щоб гарантувати, що посадка проста у використанні і вільна від серйозних проблем з технічним обслуговуванням за будь-яких умов.

Для багатьох країн, одним з головних бар'єрів для економічного зростання є відсутність адекватних портових об'єктів та інфраструктури. Покращені порти потребуватимуть днопоглиблення, нових пірсів, посиленої функціональності терміналів і, звичайно ж, актуальних морських діаграм. Морський транспорт залишається основою міжнародної торгівлі з більш ніж 80 відсотків світової торгівлі товарами за обсягами, що перевозяться морем. Протягом останніх трьох десятиліть середньорічні темпи зростання світової морської торгівлі оцінюються на рівні 3,1%. Очікується, що світова морська торгівля зросте на 44% у 2020 році і подвоїться до 2031 року, потенційно досягнувши 11,5 млрд тон і 16,04 млрд тон відповідно.

У Сполучених Штатах більше 78 відсотків закордонної торгівлі за обсягом і 43,5 відсотка за вартістю приходить і йде на кораблі, включаючи дев'ять мільйонів барелів імпортованої нафти щодня. Майже 80% американських імпортованих та експортних вантажів транспортується через морські порти. В Австралії ці показники ще більше розширюють можливості з приголомшливим 99,9% торгівлі за вагою і 78% за вартістю, що перевозиться морем.

Хороші графіки забезпечують найбільш прямі маршрути між портами, дозволяють використовувати більш глибокі трюмові судна (тобто більше вантажів).

У районах з неадекватним графіком судноплавні компанії розгортають флот, який є старшим, менш ефективним і спроможним, і, швидше за все, потрапить в морську аварію через вік обладнання.

Економічні вигоди та економія, пов'язані з запобіганням морських аварій шляхом більш адекватного обстеження, є значними. Вартість розливу нафти може вимірюватися доходом, втраченим через втрату вантажу, судна і вартістю очищення. Крім того, більшість морських аварій є результатом помилки оператора. Приблизно 25% всіх серйозних аварій кораблів відбуваються в прибережних водах або під час наближення до гавані. З них більше 75% є результатом недостатньої інформації, помилкового тлумачення або оцінки, а також відсутності своєчасних профілактичних заходів.

Збільшення видобутку нафти і газу вимагає значної інфраструктури для підтримки експорту нафтопродуктів, а також імпорту комерційних товарів в регіон.

Оскільки потік контейнерних перевезень продовжує зростати не тільки зі Сполучених Штатів, але і з Європи та Азії, в регіон розширюються нові судноплавні компанії.

Якщо не буде подальших інвестицій у підвищення стандарту графіків, цілком імовірно, що збільшення обсягів судноплавства дасть аналогічне збільшення навігаційних інцидентів.

В якості важливої роботи для забезпечення безпеки судноплавства морське гідрографічне обстеження є не тільки початковою і основною ланкою для будівництва інтегрованої навігаційної системи, але і важливим змістом для виконання відповідної міжнародної конвенції і здійснення морського управління.

Гідрографічні дослідження екологічних проблем забезпечують базовий рівень моніторингу навколишнього середовища, моделювання впливу та управління наслідками. Фізичні екологічні характеристики, такі як батиметрія, необхідні для підтримки чисельних зусиль моделювання з метою забезпечення точних представлень впливу від різних зроблених людиною і природних подій. Якщо немає контролю над використанням навколишнього середовища, країни, що розвивають свої узбережжя, можуть бути вразливими до деградації, оскільки відбувається індустріалізація та економічна експансія.

Оскільки все більше населення світу зосереджено навколо наших берегів, фокус на управлінні прибережними зонами повинен продовжувати зростати, якщо ми хочемо максимізувати використання, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

На міжнародному рівні державні органи та менеджери ресурсів намагаються знайти баланс у виділенні цінного водного простору на різноманітність інтересів, включаючи рекреаційну та комерційну риболовлю,

дайвінг, прогулянковий яхтинг, професійну навігацію, доступ до пляжу, туристичну діяльність та морське землеробство. Археологічні дослідження територій з історичною або культурною цінністю вимагають точного відображення дна океану. Батиметрія також надає необхідну інформацію для підводного будівництва та розвитку. Трубопроводи, телекомунікаційні кабелі та офшорні бурові платформи не можуть бути довільно розміщені; бариметрія повинна бути використана для забезпечення їх розташування в безпеці від потенційних небезпек.

Без належного управління над прибережним будівництвом і розвитком можуть виникнути значні негативні наслідки для власності і людей. Наприклад, пристані побудовані вздовж узбережжя для створення каналу або безпечної гавані для рибальських човнів, можуть призвести до ерозії піщаного зсуву території конструкції через блокування осадових перевезень довгими течіями. Для уникнення потенційно значних економічних наслідків через втрату берегової лінії та пляжів необхідно проводити правильне моделювання екологічних наслідків запропонованих особливостей вздовж узбережжя. Гідрографічне дослідження надає інформацію, яка має важливе значення для забезпечення належного планування для забезпечення ефективного та стійкого управління прибережними зонами.

Багато природних і зроблених людиною процесів можуть мати значний вплив на екологію та біологію прибережного регіону. Підвищення атмосферних і океанічних температур може негативно вплинути на морську рослинність і організми, що, в свою чергу, може вплинути на економіку прибережної нації. Досліджуючи межі середовища існування, зміни простору або обсягу можна легко контролювати і негайно вживати заходів для пом'якшення негативних тенденцій, де це можливо. Посилення ерозії можна очікувати при підйомі морів і більш енергійних штормах, що знизить ясність і якість води, а також збільшить осад і замулення. Результати підвищення рівня моря уздовж типового пляжного профілю двояке: по-перше, відбувається пряме сухопутне зазіхання (спад берегової лінії), а потім перенаправлення пляжного обличчя хвилями до більш плоского схилу. Можна передбачити масштаби підвищення рівня моря і вжити ранніх заходів для пом'якшення негативного впливу на економічну діяльність в прибережній зоні. Збільшення видобутку/експорту нафти і газу та збільшення комерційного судноплавства збільшує можливість великої екологічної катастрофи в прибережних регіонах. Прибережний розвиток також може підвищити шанси введення забруднюючих речовин в морське середовище. Забруднення з портів,

сільськогосподарського стоку та інших джерел стає важливим питанням для морських країн. Гідрографічне обстеження є обов'язковим для моніторингу навколишнього середовища шляхом встановлення базових умов і тим самим надасть допомогу в розробці планів пом'якшення наслідків у разі морської аварії.

Основною метою гідрографічних зйомок є оцінка глибини води, яка досягається шляхом батиметричних зйомок. Деякі з найпоширеніших видів використання гідрографічних зйомок включають планування водних шляхів, аналіз днопоглиблювальних робіт та місцезнаходження аварії.

Ще одне застосування гідрографічних зйомок - при будівництві та плануванні доків, гавані та дамб. Важливо забезпечити, щоб глибина води в портах та навколо них була достатньою, щоб судна могли безпечно заходити і причалювати. Крім того, частина морського дна, яка підтримує плавучі конструкції, повинна мати міцний фундамент. Дамби також вимагають належних знань навколишнього рельєфу для забезпечення міцності конструкції.

Гідрографічні зйомки дозволяють інженерам планувати меліоративні заходи. Розкривши дані про склад морського дна та топографію, можна вибрати місця для проведення меліорації. Крім того, інженери можуть визначити доцільність проектів на самій фазі планування. Гідрографічні зйомки також допомагають боротьби з повенями, передбачаючи можливі зони затоплення та пропонуючи заходи для ефективного протидії їм. Зони затоплення можна передбачити, вивчаючи, як дно океану змінюється навколо берегової лінії, і співвідносячи цю структуру з будь-якими історичними записами про повені або цунамі.

Інше застосування підводних зйомок полягає у визначенні берегових ліній, які простягаються навколо узбережжя. Підготовка берегових ліній корисна для проведення досліджень впливу водних об'єктів на сушу та для визначення фактичного морського кордону країн. Батиметрія також визначає середній рівень моря, який відіграє дуже важливу роль майже в усіх сферах життя. Завдяки допомозі уряду в нанесенні карт узбережжя, вони також впливають на запуск космічних човнів і ракет.

Гідрографічні зйомки також допомагають судноплавству, надаючи можливі шляхи, якими може пройти судно. Певні океанські шляхи можуть пролягати на низьких глибинах або мати скелі та коралові відкладення. Це становить велику небезпеку для кораблів, а отже, його потрібно правильно реєструвати. Намічаючи безпечні маршрути, які не перетинають небезпечну

місцевість, батиметрія допомагає судноплавству. Гідрографія також має сільськогосподарське використання, визначаючи намивні та мулові відкладення біля водойм. Оскільки в дельтах є неймовірно родючі землі, такі райони можуть бути спеціально відведені для сільського господарства. Також, вивчаючи скиди річок, можна вивчити ерозію та її вплив на орні землі.

Одне з найважливіших цілей гідрографії - це днопоглиблювальні роботи. Днопоглиблення визначається як видалення бур'янів, грязі та гірських порід на дні моря. Це може бути для створення внутрішніх водних шляхів для просування судноплавної галузі. Створюючи достатню глибину в річках, маленькі кораблі можна використовувати для доповнення внутрішньої торгівлі. Днопоглиблення також може проводитись, щоб змінити схеми водовідведення, які впливають на зрошення, ерозію тощо. Підводні зйомки збирають інформацію, яка часто є основою для затвердження капітальних проектів. Гідрографія також допомагає промисловості, дозволяючи проводити дистанційні перевірки технічного обслуговування нафтогазових конструкцій. Гідрографічні зйомки можуть замінити ручні перевірки, оцінюючи знос конструкції. Подібним чином, при прокладанні трубопроводів, морського дна, обстеження забезпечує правильність побудови трубопроводів.

Дані батиметрії є критично важливими для безпеки навігації та використовуються для багатьох інших застосувань. Світовий океан охоплює 71% Землі, але ми все ще нанесли на карту менше 20% світового океану, а 50% загальної площі глобального континентального шельфу (глибина шельфу менша за 200 м) не було досліджено або недостатньо обстежене згідно з ІНО Стандарти S-44. Континентальні шельфи складають близько 8% всієї площі, покритої океанами та морями, а решта частин мають погано визначене морське дно. Рішення йде у двох напрямках вирішення: повітряно-космічний та методи вимірювання на місці.

Сьогодні паперові морські карти не є єдиним джерелом гідрографічної інформації. Доступні декілька видів безпаперових карт, найпростішим з яких є растрова навігаційна карта (RNC). RNC - це точне цифрове зображення, що відображається на електронному екрані. RNC походять від відсканованих негативів, що використовуються для друку діаграм. В результаті сканованого походження RNC виглядають так само, як паперові діаграми. Використовуючи RNC в електронній системі відображення, яка називається системою відображення растрових карт (RCDS), моряки можуть точно будувати своє положення в реальному часі на основі координат GPS. Однак RCDS не розпізнає функції на карті, тому він не здатний видавати

попередження перед тим, як потрапити на мілину на позначеному мілководді або натрапити на будь-яку іншу намічену небезпеку для навігації. Тому використання RNC схоже на використання паперової карти: моряки повинні покладатися на людський інтелект, щоб інтерпретувати зображення для прийняття навігаційних рішень.

Морські карти доступні у двох інших безпаперових форматах. Електронні навігаційні карти (ENC) та Цифрові навігаційні карти (DNC). Обидва ці формати використовують базу даних, яка призначає розташування об'єктам та атрибутам. Графіка базується на векторах, щоб їх можна було збільшити або зменшити та залишатись читабельними. Якщо ви обертаєте діаграму на екрані, текст залишається вертикальним.

«Гладкі аркуші» показують дані обстеження, з яких буде підготовлена готова морська карта. Вони представляють остаточний, розбірливий, точний графік гідрографічного обстеження, побудований на основі перевірених виправлених даних та відповідає картографічним стандартам. «Гладкі аркуші» включають усі зондування найменшої глибини, які можна представити розбірливо, а також спостережувані засоби навігації, перешкоди та інформацію про зразки внизу. Вони також включають відповідні примітки, попередження та маргіналії. Однак, оскільки вони не були підготовлені як морська карта, вони є продуктом "Не для навігації".

Отже, необхідно знайти ефективні, а переважно ефективні для узбережжя методи визначення батиметрії. Визначення батиметрії або вимірювання підводної топографії є дуже складним та складним завданням. Тому докладаються зусилля для пошуку нових методів, які успішно вирішують це завдання, крім проведення традиційного зйомки за допомогою великих і дорогих гідрографічних дослідницьких суден. [1, 21, 22, 24, 25, 26, 37, 38]

3 МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ГІДРОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Підготовка до гідрографічних робіт

Проведення гідрографічних досліджень акваторіях деяких портів Чорного та Азовського морів заплановане в інтересах отримання гідрографічних даних про рельєф дна у акваторіях, виявлення затонулих об'єктів та інших навігаційних небезпек.

Зйомка рельєфу дна – це сукупність гідрографічних робіт, що виконуються з метою отримання відомостей про рельєф дна і дозволяють створити його картографічне зображення.

Зокрема, проведення гідрографічних досліджень з використанням багатопроменевого ехолота дозволить визначити та виявити зміни загального рельєфу дна у важливих районах, - зонах інтенсивного руху суден, провести обстеження та встановити сучасне положення на донному ґрунті затонулих об'єктів штучного походження, установити характер і розташування навігаційних небезпек.

Метою досліджень акваторій є підвищення ефективності навігаційно-гідрографічного забезпечення судноплавства на основі використання отриманих в результаті гідрографічного вивчення морського середовища в акваторіях портів Чорного та Азовського морів.

Науково-технічні завдання для досліджень передбачають:

- створення безпечних умов судноплавства у територіальному морі України, отримання сучасних гідрографічних, виявлення змін загального рельєфу дна у районах розташування основної системи розподілу руху суден, установлення характеру і розташування навігаційних небезпек;
- вивчення та моніторингу навігаційного стану акваторії, оновлення програмно-технологічних засобів збору, зберігання та передачі гідрографічних даних та інформації, отриманих в результаті виконання досліджень;

Основні науково-технічні завдання для запланованих досліджень також включають:

Гідрографічні дослідження виконуються з використанням однопроменевого та багатопроменевого ехолотів для:

- визначення загального рельєфу морського дна на підходах деяких портів Чорного та Азовського морів;
- систематичної гідрографічної зйомки у важливих районах;
- визначення умов для безпечного судноплавства на зазначених акваторіях;

- планового обстеження сучасного положення затонулих об'єктів на судноплавних рекомендованих шляхах та на системах розподілу руху суден;
- установлення характеру і розташування навігаційних небезпек;
- збору відомостей для коректури відповідних морських навігаційних карт та посібників для плавання;
- вибіркової перевірки наявності та стану засобів навігаційного обладнання у районі проведення досліджень.

Результати досліджень можуть бути використані для прогнозування змін геологічної будови донного рельєфу підхідних акваторій портів Чорного та Азовського морів, а також коректури морських карт та посібників для плавання (з урахуванням фактичного гідрографічного стану ділянок акваторії моря, що досліджуються), а також при розробці рекомендацій для безпечного судноводіння.

Під час виконання гідрографічних досліджень вирішити наступні завдання:

- систематична гідрографічна зйомка у запланованих акваторіях з використанням однопроменевого та багатопроменевого ехолоту;
- визначення сучасного стану глибин на системі розподілу руху суден;
- пошук, проведення обстеження та визначення сучасного положення затонулих об'єктів штучного походження на підходах до портів України;
- визначення характеру і місць розташування навігаційних небезпек;
- проведення збору відомостей для лоції;
- визначення наявності і стану засобів навігаційного обладнання у районах проведення досліджень;

При загальній зйомці рельєфу дна виконують такий комплекс робіт:

а) підготовку до зйомки, що включає:

- добір матеріалів щодо вивченості району з метою складання науково-технічного проекту або технічного припису;
- підготовку організаційних і робочих документів;
- рекогносцювання району зйомки;
- підготовку учасників зйомки, суден і технічних засобів;
- забезпечення зйомки плановою і висотною основами;
- розгортання засобів забезпечення і відпрацьовування організації виконання зйомки;

б) виконання зйомки, що включає:

- планомірне, без пропусків покриття району зйомки основною системою промірних галсів через визначені інтервали (міжгалсові відстані) або системою смуг площинного обстеження чи системою смуг інструментальної оцінки рельєфу дна у сполученні з галсами проміру, що виконується або раніше виконаного.

