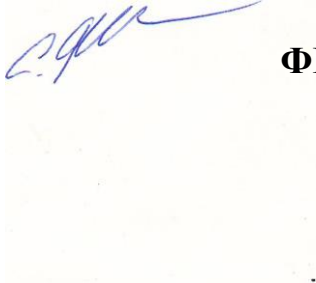


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОФІЗИКИ ІМ. С.І. Субботіна**



**ФЕДОСЕЄНКОВ Сергій Геннадійович**

**УДК 551.35, 551.462**

**ГЕОМОРФОЛОГІЧНІ ТА ЛІТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ  
ДОННИХ ВІДКЛАДІВ НА ОСНОВІ ГЕОАКУСТИЧНИХ МЕТОДІВ**

**04.00.22 – «геофізика»**

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата геологічних наук

**Київ – 2019**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державній установі «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України».

**Науковий керівник:** член-кореспондент НАН України, доктор географічних наук, професор,  
**Щипцов Олександр Анатолійович,**  
Державна установа «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України»,  
директор

**Офіційні опоненти:** доктор геологічних наук, професор,  
**Коболєв Володимир Павлович,**  
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, відділ петромагнетизму і морської геофізики,  
головний науковий співробітник

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник,

**Іноземцев Юрій Іванович,**  
Державна наукова установа «Центр проблем морської геології, геоекології та осадового рудоутворення НАН України», група літолого-стратиграфічних досліджень та моніторингу геологічного середовища,  
провідний науковий співробітник

Захист відбудеться «16» жовтня 2019 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.200.01 при Інституті геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України за адресою: 03680, м. Київ-142, пр-т Палладіна, 32.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України за адресою: 03680, м. Київ-142, пр. Палладіна, 32 та на електронному ресурсі: <http://www.igph.kiev.ua>

Автореферат розіслано «12» вересня 2019 р.

Вчений секретар Спеціалізованої  
вченої ради Д.26.200.01  
доктор геологічних наук, професор



Т.К. Бурахович

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Одним з найбільш перспективних напрямків дистанційного вивчення геоморфологічних та літологічних особливостей дна є розвиток гідроакустичних методів. Останнім, за рахунок використання більш високочастотного діапазону, притаманна потенційно вища роздільність верхнього шару донних відкладів, ніж низькочастотних сейсмоакустичних.

Дослідження розподілу різноманітних літологічних типів сучасних морських (річкових) донних відкладів, що мають певні геоакустичні параметри, дає можливість охарактеризувати процеси осадконакопичення на досліджуваній акваторії.

Детальна інформація про рельєф дна і його морфометричні характеристики представляють суттєвий інтерес як для практичних цілей (навігація, гідротехнічне будівництво, видобуток корисних копалин), так і для наукових досліджень в області океанології, морської геології і геофізики.

Розроблений гідроакустичний комплекс у складі гідролокатору бокового огляду (інтерферометру), профілографу та ехолоту здатен з високою продуктивністю та деталізацією вирішувати обидві задачі, а саме отримувати геоакустичні параметри донних відкладів та досліджувати геоморфологічні особливості дна.

Не менш важливою і актуальною є низка задач стосовно систематизації та зберігання великих масивів отриманих даних гідроакустичних спостережень і їх представлення в зручному для користувача вигляді.

Отже, робота присвячена розв'язанню цих питань, а саме: розробці апаратурного комплексу та методики обробки гідроакустичної інформації з метою отримання геоакустичних параметрів донних відкладів морського та річкового дна, вивченню їх геоморфологічних та літологічних особливостей на прикладі окремих річкових і морських акваторій України.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження, результати яких висвітлені у дисертаційній роботі, є логічним продовженням робіт, виконаних автором згідно планових та договірних науково-дослідних робіт: «Створення технології автоматизованої дистанційної профільної ґрунтової зйомки морського дна» 2010 – 2012 рр. (№ДР 0110U003681), «Розвиток методів автоматизованої дистанційної профільної ґрунтової зйомки морського дна» 2013 – 2015 рр. (№ДР 0113U004057), «Розвиток методів гідроакустичних досліджень поверхневих шарів дна, розробка та удосконалення корабельних систем ВМФ України, а також стаціонарних та мобільних систем виявлення несанкціонованих підводних об'єктів» 2013 – 2015 рр. (№ДР 0114U003842), «Комплексні гідрогеоакустичні дослідження окремих акваторій та ділянок дна експериментально-вимірювальної бази Науково-технічного центру панорамних акустичних систем НАН України» 2015 р. та мають безпосередній зв'язок з іншими виробничими та науково-дослідними роботами, що виконуються ДУ «Гідрофізичний центр НАН України».