- додаткове обстеження району зйомки згущенням галсів проміру й іншими способами там, де основною системою покриття виявлено ознаки існування навігаційних небезпек або наявна складна форма рельєфу дна, вимагає більш детального обстеження;

- обстеження виявлених банок та інших навігаційних небезпек з метою визначення конфігурації, характеру рельєфу і ґрунту банки, а також величини і місця найменшої глибини;

- пошук і обстеження сумнівних навігаційних небезпек (показаних на картах з умовними скороченнями ПС, СС, ПД або відповідно до посібника «Умовні знаки морських карт» № 902, 2001 р. – ПС, ІС, ЗД);

- складання і передачу повідомлень про виявлені навігаційні небезпеки;

- виконання рівневих спостережень;

- збір відомостей для коректури лоцій;

в) обробку матеріалів зйомки, що включає:

- перевірку й оцінку робочих матеріалів;

- обробку спостережень і обчислення координат пунктів геодезичних знімальних мереж;

- обробку рівневих спостережень;

- обробку матеріалів визначення місця і матеріалів вимірювання глибин;

- складання і редагування звітних планшетів, довідкових матеріалів і технічного звіту.

Топографо - геодезичні роботи проводяться для одержання навігаційно - гідрографічної інформації для створення і коректури морських навігаційних карт і посібників для плавання. До завдань таких робіт відноситься уточнення берегової лінії, визначення координат установки берегових базових GPS станцій або калібрування мобільних GPS станцій, а також визначення координат берегових ЗНО.

У будь-якому випадку основою для таких робіт є пункти Державної геодезичної мережі 1-4 класів. Саме на основі цих пунктів розвивають

знімальну геодезичну мережу. Для цього використовують методи триангуляції, полігонометрії, трилатерації або на основі супутникової геодезичної апаратури.

Метод триангуляції полягає в побудові системи пунктів які утворюють трикутник (бажано рівносторонній) в яких вимірюються всі кути і деякі довжини базових сторін. Така система може приймати вигляд суцільної мережі або ланцюжка трикутників. Вимірювання горизонтальних кутів виробляють зазвичай приладами вимірювання кутів (теодоліт), а базових ліній за допомогою світлодалекомірів, лазерних далекомірів, тахеометрів.

Метод полігонометрії - це метод побудови мережі за допомогою вимірювання відстаней і кутів між пунктами полігонометричних ходів. Ходи полігонометрії можуть бути замкнутими, коли хід починається і закінчується в одній і тій же точці, розімкненим - починатися з одного напрямку і закінчуватися іншим, а також складати цілі мережі ходів із загальними вузловими точками. Вимірювання методом полігонометрії також виробляють за допомогою приладів використовуваних при методі триангуляції.

Поряд з традиційними методами побудови геодезичних мереж, все більшого поширення набуває метод GPS вимірювань.

Суть методу полягає в установці одного приймача, званого базою, в якійсь точці з відомими координатами. Приймач, розташований на іншому кінці базової лінії, називають ровером. Запис на обох приймачах ведеться одночасно з однаковим інтервалом. Період запису даних залежить від довжини лінії, числа спостережуваних в момент запису супутників, супутникової геометрії. Після запису достатньої кількості даних на одній точці, ровер переміщують в наступну точку.

Існує два методи спостереження - статичний і кінематичний.

Статичний метод - робота двома нерухомими приймачами (для підвищення точності бажано використовувати двочастотні приймачі) на пунктах спостереження. Використовується для визначення великих відстаней. Точність досягається за рахунок тривалого стояння на пунктах спостереження.

Швидка статика - метод схожий з простою статикою, але використовується для визначення менших відстаней, за рахунок чого скорочується час спостереження на пунктах.

Псевдо статика - використовується коли необхідно провести кілька спостережень на одному і тому ж пункті в різний час. Дані потім об'єднуються на комп'ютері в спеціалізованому програмному забезпеченні.

Кінематика - метод, при якому один приймач розташований на пункті з відомими координатами і є базою. Другий приймач переміщується між

точками, які необхідно визначити і називається ровером. Такий метод дозволяє визначати пункти, що знаходяться на відкритій місцевості (для постійного захоплення супутників під час переміщення) і на невеликих відстанях.

Кінематика Stop and Go - режим кінематики, при якому точність досягається за рахунок ініціалізації ровера на певний час на кожному пункті при кожному вимірі.

Всі вищевказані методи відносяться до методів з постобробкою, коли отримані дані необхідно опрацювати в офісі для отримання точних результатів. Але є метод, який дозволяє отримувати точні дані прямо в польових умовах. Цей метод називається Real Time Kinematic (RTK).

RTK - режим кінематики в реальному часі. Це метод роботи при якому база передає дані через модем на ровер, забезпечений приймаючим модемом. Ровер, крім прийнятих даних від бази, отримує власну інформацію від супутників. Два цих набору даних отримані і оброблені ровером, дозволяють отримувати високоточні координати визначаємих точок. Цей метод дозволяє визначати лінії з точністю 1-5 см.

Передача даних при методі RTK раніше проводилася за допомогою радіомодемів, але з початком розвитку і здешевлення мобільних інтернет технологій, все частіше для передачі даних використовується мобільний інтернет, модемом при цьому може служити звичайний мобільний телефон. Такий варіант дозволяє отримувати RTK поправку в будь-яких місцях зони покриття мобільного оператора, незалежно від відстані між базою і ровером - на відміну від використання радіомодема, що має обмежену зону покриття.

При виконанні промірних робіт, глибини вимірюють від поверхні води, які змінюється щодо висоти. Тому для отримання глибин в одній системі числення їх необхідно привести до відлікового рівня води. Рівнем моря, від якого вимірюється глибина під час проведення проміру, називається миттєвим рівнем. Положення цього рівня щодо відлікового рівня визначають за даними рівневих постів.

Перед проведенням проміру повинна бути зроблена перевірка роботи GPSаппаратури та приладів виміру глибини, їх калібрування й тарування і визначені їх поправки. Також поправки повинні визначатися в процесі проміру і після його закінчення.

Для правильного виміру глибин необхідно постійно контролювати швидкість звуку у воді, яка впливає на формування променів БПЕ. Для цього в системі передбачено використання двох датчиків. Часопролітної датчик, встановлений на кронштейні ехолота, контролює швидкість звуку в

поверхневому шарі постійно і видає поточну інформацію на екран оператора. Другий датчик використовується для визначення швидкості звуку на всіх горизонтах вимірюваних глибин. Вимірювання таким датчиком проводиться не менше одного разу за промірні день. Необхідність додаткових вимірів визначається в порівнянні даних від двох датчиків швидкості звуку. У разі виникнення великих різниць в даних, проводяться додаткові виміри.

В ході випробувань ехолота виконується контроль похибки відповідно до інструкції. Глибини які були виміряні виводяться на дисплей і цифровий вихід із записом інформації з ехолота в цифровому вигляді на носії.

При виконанні тральних і промірних робіт забезпечення планового положення об'єктів виконується геодезичними методами або за допомогою СРНС (GPS, ГЛОНАС). При тральних роботах використовуються державна або умовна системи координат. При СРНС координати виражаються у системі WGS- 84.

Вимір глибин при промірах виконується поперечними галсами з прокладкою їх відносно до осей каналів, судноплавних ходів, фарватерів. Коли проміри виконуються ручним лотом глибина рахується по найближчій зануреній у воду у момент торкання ним дна.

Розбивку лотліня роблять на розмічальній дошці або смузі довжиною не менше 5 м. Для усунення можливого накопичення погрешностей спочатку розбивають лотлінь за допомогою сталевий 20 метрової стрічки на 5 метрові відрізки, а потім роблять проміжну розмітку.

Позначкою вимірюють глибини до 3-4 м при промірі з шлюпки або з катера, коли промір глибин ехолотом чи БПЕ неможливий (наприклад, через густі водорості, при глибинах нижче граничних для даного типу ехолота). При м'якому ґрунті на нижній кінець позначки (п'ятку) надівають башмак. Розбивку позначки роблять у дециметрах. Відраховують глибини при промірі по найближчому зануреному у воду розподілу позначки з точністю до 0,1 м.

Визначення координат необхідно виконувати за допомогою приладів, які використовують супутникову систему визначення координат DGPS або за допомогою радіонавігаційних або візуальних методів.

При проведенні геодезичних робіт за допомогою супутникових систем необхідно використовувати систему координат WGS-84 і прямокутних координат у проекції UTM. Використання всяких інших систем координат може бути тільки як виключення.

Для запису й обробки інформації, що надходить від вимірювальних приладів (ехолота, приймача DGPS), використовують комп'ютер і

сертифіковане спеціалізоване ПЗ, як правило, електронну ГІС (наприклад, HYDRACK).

Для підготовки й обробки гідролокаційної інформації при виконанні тральних робіт можуть застосовуватися програми WINRASTR і HYSWEEP Survey (для роботи з багатопроменевими ехолотами й гідролокаторами бічного огляду). [2]

3.2 Засоби для збору гідрографічних даних

Переважаючими інструментами для проведення гідрографічних робіт являються автоматизовані промірні комплекси. В автоматизований промірний комплекс входять ехолот, ресивер, GPS – приймачі (мобільна та базова станції), портативна комп'ютерна техніка, програмне забезпечення.

Перелік обладнання, що використовується при проведенні гідрографічних робіт:

- Тахеометр;
- Нівелір;
- GNSS приймач;
- GPS приймач;
- Однопроменевий ехолот;
- Багатопроменевий ехолот;
- Вимірювач швидкості звуку;
- Профілограф та інші.

Вимірювання глибин, як правило, проводиться з промірного судна, що має:

- малу осадку для проведення промірів на мілководді;
- необхідний запас палива для безперервної роботи;
- компактне розташування устаткування і приладів, можливість установки трансдюсера (вібратора) ехолота та антени GPS–приймача максимально близько друг до друга (бажано - на одній осі) і до центра мас судна;
- зручні умови при промірі позначкою чи лотом;
- швидкість ходу від 1 до 6 вузлів з постійним режимом руху малим ходом протягом тривалого часу;
- малий крен, що не змінює поглиблення вібратора ехолота на величину більше половини точності виміру глибини.

В окремих випадках (наприклад, у причалі у вигляді суцільної стінки) промір може виконуватися механічними засобами (ручним лотом або жердиною для визначення глибин – позначкою).

Роботи із тралення дна акваторій і пошуку підводних об'єктів можуть виконуватися за допомогою гідроакустичних або механічних засобів. До механічних засобів відносяться тверді, напівтверді й м'які трали. Якщо є потреба, крім гідрографічного тралення або замість нього (на окремих невеликих ділянках акваторій та судноплавних шляхів), може проводитися водознавче обстеження дна.

Основними вимогами до приладів та устаткування що застосовується при виконанні гідрографічних робіт є їх працездатність та відповідність класу обладнання роботам, що виконуються. Клас обладнання, його точність, надійність наведені в його технічній документації.

Вимоги до GPS – приймачів.

GPS–приймачі, що використовуються для позиціонування при гідрографічних роботах, повинні забезпечувати точність позиціонування для виконання робіт у заданому масштабі планшета (але зі СКП не більше 2 м).

При необхідності GPS–апаратура повинна мати можливість роботи в диференціальному режимі: базова станція формувати й передавати, а мобільна станція приймати диференціальні виправлення. Також апаратура може використовуватися для роботи в режимі реального часу (фазовий метод вимірів координат) і режимі постоброблення (кодовий метод вимірів).

GPS–апаратура повинна мати можливість експортувати дані із приймача на комп'ютер. У складі промірного комплексу можуть використовуватися одночастотні (L1) і двочастотні приймачі (L1/ L2).

Вимоги до ехолотів.

Основними приладами для виміру глибин і тралення акваторій при виконанні гідрографічних робіт є ехолоти і багатопроменеві ехолоти (БПЕ), донні профілографи й гідролокатори бічного огляду (ГБО). Керівними документами при цьому є інструкції та правила щодо використання і технічні описи приладів.

Основними технічними характеристиками ехолотів є частота випромінюваного сигналу, діаграма спрямованості трансдюсера й кут огляду. Для забезпечення більшої точності вимірів рекомендується використовувати багатопроменеві високочастотні ехолоти.

Ехолоти повинні мати: однопроменеві - робочу частоту 200-400 кГц і кут огляду (у межах) 7- 30°; багатопроменеві - робочу частоту 200- 400 кГц і кут огляду 90-150°.

При виконанні тральних робіт можуть застосовуватися також донні профілографи й гідрографічні ехотрали.

Донний профілограф призначений для пошуку на дні заглиблених у ґрунт або замулених підводних об'єктів і являє собою ехолот з дуже низькою частотою сигналу (менш 12-5 кГц).

Гідрографічний ехолот призначений для обстеження акваторій з метою пошуку об'єктів, що перебувають на дні, виявлення підводних навігаційних небезпек і характерних форм рельєфа дна. Ехолот може встановлюватися на гідрографічних судах і морських ботах. Всі прилади ехолота, крім забортних пристроїв, встановлюються в рубці судна.

Ехотрал - багатоканальна гідроакустична система, у якій кожний канал працює за принципом ехолота й має окремий генератор, підсилювач і вібратор, при цьому всі канали працюють одночасно. Запис профіля дна й підводних об'єктів виконується окремо для правого й лівого бортів гідрографічного судна.

Клас обладнання та його точність повинні бути підтверджені діючими документами про проходження метрологічного контролю обладнання.

Згідно вимогам статей 27, 28 Закону України Про метрологію та метрологічну діяльність (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1998, № 30-31, ст.194) із внесеними змінами, засоби вимірювальної техніки, як призначені, так і не призначені для серійного виробництва в Україні або для ввезення на територію України партіями, на які поширюється державний метрологічний нагляд, підлягають державній метрологічній атестації і надалі перевірці. Державна метрологічна перевірка (атестація й перевірка) засобів вимірювальної техніки здійснюється метрологічними центрами, територіальними органами та метрологічними службами підприємств і організацій, уповноваженими на проведення державних випробувань чи повірки аналогічних засобів на відповідність ТТД, визначинним у технічному паспорті.

Метрологічний контроль супутникових систем та ехолотів в Україні здійснює Національний науковий центр «Інститут метрології» та Всеукраїнський державний наукововиробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів (ДП «Укрметртестстандарт» або інші атестовані організації.

Ехолоти і прилади GPS зобов'язані проходити метрологічний контроль 1 раз на рік. Супутникова апаратура GPS та програмне забезпечення до нього повина бути сертифікована і ліцензована. Використання не сертифікованого обладнання і не ліцензованого програмного забезпечення забороняється.

При проведенні гідрографічних робіт використовувалось таке обладнання:

Тахеометр Sokkia 3130 R3.

Тахеометр – це сучасний точний і технологічний геодезичний інструмент.

Електронні тахеометри широко використовуються в геодезії, картографії, геоінформаційних системах, землеустрої, маркшейдерській справі, геології, дорожньому і цивільному будівництві, лабораторних дослідженнях, муніципальному, лісовому і сільському господарстві, нафтовій і газодобувній галузях та багатьох інших інженерних вишукуваннях. Тахеометри завжди відрізнялись якісною оптикою і потужним лазерним далекоміром. Нові моделі дозволяють працювати на відстанях до 3000-5000 метрів. Традиційно тахеометри мають відбивний режим, який дозволить суттєво прискорити процес вимірювань, особливо в складних умовах або там, де працювати з відбивачем не можливо або не бажано.

Завдяки новому далекоміром (RED-tech) прилад дозволяє визначати відстань без відбивача до 350 м, а з допомогою двошвидкісних гвинтів горизонтального та вертикального кіл – легко наводити на ціль. У приладі передбачено функцію вимірювання і збереження даних.

Наявний видимий лазерний промінь може використовуватися як показчик цілі, що дозволяє виконувати нівелювання у приміщенні, здійснювати контроль вертикальності конструкцій та багато іншого.