**Мета і задачі дослідження** – геоакустичні параметри геоморфологічних та

літологічних характеристик сучасних донних відкладів.

Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні **задачі**:

1. Узагальнення результатів досліджень геоморфології та літології донних відкладів геоакустичними методами.

2. Розробка апаратурно-методичного та програмно-алгоритмічного комплексу досліджень геоакустичних параметрів і літологічних характеристик донних відкладів.

3. Апробація розробленого комплексу в окремих річкових і морських акваторіях.

4. Оцінка геоморфологічних і літологічних особливостей поверхневих шарів донних відкладів акваторій північно-західної частини Чорного моря, річок Дунай і Дніпро.

**Об'єкт дослідження** - рельєф дна та сучасні донні відклади.

**Предмет дослідження** - геоморфологія дна, умови накопичення донних відкладів.

**Методи дослідження.** Для забезпечення достовірності наукових результатів і висновків використано такі методи:

- галсова та площадна зйомка дна, побудова профілів рельєфу і батиметричних карт;
- відбір проб осадових порід дна акваторій прямоточними трубками;
- спостереження за допомогою зйомки підводною відеокамерою в реальному часі.

Для обробки матеріалу використовувалися:

- геоморфологічний аналіз;
- лінеаментний аналіз - встановлення закономірностей просторової орієнтації різномасштабних лінійних форм рельєфу і геологічних структур дна.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

1. Розроблений ефективний апаратурно-методичний гідроакустичний комплекс методів дистанційної профільної геоакустичної зйомки морського (річкового) дна у складі гідролокатору бокового огляду (інтерферометру), профілографу та ехолоту здатен з високою продуктивністю та деталізацією отримувати геоакустичні параметри донних відкладів та досліджувати геоморфологічні особливості дна.

2. Розроблено комплекс сучасних методів обробки геоакустичної інформації для визначення характеристик поверхневих шарів донних відкладів та виділення їх літологічних типів.

3. На основі виконаних комплексних досліджень в межах окремих акваторій Чорного моря, р. Дніпро та р. Дунай доведено існування тісного взаємозв'язку між рельєфом дна та накопиченням певних літологічних типів поверхневого шару донних відкладів, виявлено характерні ділянки дна, де відсутні активні гідродинамічні процеси і спостерігається підвищення вмісту складової алеврито-пелітової розмірності.

4. Уточнено закономірності розповсюдження мулів ділянок р. Дніпро в районі м. Запоріжжя та обґрунтовано фактори впливу на інтенсивність процесів

самоочищення акваторій у межах індустріальних осередків та у зонах активного техногенного навантаження.

**Достовірність** отриманих результатів забезпечується використанням високоточної апаратури (точкові відбори зразків донних відкладів та результати обробки інформації геоакустичного комплексу), якою проводились виміри, запропонованою та апробованою методикою проведення досліджень, застосуванням сучасних методів обробки результатів. На основі виконаних комплексних досліджень вперше складені детальні карти розповсюдження літологічних типів донних відкладів окремих акваторій р. Дніпро та уточнено геоморфологічні й літологічні особливості та доповнено дані щодо рельєфу дна Чорного моря.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати дослідження дозволяють встановити закономірності осадконакопичення певних літологічних класів донних відкладів у вигляді регресійних зв'язків між геоакустичними параметрами донних відкладів, рельєфом дна, глибиною та пробами донних відкладів. Подальший просторовий аналіз отриманої бази даних може бути використаний для чотиривимірного картування дна та поверхневих шарів донних відкладів акваторій з певними літологічними та морфологічними характеристиками, обчислення їх об'ємів, швидкості осадконакопичення та вмісту різноманітних компонент для прогнозування корисних копалин, екологічного моніторингу, природоохоронних заходів та ін. Результати досліджень також будуть використані в процесі коректури морських та річкових карт з урахуванням фактичного стану аномальних ділянок акваторії, що досліджувались. Це забезпечить підвищення ефективності безпеки судноплавства на морських шляхах України, яка в тому числі забезпечується сучасними гідроакустичними даними.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачем самостійно проведено всі етапи дисертаційного дослідження, зокрема збір та аналіз інформації з періодичних видань та фондових матеріалів, здійснено розробку математичного апарату та програмного забезпечення з обробки інформації гідрогеоакустичного комплексу.