Тахеометр Sokkia у відбивальному режимі надійно працює при гарній видимості на відстані до 350 метрів з будь-якою ціллю, а при наявності поверхні із більшим коефіцієнтом відбиття (світловідбиваюча плівка, стіни будинків, пофарбовані світлою фарбою й т.ін.) вимірювання можливе на відстані 520 метрів і більше.

Нівелір sprinter 150m.

Leica Sprinter 150 - це точний електронний рівень, який забезпечує бездовгість вимірювань та показань. Мета, фокус і вимірювання, натиснувши клавішу, і дані будуть відображатися майже миттєво.

Sprinter 150 охоплює практично всі будівельні додатки. Автоматично визначає висоту дельти. Введіть орієнтир, виміряйте візуальний ефект B-back, виміряйте F-передній візуальний ефект, і результат буде відображатися

миттєво. Для безперервного вимірювання виберіть режим відстеження та режим усереднення для більш точних результатів.

Приціл LEICA SPRINTER - це надійний і точний електронний цифровий рівень, який пропонує безвідмовні вимірювання. Оптичне читання більше не потрібно. Електронне око читає видовище. LEICA SPRINTER автоматично визначає висоту і відстань.

LEICA SPRINTER так само простий у використанні як автоматичний рівень, але пропонує неймовірну функціональність цифрового рівня. Вам навіть не знадобиться керівництво, щоб почати працювати з ним. Просто точка і фокус, вимірювання, натиснувши клавішу і майже миттєво дані відображаються.

Просте управління даними. Завдяки передовій електроніці LEICA SPRINTER уникає помилок транскрипції та розрахунку. Всі вимірювання можуть відображатися або видалятися з пам'яті. LEICA SPRINTER дає можливість зберігати дані та передавати їх на зовнішній збирач даних або персональний комп'ютер. Це значно спрощує весь процес від поля до офісу.

DGPS-приймач Trimble DSM-232.

Приймач Trimble® DSMTM 232 DGPS є ідеальним рішенням для динамічних операцій морського позиціонування в реальному часі, таких як днопоглиблення гавані та для комерційних додатків позиціонування, де він інтегрований як компонент датчика позиціонування. Модульний GPS-приймач з опціями антени приймає корекції GPS з різних джерел, що дозволяє користувачеві вибір підмета до сантиметрової продуктивності. Приймач DSM 232 є високоякісним рішенням для додатків, які вимагають позиціонування у вимогливих середовищах до дециметра або сантиметра. Приймач DSM 232 пропонує широкий спектр методів позиціонування GPS і пов'язаних з ним точностей для наземних морських будівельних застосувань:

- Супутникові системи збільшення (SBAS), такі як WAAS, EGNOS і MSAS;
- Сумісний з IALA навігаційний маяк;
- OmniSTAR VBS service1;
- RTCM з сайту на основі DGPS Reference Station;
- OmniSTAR XP / HP1;
- Кінематичний час в реальному часі (RTK) для максимальної точності.

Ця проривна технологія GPS дає оператору гнучкість для придбання модернізованого приймача. Початковий рівень DSM 232 включає комбіновану вусику GPS / Beacon, здатну до метрової продуктивності за допомогою

безкоштовних публічних виправлень IALA Beacon та SBAS або корекцій OmniSTAR VBS на основі підписки. Приймач маяка забезпечує чудову слабо-сигнальну продуктивність, що дозволяє отримати диференціальні корекції на великі відстані від еталонних станцій і під час складних погодних умов. З додаванням двочастотної антени та оновлення прошивки модернізовані моделі DSM 232 можуть використовувати послуги супутникової корекції OmniSTAR XP/HP. У цьому режимі продуктивність підвищується до точності дециметра у вертикальному та горизонтальному положенні над великим географічним регіоном. З сервісом OmniSTAR XP немає деградації точності положення, як правило, пов'язаної зі збільшенням відстані від фіксованої довідкової станції.

DSM 232 можна замовити за допомогою додаткової прошивки, щоб додати преміальну продуктивність RTK для високоточних будівельних завдань. DSM 232 можна використовувати в режимі RTK через використання зовнішнього радіозв'язку. Знову ж таки, оновлена модель DSM 232 також може бути оновлена, щоб включити цю функцію RTK. Модульність системи DSM 232 забезпечує гнучкість установки за допомогою зовнішніх опцій GPS-антени, як це потрібно на морських установках суден, таких як поверх. Приймач може бути встановлений в безпечному середовищі, захищеному від погоди і крадіжки, залишаючи тільки антену на вулиці. У всіх випадках ресивери технології EVEREST™ покращують результати в високих багатопроміневих середовищах, таких як ті, що зустрічаються на водні шляхи і гавані будівельних майданчиків.

Приймач DSM 232 виводить дані позицій зі швидкістю до 10 Гц. Послідовні порти 3 також можуть бути використані для налаштування, управління та виведення даних за допомогою Стандартного протоколу інтерфейсу Trimble (TSIP), що забезпечує сумісність з попередніми установками моделі приймача DSM.

Довідкова станція DGPS У регіонах, де послуги безкоштовної корекції повітря, такі як послуги IALA Beacon або SBAS, недоступні, можна використовувати довідкову станцію DSM 232 RS DGPS. У цьому випадку зовнішнє радіо може бути використане для доставки високоякісних виправлень формату RTCM SC-104 до одиниць марсохода.

В останні роки багато вчених спрямували свої дослідження в напрямку нової (вдосконаленої) методики точного позиціонування точок (PPP), як альтернативу RTK (Real Time Kinematic) на основі постійних довідкових станцій. Результатом цих заходів стала розробка нового продукту на ринку

геодезистів, тобто технології RTX (Real Time eXtended). Він спирається на систему OmniSTAR, яка використовує сузір'я телекомунікаційних супутників і базується на мережі довідкових станцій, розташованих на різних континентах і з використанням інноваційних алгоритмів для корекції для приймачів GNSS.

Більшість систем RTK в даний час отримують виправлення від довідкової станції по радіо або по мобільному телефону (через Інтернет). Довідковою станцією в даному випадку може бути єдина фізична базова станція або VRS (Віртуальна станція), дані для якої генеруються мережею приймачів. Незважаючи на те, що довідкові станції можуть бути на відстані від 40 до 70 кілометрів один від одного, дані VRS інтерполюються для віртуального положення поблизу марсохода.

В результаті, коли мова йде про втрату виправлень з довідкових станцій, потоки даних Trimble RTX, передані незалежним посиленням (RTX L – супутникова смуга) замість радіо базової станції або GPRS, зазвичай доступні. Наземні радіосигнали іноді блокуються, хоча хороший вигляд на досить велику кількість супутників GNSS і доступ до потоку даних RTX все ще зберігається. За таких обставин марсохід, обладнаний функцією xFill, послідовно здатний доставляти позиції, як у режимі RTK.

Trimble R10 GNSS system.

Працює на технології Trimble RTX™ Trimble xFill™ є ключовою особливістю системи Trimble R10 GNSS. Він використовує всесвітню мережу довідкових станцій Trimble GNSS для доставки інформації про позицію через геостационарні супутники. Trimble xFill плавно «заповнює» для виправлень RTK або VRS у разі тимчасового відключення з'єднання, наприклад, радіо чорної плями, щоб користувачі спочивали менше простою в полі.

Однією з ключових переваг позиціонування xFill є те, що під час аналізу з Trimble xFill всі точки є вашої місцевої базової станції або мережі VRS. Це робить перехід до Trimble xFill для користувача, коли радіо або покриття клітин втрачається.

Позиції, зібрані під час використання Trimble xFill, знаходяться на точності, заявленій в рядку стану Trimble Access™ тільки тоді, коли місцева базова станція або мережа VRS відомі координати точні в межах 1 метра від WGS-84. Якщо локальна відома система координат використовується для створення вашого опитування або мережі VRS, Trimble Access може легко виконувати необхідні перетворення та координувати перетворення на WGS-84 в межах необхідної точності 1 метра. Trimble Access містить понад 80 відомих систем координат для вибору при створенні нового завдання або користувач

може ввести встановлені параметри для локальної системи координат, не включених до списку. Коли вибрана правильна система координат і ретельно введені базові координати, локальна базова станція або BPC легко пов'язані з системою WGS-84 в межах 1 метра.

При запуску базової станції за допомогою клавіші "Тут" існує ймовірність того, що похибка в положенні WGS-84 може перевищувати 1 метр. Trimble рекомендує використовувати клавішу "Тут"; у вас є джерело корекції SBAS, активоване для збільшення абсолютної позиції з приймача GNSS. Як правило, збільшення SBAS вироблятиме абсолютну позицію < 1 метру RMS в системі WGS-84.

Коли базове положення, що використовується не в межах 1 метра WGS-84 позиції, помилки в trimble xFill позиції може збільшитися з більшою швидкістю, ніж вказано. Це може призвести до того, що xFill передбачив помилки (точність на екрані Trimble Access) неприпустимо вказують на рівень помилки в позиціях xFill.

Кожен приймач Trimble R10 GNSS включає в себе можливість виконувати позиціонування xFill, коли радіо або покриття втрачається. Опція Trimble xFill входить до складу кожного Trimble R10, готову до використання з моменту увімкнення приймача.

Після того, як Trimble R10 заблокує супутник Trimble xFill (показаний як «RTX» на супутниковому сюжеті), система готова забезпечити позиціонування точності RTK, коли радіо або покриття буде втрачено. Немає необхідності для користувача, щоб увійти в локальні параметри супутника Trimble xFill, щоб почати використовувати систему; TrimbleR10 подбає про це. Навіть якщо Trimble R10 буде переміщений в іншу частину світу, приймач швидко знайде локальний геостаціонарний супутник автоматично.

DGPS Trimble SPS 461.

На сьогоднішній день система SPS461 є найбільш передовою системою морського позиціонування, і може використовуватися для всіх можливих гідрографічних і морських будівельних завдань, включаючи:

- Гідрографічну і батиметричну зйомку;
- Монтаж облямівок мостів і пірсів;
- Поглиблення каналів Скидання відвалів при будівництві безводних вод;
- Позиціонування барж і бурових платформ Відстеження та моніторинг буксирів при закріпленні або розвантаження барж;
- Прокладання та обстеження підводних трубопроводів і кабелів тощо.

Система Trimble SPS461 - це модульне двочастотне рішення, яке використовує дві окремі двочастотні конфігурації антени. Використання двох частот забезпечує більш швидку ініціалізацію і відновлення прийому сигналу.

У поєднанні з програмним забезпеченням Trimble HYDROpro і різними зовнішніми датчиками, наприклад, в поєднанні з датчиками руху можна отримати рішення для моніторингу припливів і моря, а також моря.

Залежно від виконаного завдання, користувачам системи SPS461 може знадобитися різноманітна точність позиціонування судна: від метра до до санітометра.

Beacon Система SPS461 дозволяє запускати з найдешевшою базовою конфігурацією SPS461 DGPS, а потім, в міру збільшення складності завдань і інструментів, поступово оновлює її до Розташування RTK OmniSTAR, MarineSTAR, Location RTK PV, Precise RTK або RTX, зберігаючи при цьому початкові інвестиції.

Всі SPS приймачі мають однаковий інтерфейс та аксесуари. Тому кожен з Trimble приймачів легко інтегрується з іншими системами Trimble: ви можете використовувати однакові дані аксесуари з різними приймачами, потребують мінімального навчання при переході на іншу систему.

Hydrotrac фірми ODOM.

- Ідеально підходить для невеликих човнів та суворих умов;
- Частота рухлива;
- Теплова висока роздільна здатність;
- Внутрішній DGPS (необов'язково);
- Водонепроникний;
- Flash можна оновити;
- Варіант бічного сканування.

Спеціально розроблений для роботи в менш ідеальних умовах на невеликих оглядових човнах та придатний для використання Hydrotrac™ пропонує компактну портативність та впевненість у тому, що ви використовуєте перевірений продукт Odom. Він повністю водонепроникний і оснащений такими ж вдосконаленими функції, яким ви довіряєте та залежать від них в ехолотах Odom.

Echotrac фірми ODOM.

Багатопромневі ехолот використовують багато вузьких, цілеспрямованих балок (16-1400) для відображення сувої морського полотна. Кожен промінь повертає одне вимірювання глибини. Ширина пута може дорівнювати від 2 до більш ніж 5 разів глибині води. Ця ширина залежить від багатьох факторів,

включаючи частоту променів, конфігурацію передавальних і приймальних датчиків, глибину води і профіль швидкості звуку в водяному стовпі.

Є найбільш ефективними в глибокій воді через широку область покриття, яка збільшується з глибиною. На мілководді необхідно запустити ще багато оглядових ліній, щоб охопити ту ж площу. Одним з ускладнень ехосундерів мультибему є те, що вони виробляють величезну кількість даних і, таким чином, вимагають спеціалізованих комп'ютерних систем і програмного забезпечення для збору та аналізу цих даних. Незважаючи на ці проблеми, мультибі-ехокоундери використовуються для більшості гідрографічних обстежень, коли застосовуються умови.

МКІІІ - це абсолютно новий дизайн, що включає передові технології та функції в компактному, портативному пакеті. Echotrac МКІІІ - єдиний ехолот, який пропонує вибір термореєстратора з високою роздільною здатністю та повнорозмірної кольорової РК-діаграми в взаємозамінні формати модулів. Кольоровий РК-дисплей пропонує зберігання даних (у стандартному форматі) та відтворення аналогового зворотного сигналу, оцифрованого до повної 16-бітової роздільної здатності. Як високі, так і низькі канали відрізняються спритністю частоти, що дозволяє оператору точно підібрати трансивер практично до будь-якого існуючий перетворювача. Ця здатність збігання мінімізує шуми поблизу поверхні, спричинені дзвінком датчика одночасно збільшуючи віддачу віддачі. Налаштування виконується з кроком 1 кГц як для високого, так і для низького рівня канали / діапазони від 750 кГц до 10 кГц. Вибір оператором кривих TVG (10 журналів, 20 журналів, 30 журналів, 40 журналів, і вимкнені) служать для оптимізації МКІІІ як для виявлення дрібних, так і для глибоководних задач та для Side Операція сканування. МКІІІ відрізняється неперевершеною гнучкістю взаємодії, пропонуючи 4 послідовних порти і високий швидкісний інтерфейс Ethernet LAN для максимальної ефективності збору даних. Стандартні послідовні інтерфейси для компенсатори руху та приймачі DGPS доступні в МКІІІ, як і ряд вихідних форматів сумісний з найпоширенішими струнами ехолота (NMEA, SDESO, Echotrac SBT, DBT та HEAVE).

Ехолот Simrad EA 400 SP.

Система працює з чотирма одночасними частотами в діапазоні 33–710 кГц. Всі канали контролюються незалежно, але одночасно спосіб передавання. На додаток до зберігання необроблених даних система може зберігати растрові дані, глибину, положення, хед та анотації. Сирі дані можна відтворити пізніше для генерації додавання даних.

GPT має динамічний діапазон 160 дБ з ненасичуючим приймачем, що дозволяє TVG для застосування в програмному забезпеченні. На додаток до відображення вертикальної глибини загальним варіантом є додавання двох бокових сканувань перетворювачі для бокового сканування з високою роздільною здатністю. Крім того, може бути низькочастотний перетворювач використовується для нижнього профілювання (15 кГц).

Декілька програмних пакетів від сторонніх постачальників можна використовувати одночасно для відображення електронної навігаційної карти.

EA 400SP - це портативна та захищена від бризок версія гідрографічного відлуння EA 400 ехолот, розміщений у захищеній валізі. Він компактний, що робить його ідеальним портативним ехолотом для зйомки на мілководді глибину води на невеликих, відкритих човнах або суднах, що перебувають у можливості Система складається з комп'ютера і трансивера загального призначення (GPT), розміщені у міцному та захищеному від бризок захисна валіза з класом захисту IP 65 та з вікном. Комп'ютер можна доставити як звичайний ноутбук або надійний ноутбук із рейтингом IP, і його можна налаштувати на роботу одинарні або подвійні частоти від 38 до 710 кГц. У цьому діапазоні Також доступні перетворювачі бічного сканування 120 і 200 кГц. Стандартно пристрій EA 400SP працює на постійній напрузі.

EA 400SP - це портативна та захищена від бризок версія гідрографічного відлуння EA 400 ехолот, розміщений у захищеній валізі. Він компактний, що робить його ідеальним портативним ехолотом для зйомки на мілководді глибину води на невеликих, відкритих човнах або суднах, що перебувають у можливості Система складається з комп'ютер і трансивер загального призначення (GPT), розміщені у міцному та захищеному від бризок захисна валіза з класом захисту IP 65 та з вікном. Комп'ютер можна доставити як звичайний ноутбук або надійний ноутбук із рейтингом IP, і його можна налаштувати на роботу одинарні або подвійні частоти від 38 до 710 кГц. У цьому діапазоні Також доступні перетворювачі бічного сканування 120 і 200 кГц.

Стандартно пристрій EA 400SP працює на постійній напрузі.

Програмне забезпечення.

Після монтажу, налагодження, калібрування і тестування обладнання вся подальша робота по збору та обробці гідрографічних даних, а також безпосередньо створення електронної морської навігаційної карти «Миколаївський морський торговельний порт», здійснювали за допомогою

програмного забезпечення HYPACK виробництва компанії HYPACK що входить до складу корпорації XYLEM.

HYPACK розробляє програмне забезпечення, на платформі Windows® для гідрографічних і днопоглиблювальних робіт. Надає гідрографам всі необхідні засоби для підготовки до зйомки, збору даних, обробки, вибірки і створення звітної продукції.

Дане ПЗ має широкий спектр можливостей та інструментів, за допомогою яких можна зробити планування, збір даних, обробку матеріалів, підготовку звітних планшетів, експорт матеріалів у різні формат, розрахунок обсягів ґрунту при днопоглибленні.

При плануванні ліній галсів для багатопроменевої зйомки необхідно дотримуватися правила, що галси повинні розташовуватися уздовж изобат. Це викликано необхідністю підтримки більш-менш постійної ширину смуги огляду БПЕ на галсі, яка змінюється в залежності від глибини. Сітка галсів повинна забезпечувати 100% перекриття між сусідніми гаслами, тому роблять 30% перекриття між ними для нівелювання неточного утримання судна на курсі або ж наявності бортовий качки. Для дотримання даних умов необхідно правильно розрахувати відстань між кожною парою галсів використовуючи файли XYZ попередніх промірів або старі карти при їх наявності. Розрахунок межгалсового відстані являє собою рішення геометричної задачі для прямокутного трикутника з відомим катетом і прилеглим кутом з необхідністю урахування 30% перекриття між гаслами.

Для створення ліній галсів використовується підпрограма Line Editor. Підпрограма має досить великі можливості. Як і в підпрограмі Border Editor створювати лінії галсів можна за допомогою курсору миші або ж задаючи координати вузлових точок.

Промірні роботи проводяться за допомогою двох підпрограм HYPACK Survey і HYSWEEP Survey. Підпрограма HYPACK Survey при проведенні проміру забезпечує навігаційну інформацію проміру. Так в цій програмі проводиться вибір ліній галсів, матриці проміру, вибирається профіль відображуваного судна, тривалість трекової лінії, величина курсового вектора, вибирається необхідний файл підкладки та файли XYZ.

Також в даній програмі оператор вносить дані про проект, які фіксуються в файлах сирих даних проекту - виробник проміру, район робіт, судно на якому проводиться промір, налаштовується форма запису файлу.

Функціонал підпрограми HYPACK Survey дозволяє налаштовувати окремий вид вікон для судноводія з необхідною йому інформацією для

безпечного проведення промірних робіт - вікно карти, інформація АІС, глибина в надирі, профіль дна, індикатор відхилення від галс і вікно даних з персональними налаштуваннями на розсуд судноводія.

Управління проведенням промірних робіт також здійснюється за допомогою даної підпрограми. До такого управління відноситься вибір галса і його напрямку, початок і закінчення галса, постановка проміру на паузу, постановка оперативних цілей, вибір напрямку галса, вимірювання відстаней і азимутів на головному екрані.

Підпрограма HYSWEEP Survey здійснює безпосередньо збір даних багатопроменевого проміру. Зовнішній вигляд підпрограми оператор налаштовує залежно від умов проведення проміру і своїх переваг.

По закінченню проведення промірних робіт, гідрограф повинен зробити аналіз отриманої інформації за час проведення роботи. У польових умовах до такого аналізу відноситься:

- перевірка наявності всіх файлів швидкості звуку;
- наявність всіх необхідних оперативних цілей;
- наявність файлів сирих даних відповідно до пройдених галсів;
- правильність заповнення матриці відповідно до пройдених галсів;
- можливість відкриття в обробнику отриманих файлів сирих даних проміру.

У разі виявлення, будь-яких помилок, приймає дії по виявленню джерела помилок і його усунення. Такими діями в залежності від ситуації можуть бути: перевірка настройки системи, її працездатність і усунення виявлених проблем, проведення додаткового вимірювання швидкості звуку, додаткова відсічення об'єкта оперативної цілю, проведення додаткових проходів по галсам в разі виявлення сумнівних даних проміру і т. п.

Після отримання файлів глибин необхідно провести аналіз на якість проведеного проміру і на достовірність отриманих даних, для можливості їх використання для виготовлення електронної карти.

4 ГІДРОГРАФІЧНІ РОБОТИ В АКВАТОРІЯХ ПОРТІВ УКРАЇНИ

4.1 Гідрографічні роботи в акваторії порту «Азовсталь» та гавані Шмідта.

Азовське море є наймилішим морем у світі. Його глибини ледь сягають 15 м, а площа становить всього 38 тис. км². Проте Азовське море є невід’ємною і важливою складовою всього морського транспортного потенціалу України, а тому детальне дослідження його гідрографічної складової вкрай важливе для підтримання якісного навігаційно-гідрографічного забезпечення мореплавства в цьому регіоні, зокрема в українській частині Таганрозької затоки і на підходах до портів Маріуполь та Бердянськ.

Відокремленість Таганрозької затоки безпосередньо від моря Білосарайською та Довгою косами, значна мілководність, стік судноплавної річки Дон, а також постійний вплив пануючих вітрів уздовж її осі створюють цілу низку специфічних особливостей гідрологічного характеру. Так, для затоки властиве вітрове хвилювання, яке може швидко розвиватися та поширюватися на всю товщу води і призводити до значних згонів і нагонів води. Крім цього, материковий стік річок Дон, Кальміус, Міус та Єя зумовлює появу стічних течій, переважно у напрямку зі сходу на захід у бік акваторії порту Маріуполь, зокрема у зону підхідного каналу Вугільної гавані. Через опрісненість вод і малі глибини у затоці на цій ділянці Азовського моря найчастіше утворюється льодовий покрив. Під впливом природних факторів, згаданих вище, а також через підвищення середньомісячних рівнів води, що призводить до абразії узбережжя Таганрозької затоки, виникає необхідність у систематичних топографо-геодезичних роботах, особливо у районі краю кіс.

Обсяги вийнятого ґрунту з акваторії порту Маріуполь у різні роки (за даними галузевих ЗМІ та видань):

Таблиця 4.1 - Обсяги вийнятого ґрунту з акваторії порту Маріуполь у різні роки

Рік	Обсяг вийнятого ґрунту
1949	2,6 млн м ³
1950	1,5 млн м ³
1951	2,1 млн м ³
1952	1,7 млн м ³
1953	2,3 млн м ³
2016	> 1 млн м ³
2018	0,35 млн м ³
2019	1,4 млн м ³

Переважна причина інтенсивного замулювання рідким наносним мулом підхідного каналу Вугільної гавані порту (до 2 млн кубометрів) – шторми північно-східного напрямку, які викликають перемішування води з донними наносами. Наслідком цього є змінність прохідних глибин, що вкрай негативно впливає на безпеку судноплавства. Так, у 1952 р. через 15-денний шторм (з 10 по 24 листопада), під час якого швидкість вітру сягала 27 м/с, підхідний канал Маріупольського порту було замулено на 1,0–2,4 м, а загальний обсяг нанесеного ґрунту становив 1,7 млн кубометрів.

Крім акваторії порту Маріуполь, у районі стічних течій зі сходу проходять рекомендовані шляхи № 30, 31, 32, 52, розташовуються акваторія порту Азовсталь та гавань Шмідта, глибини яких під впливом природних явищ також можуть змінюватися. Тож для забезпечення гарантованих судноплавних глибин в порту щорічно проводяться днопоглиблювальні роботи, а для підтримання морських навігаційних карт на сучасному рівні на акваторіях портів Бердянськ та Маріуполь, що є головними морськими воротами південного сходу України, регулярно здійснюються гідрографічні проміри і ґрунтові зйомки.

В ході гідрографічних робіт державна геодезична мережа не використовувалася, геодезичні мережі на ділянці не створювалися. Всі гідрографічні роботи на ділянці виконуються в зоні UTM (Універсальний поперечний меркататор) 37 на еліпсоїді WGS-84.

Всі глибини були доведені до середнього багаторічного рівня Азовського моря – 470 см відносно єдиного нуля поста Чорного та Азовського морів. Єдиний нуль поста Чорного та Азовського морів на 5 метрів нижче нуля кронштадтської підніжжя. Середній багаторічний рівень порту Маріуполь становить 471 см.



Рисунок 4.1. Накопичення супутникових даних у порту Маріуполь

Вимірювальний пост і мареограф розташовані в Маріупольському морському торговельному порту та Азовському суднобудівному заводі відповідно. До і після кожного вимірювання ехолот калібрувався на кроці 1 м з калібрувальним диском на всьому діапазоні вимірюваних глибин.

DGPS використовував Trimble SPS 461 Beacon в диференціальному режимі. Поправки були взяті з станції контролю-корекції морської диференціальної підсистеми GPS, встановленої на Єнікальський маяк.

Якість приймача DGPS Trimble SPS 461 Beacon була перевірена до початку робіт, згідно з нормативними документами, в точці супутникової геодезичної мережі 2518, яка розташована на території Азовського судноремонтного заводу

в Маріуполі і має точні координати WGS-84. Точність Маяка Trimble SPS 461 в DGPS була $M_{xy} \pm 0,689$ м.



Рисунок 4.2. Підходи до закритої акваторії порту Азовсталь

Під час вимірювань використовувався ехолот Odom Hydrotrac.

Ехолот Odom Hydrotrac, встановлений на моторному човні, використовувався на частоті 200 кГц. Чутливість була встановлена на рівні 70-80%. Потужність встановлена на малу.



Рисунок 4.3. Тарирування ехолоту

Вимірювання швидкості звуку проводилися під час калібрування ехолота по всьому діапазону вимірюваних глибин до і після вимірювальних робіт.

Основні галси під час промірних робіт на акваторії порту Азовсталь і гавань Шмідта були прокладені перпендикулярно причальним стінкам з відстанню між галсами 50 метрів. Контрольні галси проходили паралельно причальним стінкам (поперек основних галсів). Швидкість руху моточовна при виконанні промірних робіт не перевищувала 3 вузла.

Точність виконання промірних робіт, виконаних на частоті випромінювачів 200 кГц, можна вважати високою.

Навколо міського острова прибережна смуга проростає комишом. Є багато рибальських мостів і човнових гаражів. Міський острів має пісочний берег.

Азовське море не підлягає припливам.

Для обробки вимірювань використовували дані рівня моря з Мареографа Маріупольського гідрометеорологічного центру, розташованого в судноремонтному басейні Маріупольського морського торговельного порту.

Під час промірних робіт велись спостереження між показаннями рівня порту Маріуполь, Азовсталь і Мареографа Маріупольського ГМЦ. Результати аналізу показали, що рівень моря в порту Маріуполь і Азовсталь має незначну різницю.

Рівень в гирлі річки Кальміус, під час промірних робіт, не вивчався.

Глибина визначалася наступним чином: до глибини показаного ехолотом була додана глибина трансдюзера ехолоту, отриманого в процесі калібрування і відрахування/доданого рівня в добу проміру до середнього багаторічного рівня (470 см).

Під час земляних робіт було підтверджено довжину та наявність пальового бар'єру вздовж східної сторони підхідного каналу гавані Шмідта (Маріупольський рибний порт).

Помітна поверхнева бетонна конструкція була знайдена в координатах 47°05'14.6"N 37°34'36.8"E. Ряд паль були знайдені в координатах 47°05'30.4"N 37°34'50.3"E. Вздовж фарватеру до порту Азовсталь відбувається скупчення рибалок і сіток.

Під час промірних робіт в акваторії порту Азовсталь було видно лише світний навігаційний знак Азовсталі Передній (№2400) з регулярною добовою видимістю.

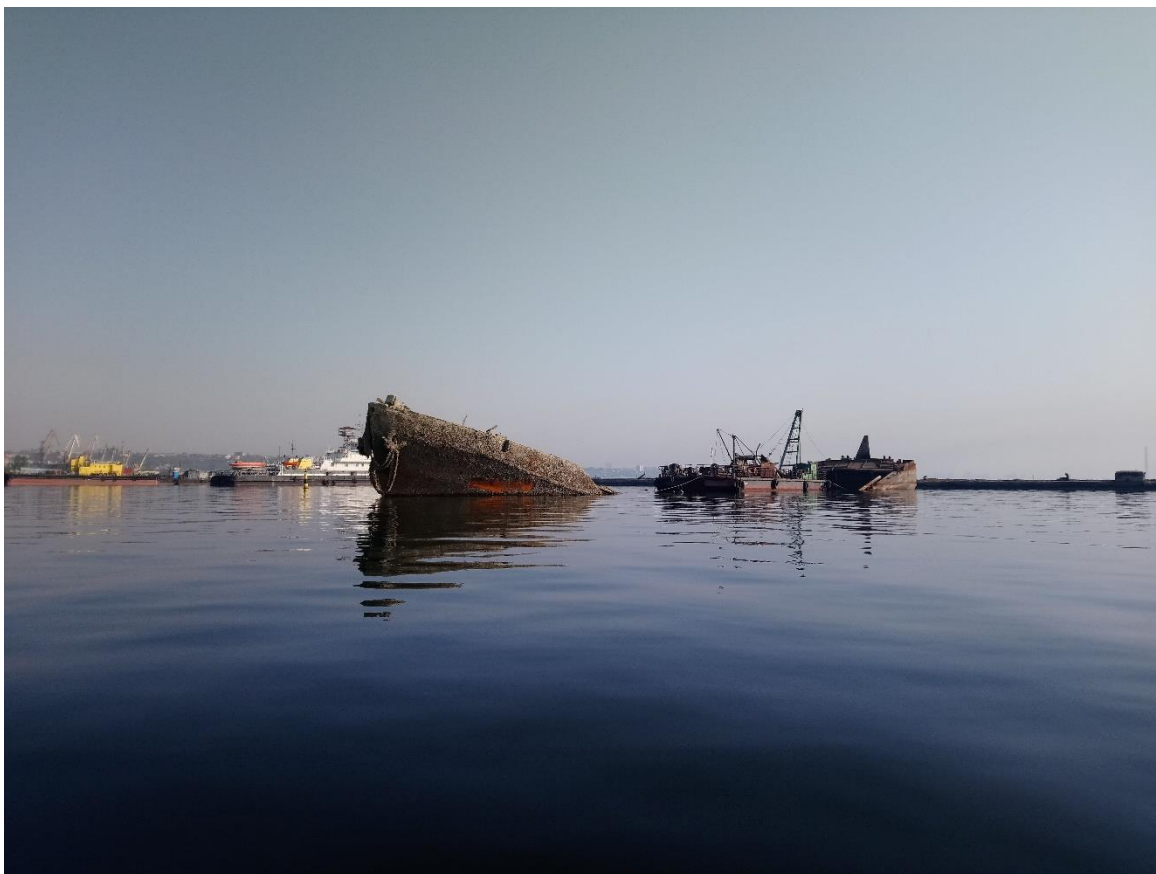


Рисунок 4.4. Підйом навігаційної небезпеки у порту Маріуполь

Під час вимірювальних робіт у програмному комплексі Нураск використовувалися такі геодезичні дані:

- Сітки: UTM Північ;
- Зона: Zona 37 (36E-42E);
- Одиниця відстані: метр;
- Одиниця глибини: метр;
- Еліпсоїд: WGS-84.