Під керівництвом дисертанта виконано апробацію методики використання апаратно-програмного гідрогеоакустичного комплексу для досліджень дна акваторій і донних відкладів при виконанні науково-дослідних робіт за такими цільовими комплексними програмами наукових досліджень НАН України як «Вивчення стану і перспектив розвитку мінерально-сировинної бази України» та «Комплексний моніторинг, оцінка та прогнозування динаміки стану морського середовища та ресурсної бази Азово-Чорноморського басейну в умовах зростаючого антропогенного навантаження та кліматичних змін», де підтверджена доцільність її використання як інструмента дослідження геології моря.

Усі теоретичні і практичні результати, висновки та наукова новизна, які викладені в дисертаційній роботі, отримано здобувачем самостійно.

Особистий внесок автора в основні роботи, виконані в співавторстві, визначається наступним чином.

Колективна монографія [Под ред. А.Ю. Митропольского, 2013] - участь у натурних випробуваннях, збір та аналіз матеріалів, проведення обробки гідрогеоакустичної інформації. Стаття [Гончар А.И. и др., 2011] - участь у постановці

задачі, інтерпретація результатів аналізу інформації побудованого планшета на прикладі сполучення із супутниковою картою і прив'язкою до географічних координат, під час моніторингу акваторій. Стаття [Гончар А.И. и др., 2013] - обчислення математичної моделі профілограми, участь у розробці методів усунення кратних хвиль при обробці інформації профілограм. Стаття [Гончар А.И. и др., 2013] - розробка та аналіз системи комп'ютерного тривимірного моделювання геофізичних полів геологічних структур, математичне моделювання геологічного середовища, наближеного до реального. Стаття [Митропольський О.Ю. та ін., 2015] – участь у проведенні експериментальних досліджень, обробка гідрогеоакустичної інформації, обговорення висновків. Стаття [Митропольський О.Ю. та ін., 2016] – участь у проведенні експериментальних досліджень, обробка гідрогеоакустичної інформації. Стаття [Гончар А.И., 2017] - участь у постановці задачі, проведення та обробка нових експериментальних досліджень, побудова, розрахунок та аналіз вітчизняних сучасних комп'ютерних методів обробки і візуалізації гідроакустичної інформації, встановлення закономірностей поширення певних літологічних типів донних відкладів у обстеженому районі р. Дніпро. Стаття [Митропольський О.Ю. та ін., 2017] - участь у проведенні експериментальних досліджень, проведення обробки гідрогеоакустичної інформації донних відкладів р. Дніпро у межах м. Запоріжжя, обробка результатів автоматизованої профільної ґрунтової зйомки дна з визначенням фізико-механічних параметрів верхнього шару донних відкладів, створення 3d полігону даних, який об'єднує інформацію щодо глибини акваторії, розподілу шарів донних відкладів, географічних координат точок досліджень в єдине ціле. Стаття [Gonchar A.I., 2016] - збір та аналіз матеріалів, систематизація та інтерпретація обробки гідрогеоакустичної інформації. Стаття [2016] - постановка задачі, аналіз експериментальних досліджень та їх обробка.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дисертаційних досліджень доповідалися і обговорювалися на вітчизняних і міжнародних наукових нарадах і конференціях, зокрема: XI Міжнародна конференція «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики ГА-2012» м. Санкт-Петербург, Санкт-Петербурзький науковий центр РАН, 22–24 травня 2012 р.; Міжнародний науково-технічний семінар «Системи контролю оточуючого середовища - 2012» МГІ НАН України, м. Севастополь, 24-28 вересня 2012 р.; V Всеукраїнський семінар-нарада «Морські берега України», МГІ НАН України, смт. Кацивелі (АР Крим), 10-13 вересня 2012 р.; XVII Міжнародний науково-технічний симпозиум «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS і GIS - технології», м. Алушта, 10-15 вересня 2012р.; Міжнародна конференція «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та сумісних територій» м. Київ, 2012 р.; Міжнародна наукова конференція «Інтегровані системи моніторингу Чорного та Азовських морів», МГІ НАН України, м. Севастополь, 24-27 вересня 2013 р.; XII Міжнародна конференція «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики ГА-2014» м. Санкт-Петербург, Санкт-Петербурзький науковий центр РАН, 27-29 травня, 2014 р.; Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів» Інститут проблем природокористування та екології НАН України