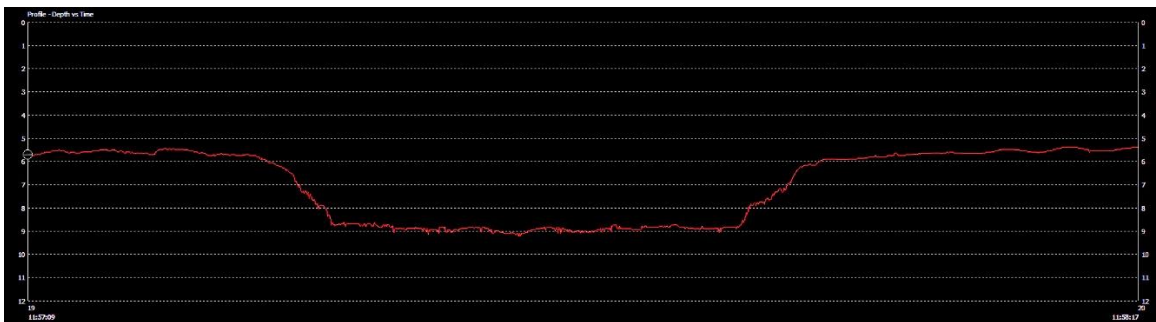


Рисунок 4.5. Ехограма профілю підхідного каналу

Таблиця 4.2 - Дані калібрування. Гавань Шмидта. Акваторія порту Азовсталь. Азовсталь Моторний човен. Odom Hydrotrac.

	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2	1. У 1990-х х	1.У 1990-х х	0.33	1.65	1.67	0.34
3	2.67	2.67	0.33	2.66	2.66	0.34
	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2	1.68	1.66	0.33	1.7		0.3
3	2.68	2.69	0.32	2.67	2.63	0.35
4				3.67	3.71	0.31
5				4.72	4.71	0.29

Таблиця 4.3 - Дані калібрування. Акваторій порту Азовсталь. Odom Hydrotrac.

	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1	0.69					
2	1.7	1.68	0.31	1.71	1.7	0.3
3	2.68	2.68	0.32	2.7	2.69	0.31
4	3.69	3.69	0.31	3.71	3.7	0.3
5	4.68	4.68	0.32	4.7	4.69	0.31
6	5.68	5.68	0.32	5.7	5.7	0.3

Таблиця 4.4 - Дані калібрування. Акваторій порту Азовсталь. Odom Hydrotrac.

Лот	Калібрування до проміру			Калібрування до проміру		
	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2	1.67	1.67	0.33	1.67	1.67	0.33
3	2.65	2.67	0.34	2.68	2.66	0.33
4	3.65	3.65	0.35	3.67	3.65	0.34
5	4.66	4.65	0.35	4.66	4.66	0.34
6				5.66	5.65	0.35

Під час обробки вимірювальних робіт в програмному комплексі Нураск регулювання Sounding Adjustment використовуються наступні поправки (середнє значення k в день промірних робіт):

Таблиця 4.5 – дані таблиці значень швидкості звуку та занурювання випромінювача ехолоту

	Катер		
1	0.33	0.3	0.33
2	0.33	0.31	0.34
3	0.31	0.3	0.35
4	0.29	0.31	0.34
5		0.31	0.35

4.2 Гідрографічні роботи на підхідному каналі порту Бердянськ.

Промірні роботи акваторії порту Бердянськ здійснювались на спеціально обладнаному моторному човні. Промірні роботи в Бердянській гавані проводилися в масштабах 1:2000. Запланована відстань між галсами складала 20 метрів, контрольна міжгалсова дистанція складала 60 метрів. Обсяг завершених робіт становить 0,7 км². Вимірювальні роботи проводилися лише за сприятливих погодних умов з порушенням не більше 40 см.

Вимірювання на підхідному каналі порту Бердянськ було проведено на гідрографічному судні. Роботи з вимірювання проводилися в масштабі 1:10 000 від 2 до 20 км, а також 1:5000 від 0 до 2 км підхідного каналу порту Бердянськ. Запланована відстань між галсами складала 100 метрів і 50 метрів відповідно. Контрольні галси були прокладені по лівій і правій бровці, а також на вісь каналу. Обсяг проведених робіт склав 3,7 км².

В ході гідрографічних робіт державна геодезична мережа не використовувалася, геодезичні мережі на ділянці не створювалися.

В ході промірних робіт були використані наступні технічні засоби:

- Ехолот Odom Hydrotrac;
- Ехолот Reson NaviSound 620;
- DGPS Trimble SPS 461 Beacon;
- Ліцензійне програмне забезпечення Нураск.



Рисунок 4.7. Комплект спутникових прийомників Trimble R8s.

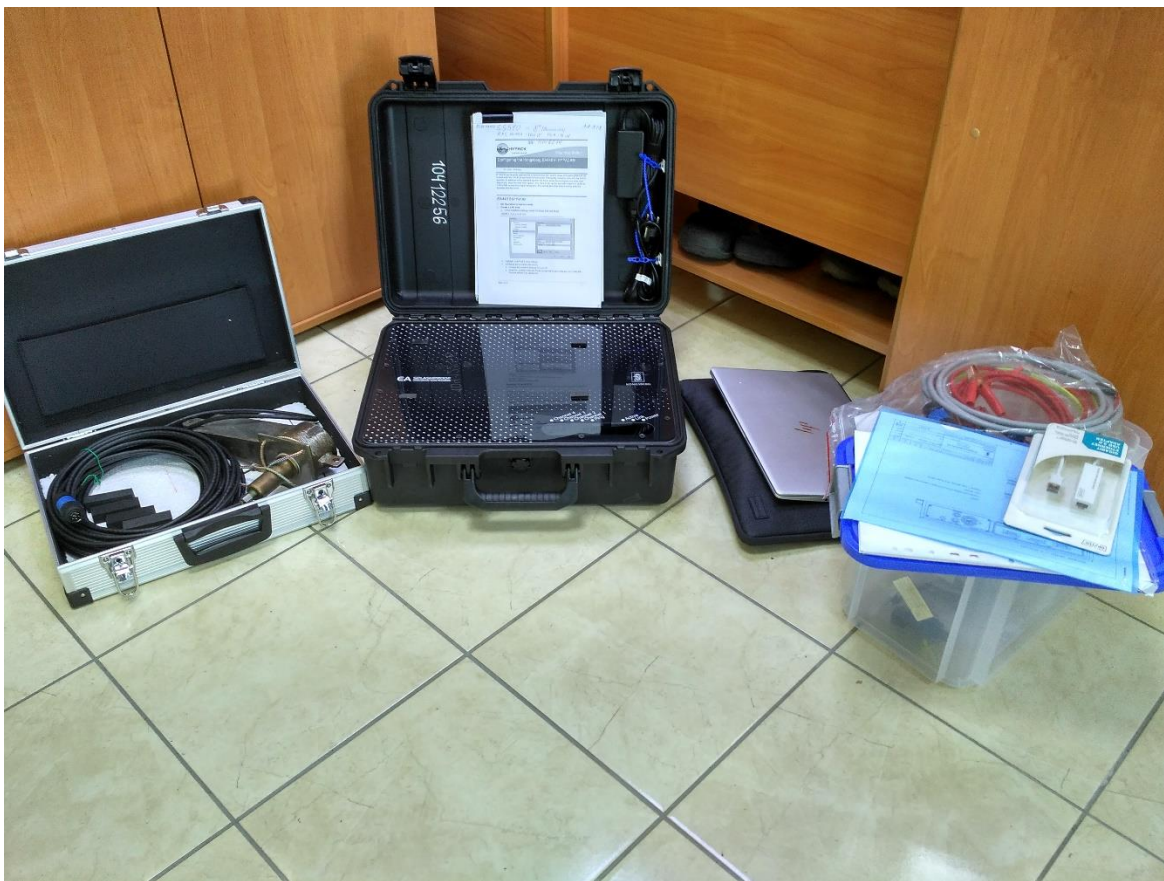


Рисунок 4.8. Комплект однопроменевого ехолоту Kongsberg.

Всі гідрографічні роботи на ділянці виконуються в зоні UTM (Universal Transverse Mercator) зона 37 на еліпсоїді WGS-84.

Всі глибини були доведені до середнього багаторічного рівня Азовського моря – 470 см відносно єдиного нуля поста Чорного та Азовського морів. Єдиний нуль поста Чорного та Азовського морів на 5 метрів нижче нуля Кронштадтського підніжжя. Середній багаторічний рівень порту Бердянськ становить 475 см.

Водомірний пост знаходиться в порту Бердянськ і застосовується до всіх ділянок вимірювання.

Швидкість гідрографічного судна під час виконання вимірювань не перевищувала 7 вузлів, моторного човна - 4 вузли.

До і після кожного вимірювання ехолот калібрувався на кроці 1 м з калібрувальним диском на всьому діапазоні вимірюваних глибин.

За допомогою програми SingleBeamEditor, з програмного комплексу Нураск, обробка шуму (перешкоди) була оброблена, ехограм промірних галсів, згладжувалося хвилювання, накладені дані калібрування, рівні на час вимірювання.

Ехолот Reson NaviSound 620, встановлений на гідрографічному судні, використовувався в двочастотному режимі 200 і 33 кГц. Під час вимірювальних робіт регулярно спостерігалися ехограми на вторинній частоті 33 кГц.

Під час проведення вимірювальних робіт на гідрографічному судні неодноразово перевірялася затримка, результат якої становить: -0,2 - -0,5 секунди. Випробування проводилися на 5 профілях каналу. В результаті аналізу за допомогою утиліти LatencyTest, з програмного комплексу Нураск, було визначено 19 значень, середнє значення яких становить - «-0,33». В якості аналізу редагування галсів при застосуванні коефіцієнта затримки 0,3 - 0,4 результати поперечні галси з поздовжніми збігаються (нехтуючи різницею до 10 см). Під час обробки вимірювальних робіт використовувався середній тест затримки з протилежним знаком – «0,33» секунди. На момент вимірювання коефіцієнт затримки становить «-0,4» секунди.

Для визначення курсу, крену в морі пропонується в майбутньому використовувати на гідрографічному судні два антенних рішення Trimble SPS461.

DGPS використовував Trimble SPS 461 Beacon в диференціальному режимі. Поправки були взяті з станції контролю-корекції морської диференціальної підсистеми GPS, встановленої на Єнікальському маяку.

Якість приймача DGPS Trimble SPS 461 Beacon була перевірена до початку робіт, згідно з нормативними документами, в точці супутникової геодезичної мережі 2518, яка розташована на території Азовського судноремонтного заводу в Маріуполі і має точні координати WGS-84. Точність Trimble SPS 461 Beacon в DGPS була $M_{xy} \pm 0,689$ м.

Під час вимірювальних робіт на гідрографічному судні приймач DGPS Trimble SPS 461 Beacon передав координати на ноутбук через інтерфейс Ethernet. Під час вимірювальних робіт на приймач DGPS Trimble SPS 461 Beacon передав координати на ноутбук через модуль Bluetooth.

На моточовні антена GPS-приймача Trimble GA530 була встановлена на штанзі трансдюсера ехолота, щоб виключити горизонтальні зрушення. На гідрографічному судні на димоході корабля була встановлена антена GPS-приймача Trimble GA530. В ході виконання промірних робіт використовувались такі зсуви антени щодо штанги трансдюсера ехолота: Starboard «-2.04», Forward «6.33», Vertical «-6.96».

Одночасно з використанням DGPS Trimble SPS 461 Beacon для навігаційних задач на гідрографічному судні використовувався: навігаційний

GPS-приймач корабля SAMYUNG ENC SPR-1400 і картограф Furuno GD-1920C.

Під час вимірювальних робіт не було виявлено нот або проблем з ДГПС Trimble SPS 461 Beacon.

Ехолот Odom Hydrotrac, встановлений на моторному човні, використовувався на частоті 200 кГц. Чутливість встановлена на рівні 60-70%. Вихідна потужність (Tx.POWER) була встановлена на невелику. Коментарів або проблем під час промірних робіт не виявлено.

Reson NaviSound 620, встановлений на гідрографічному судні, використовувався в двочастотному режимі 200 і 33 кГц. Під час вимірювальних робіт регулярно спостерігалися ехограми на вторинній частоті 33 кГц.

Правильність показань даних (з урахуванням видимого занурення трансдюсера ехолота) перевірялася лотом за допомогою ручного вимірювання кожного разу, коли він калібрувався на пірсі.

Визначення швидкості звуку не було. Вимірювання швидкості звуку і глибини трансдюсера ехолота проводилися під час калібрування ехолоту по всьому діапазону вимірюваних глибин до і після вимірювальних робіт.

Гідрографічна робота за допомогою гідрографічного судна на підхідному каналі порту Бердянськ здійснювалося поперечними галсами з міжгалсовою відстанню 100 метрів. Контрольні галси були зроблені на бровках і осі каналу. Крім 0-2 км підхідного каналу порту Бердянськ, виміряні роботи проводив моторний човен. Загалом від 0 до 2 км наближеного каналу порту Бердянськ виміряні роботи проводилися з міжгалсовою відстанню 50 метрів. Швидкість гідрографічного судна під час вимірювань на поперечних галсах не перевищувала 7 вузлів.

Основні галси під час промірних робіт у гавані (акваторії) порту Бердянськ пройшли паралельно пірсам №1, 2 з міжгалсовою відстанню 20 метрів. Контрольні галси проходили паралельно пірсам №3, 4. Швидкість руху катера під час виконання прибиральників не перевищувала 4 вузлів.

Під час промірних робіт в гавані (акваторії) порту Бердянськ було обстежено дві навігаційні небезпеки, розташовані в південно-східній частині району порту біля хвилелому, згідно морської навігаційної карта №3702 «Порт Бердянськ» затоплені понтони, обидві критичні глибини підтверджені.

Під час промірних робіт у гавані (акваторії) порту Бердянськ був виявлений затоплений плаваючий причал, раніше нанесений як робочий, згідно з морською навігаційною картою №3702 «Порт Бердянськ» з коректором.

Точність вимірювальних робіт, виконаних на частоті випромінювачів 200 кГц, можна вважати високою.

Для обробки вимірювань дані про рівень моря були взяті з Морської гідрометеостанції Бердянська, яка знімає показання з кожні 6 годин.

Глибина визначалася наступним чином: до глибини показань ехолота була додана глибина трансдюсера ехолота, отриманого в процесі калібрування і віднімався/додавався рівень на добу проміру до середнього багаторічного рівня (470 см).

Течії в Бердянській затоці слабкі і залежать від напрямку вітру. Навіть при сильних штормах швидкість струму на Бердянській косі зазвичай не перевищує одного вузла.

Від 10 км до 20 км завжди було хвилювання в порівнянні з другою половиною каналу, закритою Бердянською косою.

Навколо хвилелому знаходяться купи залізобетонних конструкцій, видно руйнування і зміщення бетонних конструкцій хвилелому.

Під час промірних робіт у гавані (акваторії) порту Бердянськ було обстежено дві навігаційні небезпеки поблизу південно-східного кінцівки хвилелому, згідно морської навігаційної карта №3702 «Порт Бердянськ» затоплені понтони, обидві критичні глибини підтверджені.



Рисунок 4.9. Зовнішній вигляд навігаційного знаку на західному куту порту Бердянськ.

Під час промірних робіт в гавані (акваторії) порту Бердянськ був виявлений затоплений плавучий причал, раніше нанесений як робочий, згідно морська навігаційна карти №3702 «Порт Бердянськ» з коригуванням до травня 2014 року. Затоплений плавучий причал порт закриває пустими пластиковими пляшками.

У районі будівництва контейнерного терміналу спостерігається з-під води щогла затонулого судна, відмічена на морській навігаційній карті №3702 «Порт Бердянськ».