м. Дніпропетровськ, 6-9 жовтня 2015 р.; V науково-технічна конференція «Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України», Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗСУ, м. Київ, 09-12 грудня 2014 р.; VI науково-технічна конференція «Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України», Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗСУ, м. Київ, 09-12 грудня 2015 р.

**Публікації.** Основні результати та висновки дисертаційного дослідження, одержані автором особисто або у співавторстві та опубліковані у журналах, які входять до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з наук про Землю, або іноземних виданнях. За темою дисертації опубліковано 35 наукових праць: статей у фахових наукових виданнях – 8 (2 входять до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus), одна глава в колективній монографії, 12 статей в інших наукових виданнях (1 в іноземному), 1 патент і 14 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня.

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Обсяг загального тексту дисертації складає 169 сторінки (5,44 д.а), з них основного тексту 125 сторінки (4,14 д.а). Робота ілюстрована 16 таблицями та 59 рисунками. Список використаних джерел містить 89 найменувань.

**Подяка.** Я щиро вдячний першому науковому керівнику член-кореспонденту НАН України, доктору технічних наук, с.н.с. Гончару Анатолію Івановичу за постійну всебічну підтримку, допомогу та поради. Особлива вдячність науковому керівнику член-кореспонденту НАН України, доктору географічних наук, професору Щипцову Олександрові Анатолійовичу за всебічне сприяння та підтримку та надання можливості збору фактичного матеріалу для досліджень. Моя подяка також академіку-секретарю Відділення наук про Землю НАН України, академіку НАН України, доктору геологічних наук, професору, директору Інституту геології, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України Пономаренку Олександрові Миколайовичу за допомогу та поради. Також висловлюю щиро вдячність член-кореспонденту НАН України, доктору геологічних наук, професору, раднику при дирекції Інституту геологічних наук України Митропольському Олексію Юрійовичу за підтримку, цінні поради та багаторазові корисні обговорення. Висловлюю також подяку академіку НАН України, доктору геолого-мінералогічних наук, професору, раднику при дирекції ДНУ «Центр проблем морської геології, геоecології та осадового рудоутворення НАН України» Шнюкову Євгену Федоровичу за плідну співпрацю.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету та завдання, методи і методик досліджень, визначено наукову новизну отриманих результатів, наукове та практичне значення дисертації, наведено відомості про особистий внесок здобувача, публікації, зв'язок роботи з науковими програмами, подано інформацію про результати апробації і структуру роботи.

В огляді сучасного стану проблеми і попередніх досліджень надана інформація щодо історії дослідження геоморфологічних та літологічних особливостей морського та річкового дна, фізико-механічних та геоакустичних властивостей донних відкладів.

Морфоструктура дна в поєднанні з даними про будову та речовинний склад осадового чохла дозволяє відновлювати історію розвитку рельєфу та палеогеографію океанічних областей. У 60-80 роках ХХ ст. займалися розвитком морської геоморфологічної картографії такі вчені, як О.В. Живаго, П.Н. Затонський, В.Ф. Канаєв, Г.Б. Удінцев. В наш час геоморфологічний аналіз більшою мірою базується на дослідженні морфології океанічного дна, що є найбільш оптимальним для деталізації відомостей щодо рельєфу, чіткого окреслення меж геоморфологічних елементів, визначення взаємозв'язку рельєфу і розподілу донних осадків. Особливо перспективною для цих робіт є методика виділення та аналізу відмінних ліній (О.М. Ласточкін, 1982).

У 70-90 роках ХХ ст. проводилися спільні геолого-геофізичні експедиційні дослідження Світового океану, що продемонстрували доцільність комплексного, але водночас спеціалізованого підходу вивчення геоморфологічних та літологічних особливостей дна.

Великий обсяг досліджень з літолого-геохімічного картування шельфу Чорного та Азовського морів було виконано співробітниками ІГН АН УРСР (Є.Ф. Шнюков, О.В. Григор'єв, В.П. Усенко). Значний вклад у вивченні літологічного складу донних відкладів, петрографії і мінералогії, розподілу забруднень р. Дніпро, Дніпро-Бугського лиману, Чорного та Азовських морів внесли такі особистості як П.Ф. Гожик, Ю.І. Іноземцев, А.П. Лісичин, О.Ю. Митропольський, В.О. Ємельянов, Е.І. Наседкін.

Вивчення геологічного середовища на сучасному етапі розвитку геологічної науки потребує комплексного підходу, що включає в себе інтегровані методики, які поєднують в собі геологічні, геофізичні, літологічні та географічні інформаційні системи (ГІС).

Незважаючи на інтенсивний та результативний розвиток напряму спільних геолого-геофізичних досліджень геоморфологічних та літологічних характеристик сучасних донних відкладів і досить високий рівень напрацювань, спостерігається недостатність їх розвитку в Україні останнім десятиліттям.

У другому розділі описані засоби та методи дослідження. Зазначається, що одним з найбільш ефективних засобів дистанційного дослідження геоморфології дна акваторій та дистанційного визначення літологічних типів поверхневих шарів донних відкладів є системи гідролокації.

В Науково-технічному центрі панорамних акустичних систем Національної академії наук України (нині - Державна установа «Науковий гідрофізичний центр НАН України») створено автоматизований модульно-блочний інформаційно-вимірювальний геоакустичний комплекс (рис. 1).

Представлений геоакустичний комплекс з прив'язкою до координат і часу здійснює:

- детальне дослідження рельєфу дна акваторій (за площею) з використанням



гідролокатора бокового огляду (ГБО) з частотами від 29 кГц до 470 кГц на глибинах до 500 м;

- стратифікацію шарів донних відкладів за допомогою гідроакустичного профілографу з частотами від 3 кГц до 29 кГц на глибинах до 800 м;
- обстеження дна та знайдених об'єктів підводною камерою.