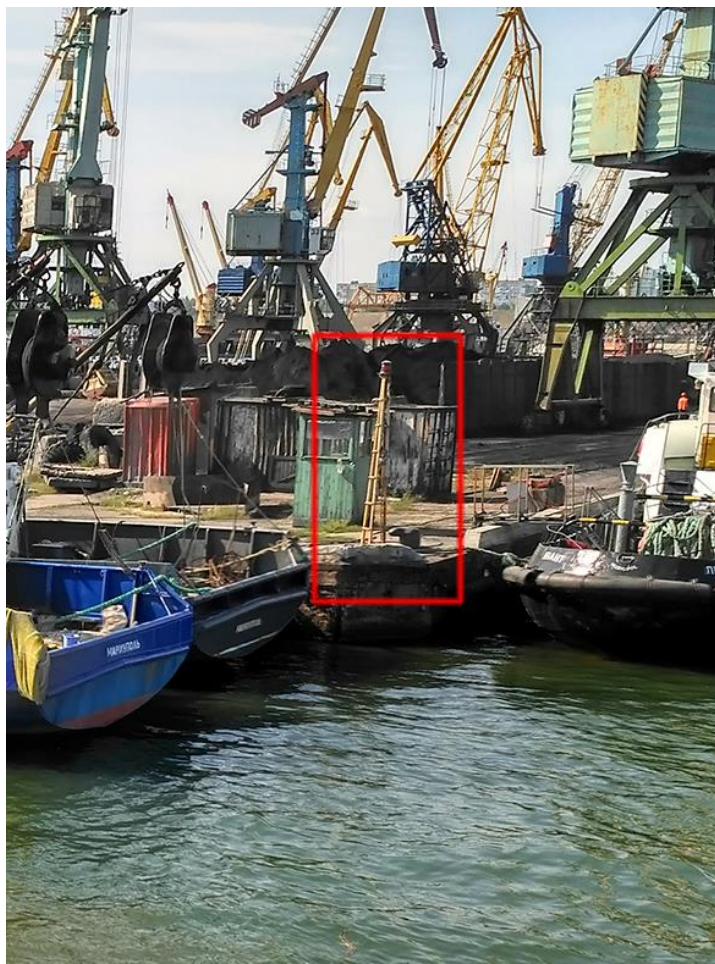


Рисунок 4.10. Зовнішній вигляд навігаційного знаку на східному куту порту Бердянськ.



Рисунок 4.11. Нововиявлена затонула підводна небезпека.

Під час виконання промірних робіт на осі каналу було проведено позиціонування гідрографічного судна за допомогою приймача DGPS Trimble SPS 461 Beacon, а також по створу знака порту Бердянськ.

Варто зазначити, що посібник «Вогні та знаки Чорного та Азовського морів, №201», а також у «Лоція Чорного та Азовського морів на води України №101» говорить, що знак Бердянський Передній не світний. Під час промірних робіт було відзначено, що знак світить і світить цілодобово. Жовта світлова доріжка добре видно здалеку.

На кутах причалу №6 знаходяться металеві конструкції у вигляді пірамід, зверху яких є судові навігаційні вогні. Жодної згадки про ці вогні не було знайдено в посібниках.

Не було закріплення берегової лінії. Таблички і контур берегової лінії біля порту Бердянськ були взяті з топографічного обстеження, зробленого в липні 2010 року. Зміни візуально не спостерігаються.

Точність даних, що містяться в Списку радіосигналів адміралтейств (ALRS), не була перевірена.

Заміри прісноводних джерел, припливів, магнітних відхилень не проводилися.



Рисунок 4.12. Зовнішній вигляд переднього створного знаку порту Бердянськ.

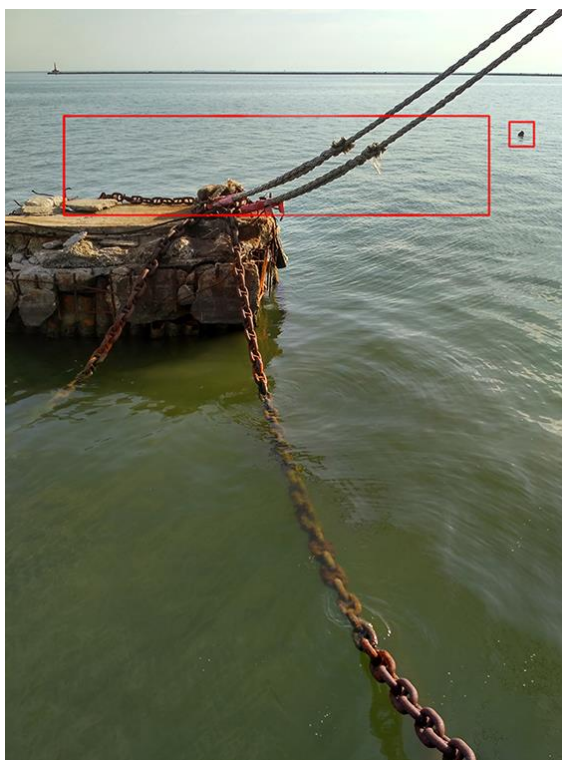


Рисунок 4.13. Нововиявлена затонула підводна небезпека.

Під час промірних робіт у Бердянській затоці було відзначено глибшу прозорість води на відміну від Таганрога.

Геодезичні дані. Під час вимірювальних робіт у програмному комплексі Нураск використовувалися такі геодезичні дані:

- Сітки: UTM Північ;
- Зона: Zona 37 (36E-42E);
- Одиниця відстані: метр;
- Одиниця глибини: метр;
- Еліпсоїд: WGS-84.

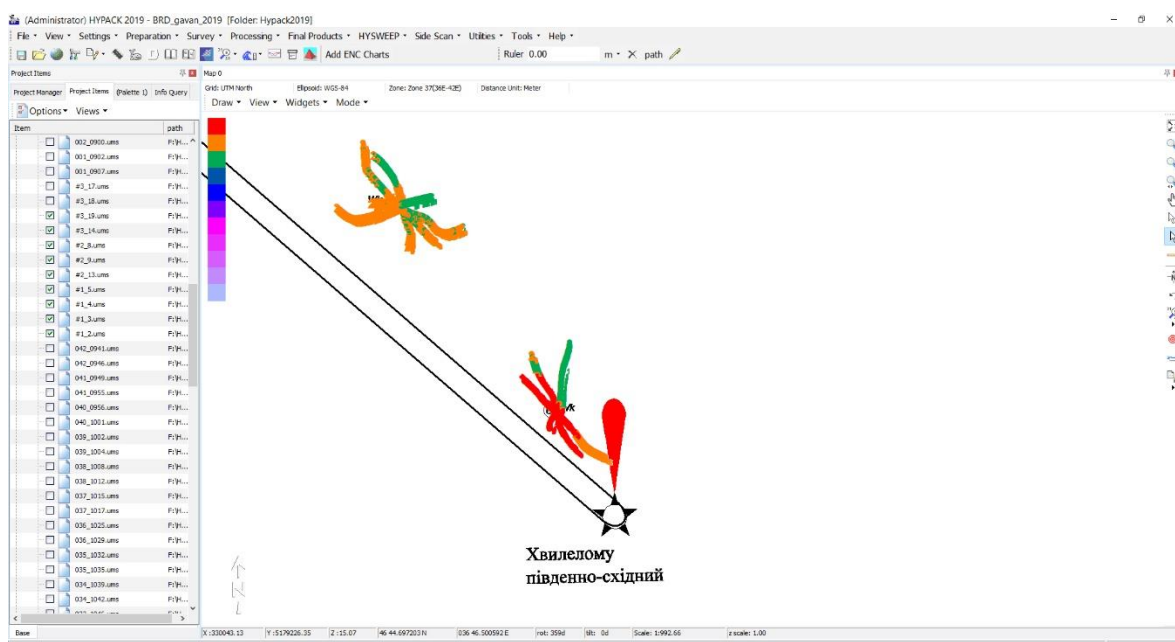


Рисунок 4.14. Обстеження раніше виявлених підводних небезпек.

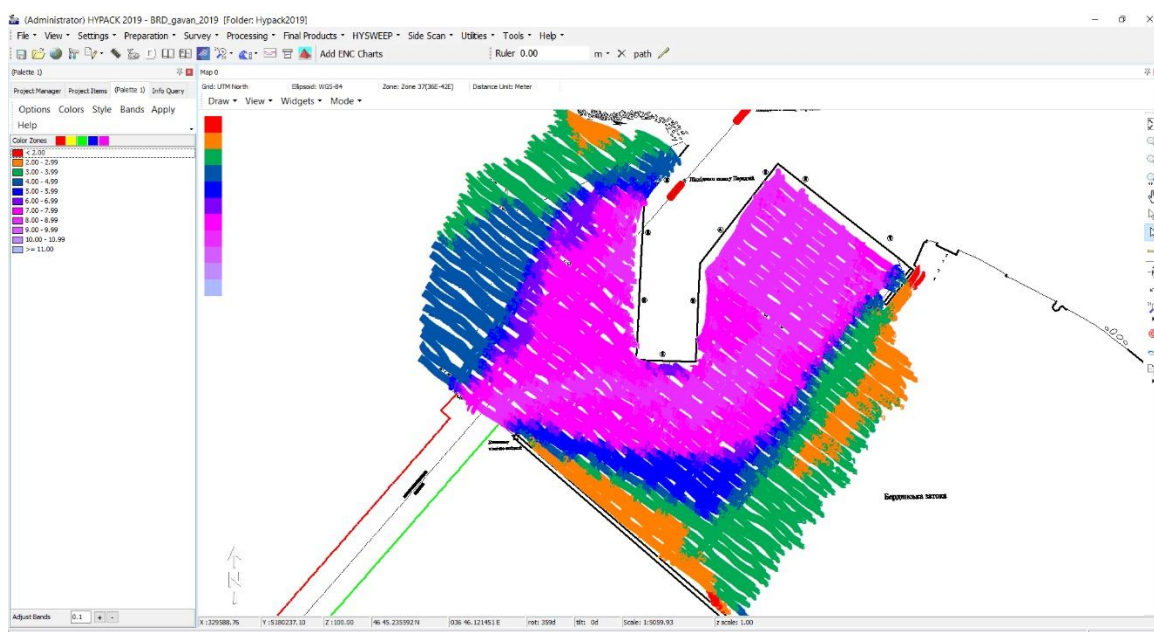


Рисунок 4.15. Загальний вид програмного забезпечення НУРАСК після виконання промірних робіт.

Таблиця 4.6 – Дані калібрування. Гавань (акваторія) порту Бердянськ.
Катер. Ехолот Odom Hydrotrac.

	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1				0.69		
2	1.67	1.67	0.33	1.67	1.67	0.33
3	2.66	2.66	0.34	2.67	2.67	0.33
4	3.66	3.65	0.35	3.67	3.66	0.34
5	4.65	4.65	0.35	4.68	4.66	0.33
6	5.66	5.66	0.34	5.66	5.67	0.34
7	6.66	6.64	0.35	6.65	6.67	0.34
8	7.66	7.65	0.35	7.65	7.67	0.34

Таблиця 4.7 – Дані калібрування. Гавань (акваторія) порту Бердянськ.
Катер. Ехолот Odom Hydrotrac.

	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1		0.67				
2	1.67			1.67	1.67	0.33
3	2.66			2.66	2.68	0.33
4	3.66			3.67	3.67	0.33
5	4.65			4.66	4.67	0.34
6	5.66			5.66	5.67	0.34
7				6.67	6.66	0.34
8	7.66	7.65	0.35	7.66	7.67	0.34

Таблиця 4.8 – Дані калібрування. Гавань (акваторія) порту Бердянськ. Катер. Ехолот Odom Hydrotrac.

Лот	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2	1.68	1.67	0.33	1.67	1.68	0.33
3	2.67	2.67	0.33	2.67	2.67	0.33
4	3.67	3.67	0.33	3.67	3.67	0.33
5	4.67	4.67	0.33	4.66	4.68	0.33
6	5.67	5.67	0.33	5.66	5.65	0.35
7	6.67	6.66	0.34	6.66	6.68	0.33
8	7.66	7.65	0.35	7.66	7.66	0.34

Таблиця 4.9 – Дані калібрування на RESON NaviSound

Лот	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2				0.72	0.76	1.26
3	1.72	1.69	1.3	1.71	1.68	1.31
4	2.71	2.69	1.3	2.73	2.73	1.27
5	3.69	3.69	1.31	3.71	3.71	1.29
6	4.67	4.68	1.33	4.7	4.69	1.31
7	5.67	5.61	1.36	5.71	5.72	1.29
8	6.69	6.69	1.31	6.67	6.68	1.33
Калібрування після проміру						
Лот	Ехолот		К			
	Спуск	Підйомі				
1						
2	0.76	0.75	1.25			
3	1.82	1.73	1.23			
4	2.82	2.7	1.24			
5	3.75	3.67	1.29			
6	4.73	4.69	1.29			
7	5.75	5.7	1.28			
8	6.57	6.7	1.37			

Таблиця 4.10 – Дані калібрування на RESON NaviSound.

	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2	0.74	0.72	1.27	0.72	0.71	1.29
3	1.72	1.7	1.29	1.7	1.68	1.31
4	2.7	2.7	1.3	2.68	2.69	1.32
5	3.69	3.7	1.31	3.68	3.67	1.33
6	4.7	4.68	1.31	4.67	4.66	1.34
7	5.69	5.66	1.33	5.67	5.66	1.34
8	6.68	6.67	1.33	6.66	6.65	1.35

Таблиця 4.11 – Дані калібрування на RESON NaviSound.

	Калібрування до проміру			Калібрування після проміру		
Лот	Ехолот		К	Ехолот		К
	Спуск	Підйомі		Спуск	Підйомі	
1						
2	0.73	0.72	1.28	0.74	0.76	1.25
3	1.73	1.72	1.28	1.74	1.72	1.27
4	2.71	2.72	1.29	2.72	2.73	1.28
5	3.69	3.71	1.3	3.72	3.71	1.29
6	4.69	4.68	1.32	4.74	4.71	1.28
7	5.66	5.7	1.32	5.71	5.71	1.29
8	6.67	6.68	1.33	6.7	6.67	1.32

Під час обробки вимірювальних робіт в програмному комплексі Нураск регулювання Sounding Adjustment використовуються наступні поправки (середнє значення k в день промірних робіт):

Таблиця 4.12 – дані таблиці значень швидкості звуку та занурювання випромінювача ехолоту

	ГС			Катер		
1	1.25 (1)25	1.28	1.26	0.33	0.33	0.33
2	1.28	1.3	1.27	0.34	0.34	0.33
3	1.27	1.31	1.28	0.34	0.34	0.33
4	1.3	1.32	1.29	0.34	0.34	0.33
5	1.31	1.32	1.3	0.34	0.34	0.34
6	1.31	1.33	1.31	0.35	0.34	0.33
7	1.33	1.34	1.32	0.34	0.34	0.34

Точність вимірювань.

Якість виконання, що використовується в вимірювальних роботах, приймач DGPS Trimble SPS 461 Beacon перед виконанням робіт був протестований, Згідно з нормативними документами, в точці супутникової геодезичної мережі 25 ± 18 , яка розташована на території Азовського судноремонтного заводу в Маріуполі і має точні координати WGS-84. М ху ± 0.689 м.

Під час вимірювальних робіт на гідрографічному судні на ехолоті Reson NaviSound 620 були виставлені наступні налаштування:

Таблиця 4.13 – налаштування двох частотного однопроменевого ехолоту Reson NS 620 Rt.

Частота (кГц)	200 кГц	33 кГц
Чернетка (см)	0	0
Екстрачастість А (кГц)	0	0
Екстрачастість В (кГц)	0	0
Початковаделя (см)	3	3
Початковий викручування (см)	60	120
Пре-підсилювач	20 дб	20
Діапазон	20 m	20 m
ПриймачІмпліфікатор	7	7
SoundVelocity (м/с)	1500	1500
ЗвукМод	Подвійний канал	Подвійний канал
Початок SLS	-40 db	-40 db
Нахил SLS	4.4 оцінка за 100	4.4 оцінка за 100
Таймгейт (2000	20 %	20%
Діапазон ТВГ	В'їд 10 m	В'їд 10 m
Початок ТВГ	-30 дб	-30 дб
Цикли ТХ	16	8
Потужність ТХ	20 вт	5 в
Режим ТХ	TVG, Нуль	TVG, Нуль

4.3 Гідрографічні роботи на підхідному каналі Дніпро-Бузького порту

Площа Дніпро-Бузького порту - 25 га. Порт має дві залізничні колії, автомобільні під'їзди до причалів. У порту один вантажний район. Порт має у своєму розпорядженні п'ять буксирів для проведення і швартування морських транспортних суден (2 х 2500 к.с. і 3 х 1200 к.с.). Довжина загальної причальної лінії становить 810 м. Її поділяють між собою п'ять причалів.