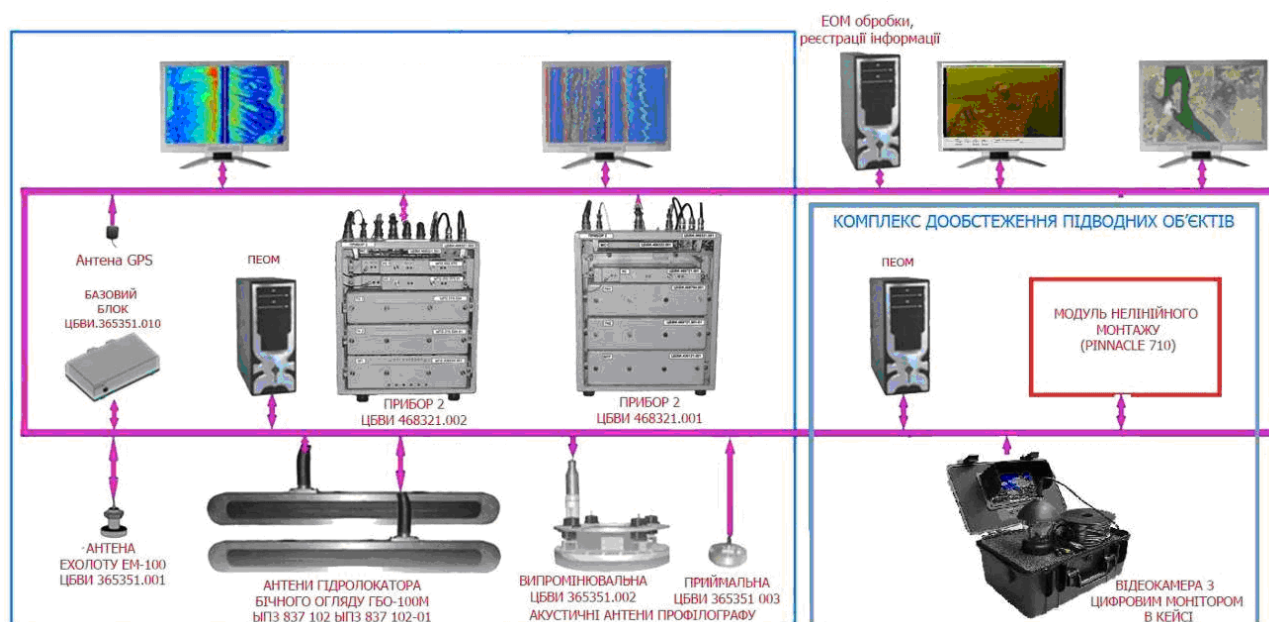


Рис. 1 Структура геоакустичного автоматизованого модульно-блочного інформаційно-вимірювального комплексу

На рис. 2 показано фрагменти інформації геоакустичного комплексу (профілограф, ГБО, ехолот).

Для отримання геоакустичних параметрів морського та річкового дна було розроблено математичний апарат та програмне забезпечення для обробки інформації гідроакустичного комплексу. Розроблена методика дистанційної профільної геоакустичної зйомки дна передбачає отримання інформації щодо безперервних профілів шарів донних відкладів, а на основі аналізу акустичних трас - відносно геоакустичних властивостей шарів донних відкладів.

Далі описано розроблену методику, де зазначаються, що однією з перших вирішених проблем обробки профілограм було усунення кратних хвиль, які можуть бути помилково інтерпретовані як первинні.

Обчислюючи по черзі параметри першого шару донних відкладів, можна здійснити аналогічну обробку інформації для другого, третього і т.д. шарів. Тобто шляхом обробки відбитих гідроакустичних сигналів визначаються такі геоакустичні параметри донних відкладів як густина, швидкість поширення пружних коливань (швидкість звуку), коефіцієнти відбиття, поглинання акустичних сигналів у відкладах, донна реверберація.

Для перевірки розробленої методики при початкових натурних випробуваннях відбувалася реєстрація та аналіз сигналів гідроакустичного профілографу від задалегідь відомих типів донних відкладів. При виконанні натурних досліджень було отримано відбиті сигнали від різних типів донних відкладів. Зміна форми

огиначаючих відбитих сигналів по відношенню до зондувальних сигналів викликана інтерференцією різних типів хвиль, що беруть участь у формуванні відбитого сигналу.