Підхідний канал порту Дніпро- Бузький, довжина якого 1,7 милі, відходить від дев'ятого коліна Бузько-Дніпровсько-Лиманського каналу і призначений для підходу до порту.

Глибини на підхідному каналі порту, внутрішній акваторії, становлять 10,3 м. Коливання рівня води досягають 1 м залежно від напрямку і сили вітру.

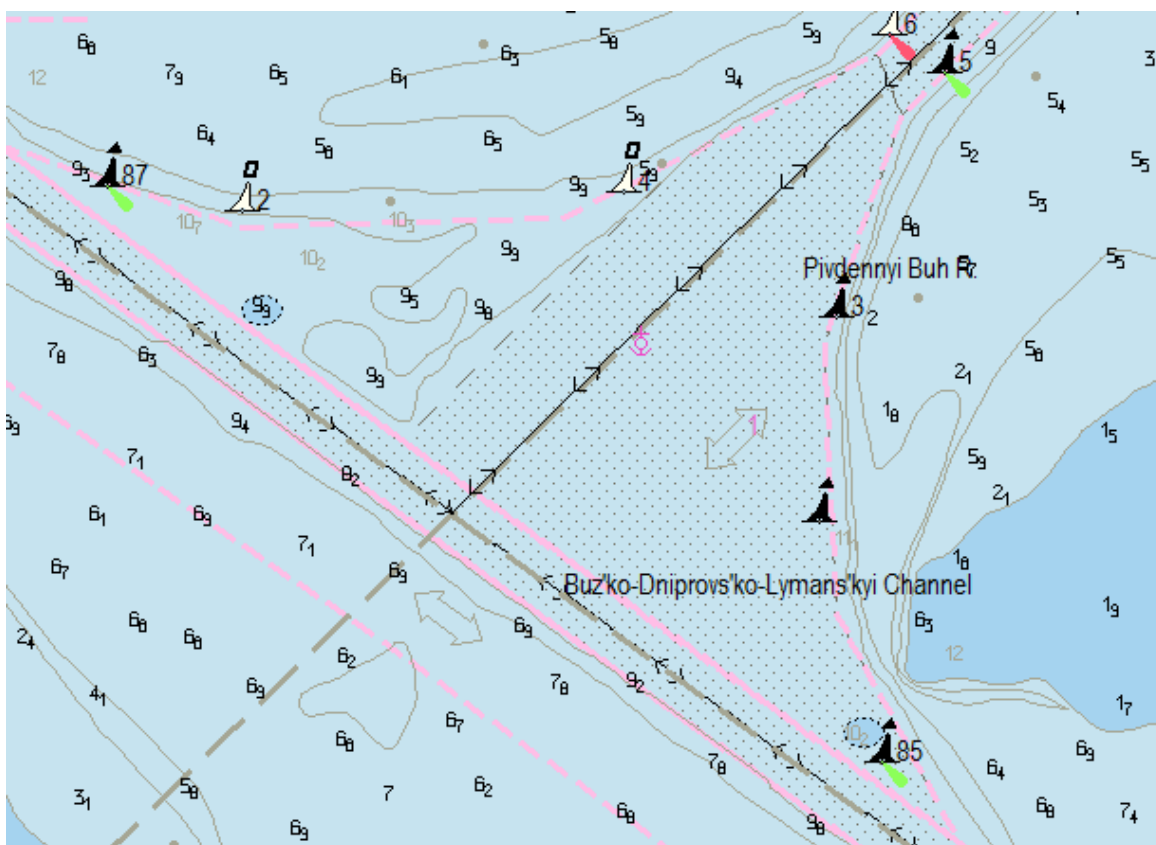


Рисунок 4.17. Витяг з електронної морської навігаційної карти. БДЛК

Місце з'єднання підхідного каналу порту і дев'ятого коліна Бузько-Дніпровського-Лиманного Каналу (Каталіне) знаходиться між світними буями правої сторони №85 Руської коси (№801 за книгою «Вогні і знаки») з координатами 46 44.3N 31 55.0 E, характеристикою вогню 3 Пр 3с 1М (вогонь зеленого кольору, пробіск 3с, дальність видимості вогню 1 миля) та № 87 (№803 за книгою «Вогні і знаки») з координатами 46 44.8N 31 54.1 E,

характеристикою вогню 3 Пр 3с 1М (вогонь зеленого кольору, пробіск 3с, дальність видимості вогню 1 миля) і утворює так званий «розтруб» — зовнішній рейд порту, якірне місце № 1. Канал починається за 1 милю на WSW від краю Руської коси. Ширина каналу становила до 2007 р. складала 80 м. Після прийняття рішення про розширення підхідного каналу, його ширина становить 100 м. Канал обладнано двома створами світних знаків і огорожено світними і несвітними буями.

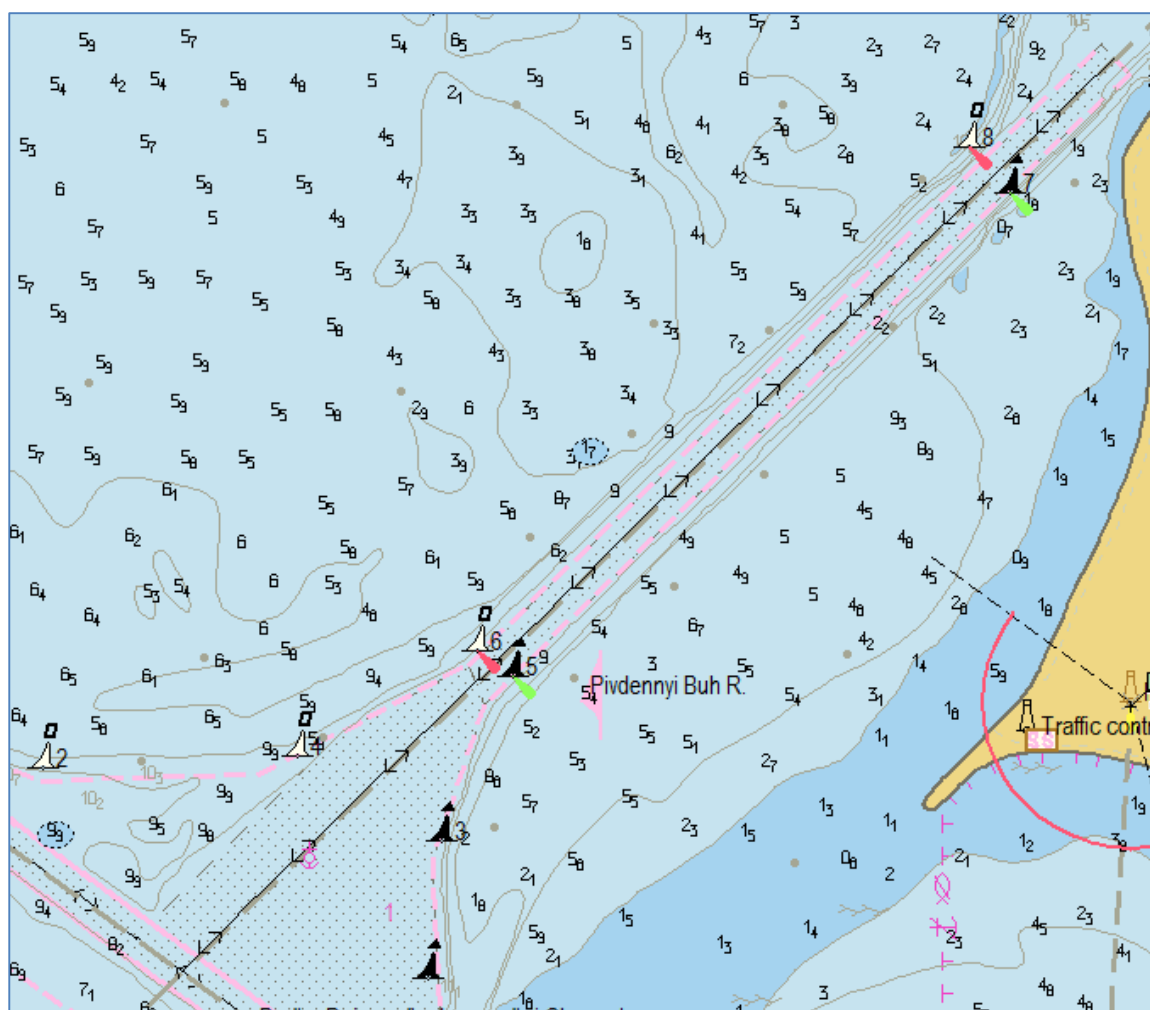


Рисунок 4.18. Витяг з електронної морської навігаційної карти. Південний буг.

Схема буїв підхідного каналу цілком задовольняє міжнародні норми та забезпечує у повній мірі навігаційну безпеку судноплавства. Дуже важливу роль в забезпеченні безпечної навігаційної обстановки відіграє створ. Створ світних знаків порту Дніпро-Бузький, встановлених на лівому березі річки Південний Буг за 1,3 милі на Північний Схід від краю Руської коси і

складається з знаків Порту Дніпро-Бузького Переднього та Порту Дніпро-Бузького Заднього. Напрямок створу $45,5^{\circ}$ - $225,5^{\circ}$.

Площа акваторії - 135 га. Порт має п'ять причалів довжиною 810 кв. м: три глибоководних, для вивантаження бокситів, і два мілководних. Акваторія Дніпро-Бузького порту захищена піщаної дамбою.



Рисунок 4.19. Витяг з електронної морської навігаційної карти. Гавань.

Межі акваторії порту.

Водний простір порту обмежений:

- з північної сторони — береговою лінією від межі причалу № 1 до захисної дамби;
- із західної сторони — захисною дамбою та умовною лінією, яка йде від південно-східного краю захисної дамби до буя № 8 підхідного каналу;
- з південної сторони — умовною лінією, яка йде від буя № 8 підхідного каналу до південного краю межі причалу для перевантаження глинозему (причал № 7);
- зі східної сторони — межами причалу для перевантаження глинозему (причал № 7), причалу для перевантаження червоного шламу (причал № 6), причалами № 5 - 1.

Вона сполучається з Бузько-Дніпровським-Лиманським Каналом (БДЛК) за допомогою підхідного каналу довжиною 3,14 км. і шириною 100 м. Прохідна осадка - 10,3 м. Паспортні глибини акваторії порту - 11,5 м.

Глибини у порту не однакові. При вході в порт вони становлять 10,3м. Біля причалів №3-5 становлять 11,5 проте глибина біля причалів №1 та №2 переходить від 11,5м до 5м. В не судоходній частині порту вздовж північного берега та насипної дамби на заході та південному заході глибини не рівномірні тв. складають від 1м до 3м.

На внутрішньому рейді акваторії порту є якірне місце № 2 с координатами: широта 46°46'13"N, довгота 31°56'17"E, для одного великотоннажного морського судна довжиною до 215 м з осадкою 10,3 м. Допускається короткочасна стоянка на якірному місці № 2 при обов'язковому буксирному забезпеченні і силі вітру не більше 4 балів морських великотоннажних суден довжиною понад 215 м для можливості обробки і проведення швартових операцій в порту з іншими морськими судами.

Також в зоні дії портового поста РДС «Дніпро-Бузький» має якірне місце № 1 для одного великотоннажного судна максимальною довжиною до 215 м і з осадкою до 9,8 м, яке знаходиться в зоні «розтруба» підхідного каналу порту, розташованого в місці з'єднання підхідного каналу порту і 9-го коліна БДЛК. Координати якірного місця № 1: 46 ° 44'37 "N, 31 ° 54'21" E. У північній частині акваторій порту розташований сухий док, також а акваторії присутні швартові банки та швартові пали. На сьогоднішній день можна сказати, що гідротехнічні споруди порту знаходяться в гарному стані і це підтверджено документами з уповноважених організацій.

При виконанні гідрографічних робіт на БДЛК та у Північно-Західній частині Чорного моря у межах комірок № UA4CC813 і № UA4C784 промір виконувався на великих гідрографічних катерах. Гідрографічні роботи в портах та на підхідних каналах, вузькостях, мілководдях виконувалися човном.

Промір глибин на БДЛК та у Північно-Західній частині Чорного моря у межах комірок № UA4CC813 і № UA4C784, на підхідних каналах і акваторіях портів проводився за допомогою гідрографічного промірного комплексу, що складається із засобів координування і засобів вимірювання глибин: координування проміру здійснювалося за допомогою мобільної і базової GPS-станцій, що працюють у диференційному та RTK режимах.

Берегова (базова) частина:

– базова станція GPS;

– приймач Z-FX Super Station фірми Ashtech.

Катерна (мобільна) частина:

- мобільна станція GPS – приймач Z-Xtreme фірми Ashtech;
- мобільна станція GPS – приймач SPS – 461 фірми Trimble.

Засоби вимірювання глибин:

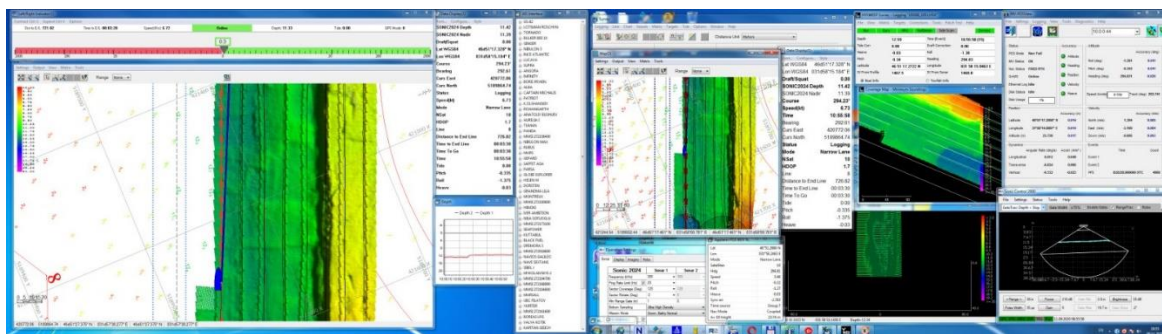
- гідрографічний ехолот - Hydrotrac фірми ODOM;
- гідрографічний ехолот - Echotrac фірми ODOM;
- гідрографічний ехолот - БПЕ R2Sonic 2024;
- гідрографічний ехолот – Bathy – 500DF фірми SYQWEST.

Перед початком гідрографічних робіт проводилися перевірювальні випробування ехолота Hydrotrac, Echotrac та Bathy – 500DF і калібрування GPS приймачів.

У процесі виконання гідрографічних робіт на БДЛК та у Північно-Західній частині Чорного моря у межах комірок № UA4CC813 та № UA4C784, на підхідних каналах і акваторіях портів перевірялися:

- повнота і якість покриття району робіт основними, додатковими і контрольними галсами;
- якість і стабільність приймання-передачі диференційних поправок станцій GPS;
- повнота і якість визначення поправок ехолота до зміряних глибин за наслідками тарування;
- збіжність глибин в точках перетину основних і контрольних галсів проміру;
- повнота, якість і достовірність визначень місцеположення і навколишніх глибин плавучих застережних знаків (ПЗЗ).

У результаті перевірок зауважень, що впливають на повноту і якість виконаних робіт, не виявлено.



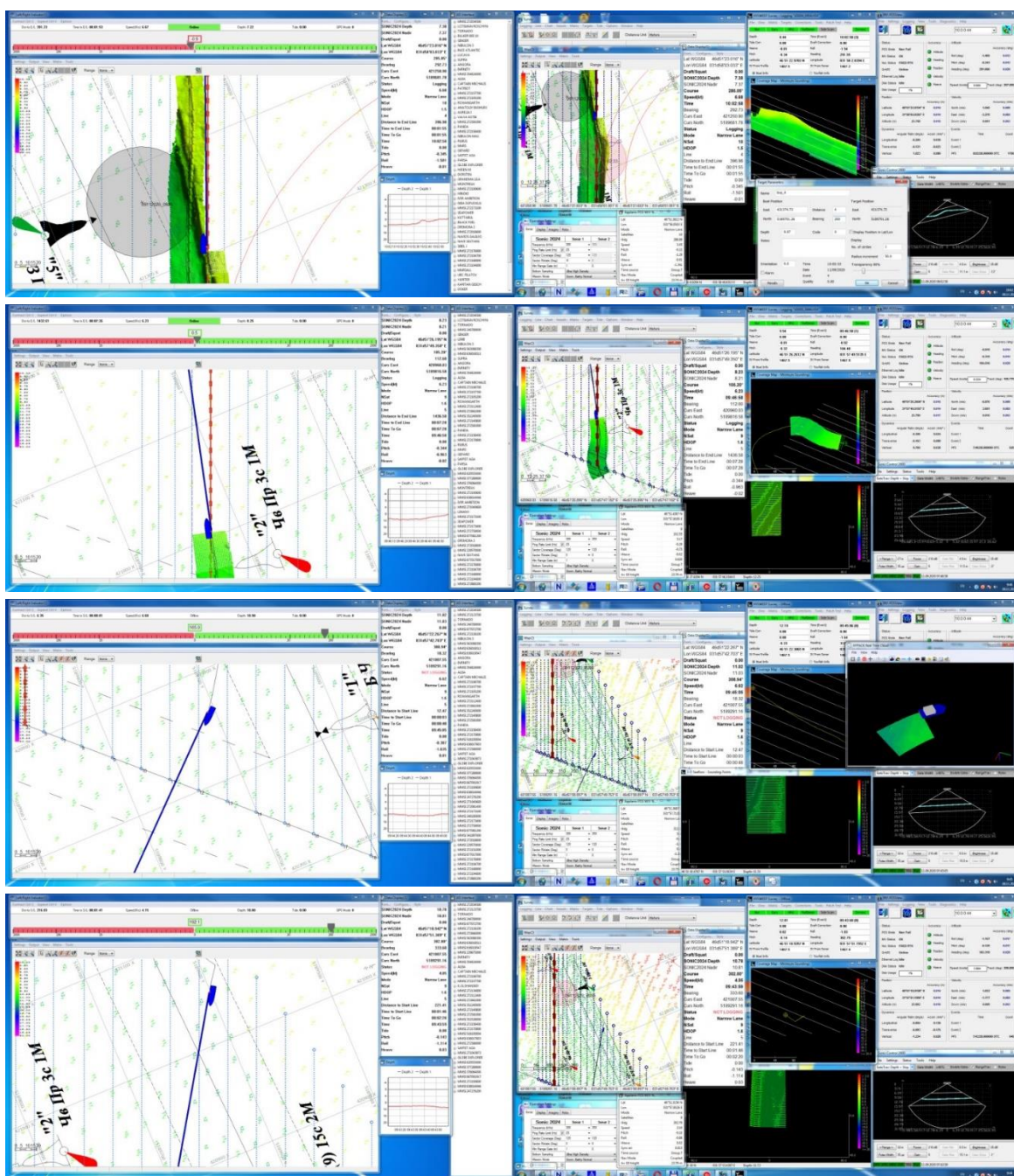


Рисунок 4.20. Робочі вікна програмного забезпечення HYDRAS.

Початковими пунктами планової основи проміру (місця установки базової DGPS станції) служили пункти аналітичної мережі: пункти репера п. Каботажний мол, «Порт Очаків», «Дніпро-Бузький порт». Висотною основою (значеннями коливань рівня моря у процесі виробництва робіт) промір забезпечений з постійних рівневих постів п. Миколаїв, п. Парутине, п. Очаків, Система координат WGS-84.

Район робіт рівномірно покривався галсами через 20м, 50м, 100м, 250м та 500м у залежності від району та масштабу зйомки. СКП визначення місця судна на галсах не перевищувало 1,0 метра.

Промір забезпечений достатньою кількістю контрольного проміру. Збіжність глибин на перетинах основних і контрольних галсів - у межах допуску. Значення глибин, показані на звітних планшетах, приведені до СБР Чорного моря (468 см).

Промір проводився за Всесвітнім часом + 3 години (для літнього часу). Поправки ехолота визначалися таруванням, не рідше одного разу на день під час виконання проміру, за допомогою диска на стандартних і додаткових горизонтах, що охоплюють увесь діапазон виміряних глибин.

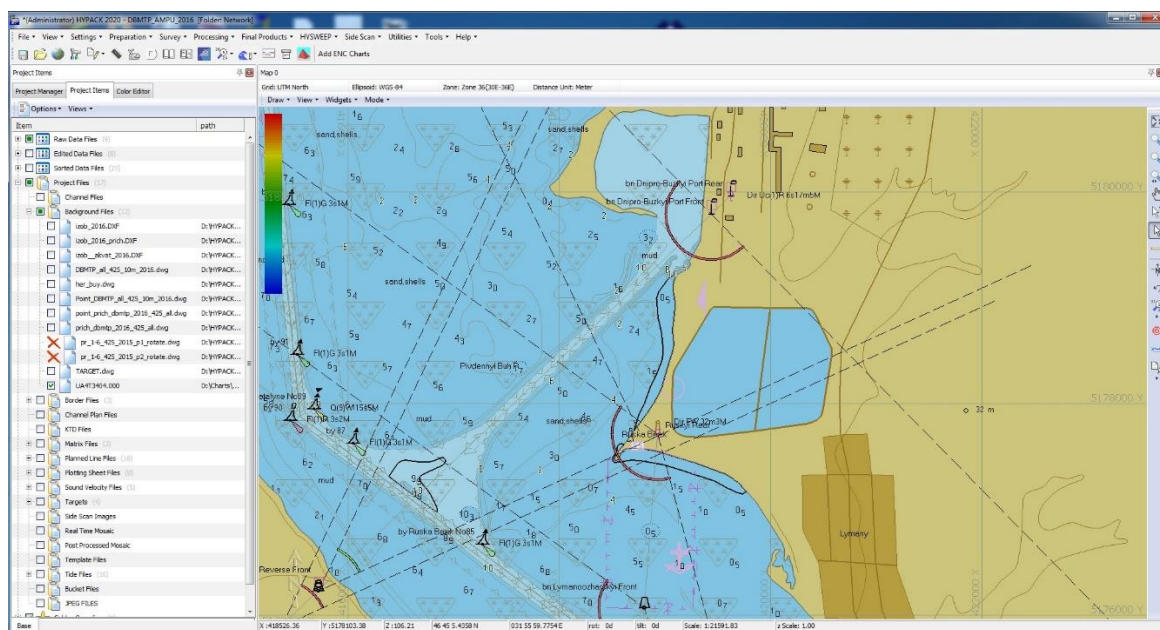


Рисунок 4.21. Робоче вікно програмного забезпечення HYDRACK Shell.

Зйомка і обробка матеріалів проміру підхідних каналів та акваторій портів проводилась за допомогою спеціалізованої гідрографічної програми HYDRACK.

ВИСНОВКИ

Для якісного та безпечного судноплавства значну роль має виконання гідрографічних робіт в акваторіях портів України та прибережної смуги.

В Україні, як учасника Міжнародної гідрографічної організації (МГО) і Міжнародної асоціації навігаційного забезпечення мореплавства та маякових служб (МАМС), забезпечуються сприятливі у навігаційному відношенні умови плавання суден. Один з засобів забезпечення сприятливих умов є проведення гідрографічних зйомок Чорного й Азовського морів з метою підготовки і видання офіційних морських навігаційних карт, керівництв і посібників для плавання відповідно до стандартів Міжнародної гідрографічної організації.

В магістерській роботі було надано розгорнутий аналіз типів, методів проведення гідрографічних зйомок та проведено порівняння глибин на постійних профілях для визначення замулення акваторій.

Особливу увагу приділено необхідності проведення планових гідрографічних робіт у районах з інтенсивним замуленням акваторій та постійним проведенням днопоглиблення з метою забезпечення безпеки судноплавства.

В магістерській роботі проведений аналіз гідрографічних робіт в акваторії порту «Азовсталь» та гавані Шмідта. Під час виконання промірних робіт були уточненні глибини акваторії порту «Азовсталь» та гавані Шмідта.

Під час промірних робіт велись спостереження між показаннями рівня порту Маріуполь, Азовсталь і Мареографа Маріупольського ГМЦ. Результати аналізу показали, що рівень моря в порту Маріуполь і Азовсталь має незначну різницю.

Під час земляних робіт було підтверджено довжину та наявність пальового бар'єру вздовж східної сторони підхідного каналу гавані Шмідта (Маріупольський рибний порт).

Під час промірних робіт в акваторії порту Азовсталь було видно лише світний навігаційний знак Азовсталі Передній (№2400) з регулярною добовою видимістю.

В магістерській роботі проведений аналіз гідрографічних робіт на підхідному каналі порту Бердянськ. Під час виконання промірних робіт були уточненні глибини акваторії порту Бердянськ

Навколо хвилелому знаходяться купи залізобетонних конструкцій, видно руйнування і зміщення бетонних конструкцій хвилелому.

Під час промірних робіт у гавані (акваторії) порту Бердянськ було обстежено дві навігаційні небезпеки поблизу південно-східного кінцівки хвилелому, згідно морської навігаційної карта №3702 «Порт Бердянськ» затоплені понтони, обидві критичні глибини підтверджені.

Під час промірних робіт в гавані (акваторії) порту Бердянськ був виявлений затоплений плавучий причал, раніше нанесений як робочий, згідно морська навігаційна карти №3702 «Порт Бердянськ» з коригуванням до травня 2014 року. Затоплений плавучий причал порт закриває пустими пластиковими пляшками.

У районі будівництва контейнерного терміналу спостерігається з-під води щогла затонулого судна, відмічена на морській навігаційній карті №3702 «Порт Бердянськ».

Під час виконання промірних робіт на осі каналу було проведено позиціонування гідрографічного судна за допомогою приймача DGPS Trimble SPS 461 Beacon, а також по створу знака порту Бердянськ.

Варто зазначити, що посібник «Вогні та знаки Чорного та Азовського морів, №201», а також у «Лощія Чорного та Азовського морів на води України №101» говорить, що знак Бердянський Передній не світний. Під час промірних робіт було відзначено, що знак світить і світить цілодобово. Жовта світлова доріжка добре видно здалеку.

На кутах причалу №6 знаходяться металеві конструкції у вигляді пірамід, зверху яких є суднові навігаційні вогні. Жодної згадки про ці вогні не було знайдено в посібниках.

Не було закріплення берегової лінії. Таблички і контур берегової лінії біля порту Бердянськ були взяті з топографічного обстеження, зробленого в липні 2010 року. Зміни візуально не спостерігаються.

В магістерській роботі проведений аналіз гідрографічних робіт на підхідному каналі Дніпро-Бузького порту. Під час виконання промірних робіт були уточненні глибини акваторії Дніпро-Бузького порту.

Промір забезпечений достатньою кількістю контрольного проміру. Збіжність глибин на перетинах основних і контрольних галсів - у межах допуску. Значення глибин, показані на звітних планшетах, приведені до СБР Чорного моря (468 см).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 року № 1307 «Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-п>.
2. ПРАВИЛА ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ ЗА ГІДРОТЕХНІЧНИМИ СПОРУДАМИ У ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ПРОМІРНИМИ РОБОТАМИ, Регістр судноплавства України.
3. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. – М: Логос, 2001.
4. В.А.Иванов, В.Н.Белокопытов, Океанография Черного моря, НАН Украины, Морской гидрофизический институт. – Севастополь, 2011 – с. 212
5. Павловский Е. С. Лоция Черного моря. – Изд. 2-е. – Николаев, 1867. – 204 с.
6. Гидрография Черноморского флота (1696-1982). Исторический очерк / Под ред. Л. И. Митина. – Севастополь, ГС ЧФ, 1984. – 349 с.
7. История гидрографической службы российского флота. – Т. 1. – СПб., 1997. – С. 479.
8. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 216 с.
9. Букатов А.Е., Бабий М.В., Станичный С.В. Атлас температуры поверхности Черного моря по спутниковым данным 1986–2002. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2005. – 265 с.
10. Иванов В.А., Михайлова Э. Н. Апвеллинг в Черном море – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 92 с.
11. Ю.Н.Горячкин, В.А.Иванов, Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее.-Севастополь: НАН Украины, Морской гидрофизический институт, 2006. – 210с.
12. Невесский Е.Н. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. – М.:Наука,1977.
13. Абузьяров З. К., Думанская И. А., Нестеров Е. С. Оперативное океанографическое обслуживание. Москва, 2009. 275 с.
14. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменение уровня моря и развитие берегов.– М.: ГЕОС, 1999.– 300 с.
15. Блатов А.С, Булгаков Н.П., Иванов В.А. и др. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря.– Л.: Гидрометеиздат, 1984.– 239 с.

16. Ле Блон П., Майсек Л. Волны в океане. Ч. 1.— М.: Мир, 1981.— 365 с.
17. Шокальский Ю.М. Океанография.— Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1959 — С. 284.
18. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Гидрометеорологический режим южного побережья Черного моря.— Севастополь: ЭКОСИГидрофизика, 1999.— 48 с.
19. Доценко С.Ф. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона / С.Ф. Доценко, В.А. Иванов. — Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010 -174 с.
20. Ильин Ю.П. Гидрометеорологические условия морей Украины. Т.2. Черное море /Ю.П. Ильин, Л.Н. Репетин, В.Н. Белокопытов, Ю.Н. Горячкин, Н.Н. Дьяков, А.А. Кубряков, С.В. Станичный. — Севастополь, 2012. — 420 с.
21. Щипцов О. О. Вплив державної морської політики України на імплементацію міжнародного морського права у сфері безпеки торговельного мореплавства. Одеса: Фенікс, 2011. 226 с.
22. 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.
23. Симоненко С. В., Голодов Н. Ф. Океанография: практич. пособие. Киев: ГУ «Госгидрография», 2016. 272 с.
24. Рудницька Р.М., Сидорчук О.Г., Стельмах О.М. Механізми державного управління: сутність і зміст / За наук. ред. М.Д. Лесечка, А.О. Чемериса. — Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2005. — 28 с.
25. Филипенко А.О., Баришнікова В.В. Пріоритети розвитку морегосподарського комплексу України в умовах глобалізації: аналітична доп. Нац. ін-т стратег. дослідж. Одеса: Фенікс, 2013. 166 с.
26. Ніколюк О.В. Митна логістика в Україні: поняття, проблеми та перспективи розвитку. Сучасний стан галузей національної економіки України: проблеми та шляхи їх вирішення: колективна монографія / За заг. ред. д-ра екон. наук, проф. І.І. Савенка, д-ра екон. наук, доц. І.О. Седікової — Харків: ТОВ "Пром-Арт", 2018. — 431 с.
27. Каталог наблюдений над уровнем на Черном и Азовском морях.— Севастополь, 1990.— 268 с.
28. Andrey G. Kostianoy, Aleksey N. Kosarev, The Black Sea Environment, Springer, 2008, 457 p

29. A.K. Vinogradov, Yu.I. Bogatova, I.A. Synegub, Ecology of Marine Ports of the Black and Azov Sea Basin, 2014, 412 p

30. Lemeshko, E. E., Surkova, G. V., Lemeshko, E.M., «Structure and long-term dynamics of surface atmosphere of Azov-Black Sea region on the base of self-organizing map analysis», 2018.

31. Врангель Ф. Ф. Несколько определений плотности и температуры воды в Черном и Азовском морях / Ф. Ф. Врангель // Морской сборник. – 1874. – № 3. – С. 55-57.

32. Врангель Ф. Ф. Про физические исследования в Черном и Азовском морях в 1874 г. / Ф. Ф. Врангель // Морской сборник. – 1875. – № 12. – С. 10-29.

33. 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.

34. 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 морегос подарського комплексу країни. Гео физ. журн. 2019. Т. 41. № 5. С. 190—205.

35. Кравчук А.О., Ніколюк О.В. Активізація інвестиційних процесів у контексті податкового навантаження національної економіки України. Наукові записки Інституту законодавства Верховної Ради України. — 2017. — № 4. — С. 86—93.

36. З історії вивчення Чорного та Азовського морів
<http://only-maps.ru/news/istorii-vivchennya-chornogo-ta-azovskogo-moriv.html>

37. ПРОЕКТ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ МОРСЬКОЇ ДОКТРИНИ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2035 РОКУ
<https://sudostroy.com/wp-content/uploads/2017/06/novaja-redakcija-morskoj-doktriny-ukrainy.pdf>

38. ПРІОРИТЕТИ ДЕРЖАВНОЇ МОРСЬКОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ МОРЕГОСПОДАРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ
http://old2.niss.gov.ua/content/articles/files/morska_politika-54a10.pdf