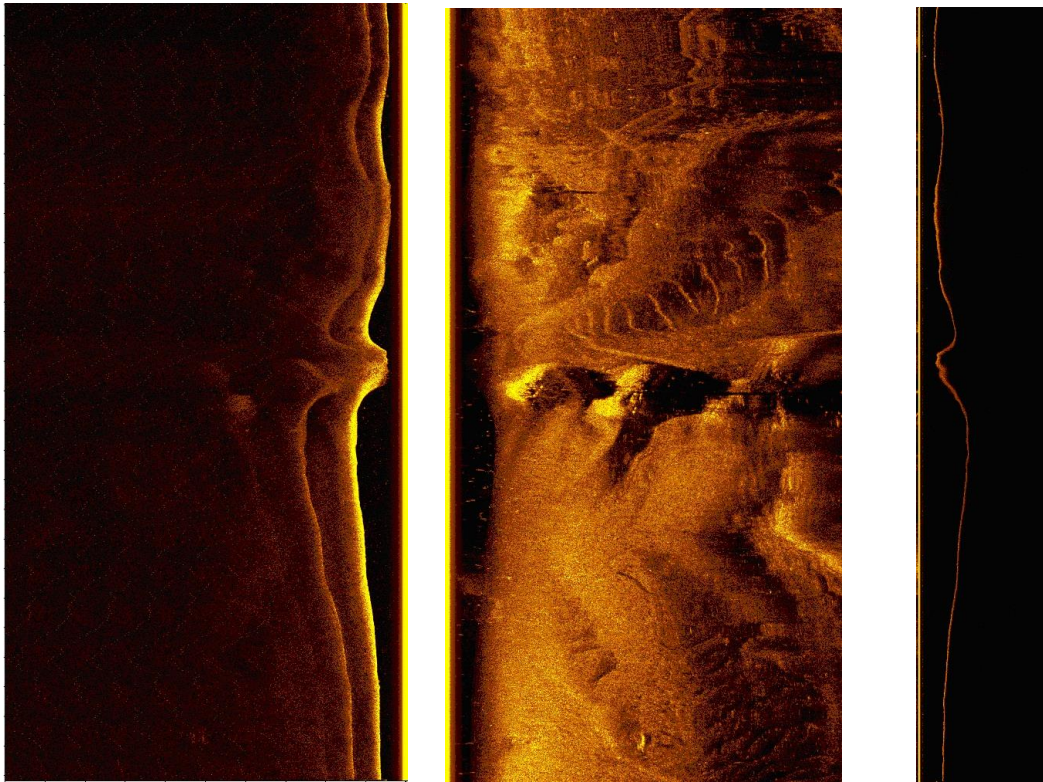


Рис. 2 Фрагменти інформації геоакустичного комплексу

Було побудовано спектри відбитих сигналів та створено еталонну таблицю кореляційних залежностей геоакустичних параметрів донних відкладів за характеристикою спектру, що дало змогу вирішувати зворотні задачі – визначати літологічні типи донних відкладів за відбитим сигналом.

**Третій розділ** присвячений визначенню геоакустичних параметрів морського та річкового дна.

Морські експериментальні дослідження проводилися на Чорному морі в 75-му рейсі науково-дослідного судна «Професор Водяницький» в рамках цільової комплексної програми наукових досліджень «Комплексна оцінка стану і прогнозування динаміки морського середовища та ресурсів Азово-Чорноморського басейну» спільно з фахівцями Інституту геологічних наук НАН України. Полігон №1 досліджень було розташовано у північно-східній частині акваторії Чорного моря в межах нафтогазоперспективних структур Південно-Керченська, Моряна, Глибока. Полігон №2 було розташовано в межах структури Палласа. Однією з головних цілей геологічних досліджень було вивчення товщі верхньоплейстоценових – голоценових донних відкладів для геологічного картографування газоперспективних і пелюдоперспективних районів шельфу та континентального схилу, а також уточнення умов формування, розвитку та функціонування геолого-екологічної системи донних відкладів Керченсько-Таманської морфоструктурної області. Мета проведених гідроакустичних досліджень – гідроакустичне профілювання

приповерхневих донних відкладів, визначення їх геоакустичних параметрів, стратифікація та упорядкування результатів визначення літологічних типів донних відкладів за допомогою методів дистанційної геоакустичної зйомки та взяття проб донних відкладів.

Робоча частота гідроакустичного профілографу становила 29,5 кГц, максимальна електрична потужність імпульсу, що підводиться до антени – 4 кВт. Матеріали морських експериментальних гідроакустичних досліджень були отримані у вигляді цифрових гідроакустичних ехо-сигналів, записаних у бінарні файли, які формують ехограми вертикальних профілів об'ємної та донної реверберації, а також ехограми донної поверхні з координатною прив'язкою. При цьому геоакустична зйомка проходила як безперервно на галсах при швидкості судна 4 вузла, так і при зупинці на станціях відбору проб донних відкладів.

На наступному етапі досліджень було отримано геоакустичні параметри поверхневих шарів донних відкладів шляхом обробки отриманих сигналів гідроакустичного профілографу за розробленою методикою. Далі, використовуючи статистичні алгоритми, проведено стратифікацію донних відкладів. Таким чином, геоакустичне обстеження дало змогу обстежити рельєф досліджуваних полігонів та дати інформацію щодо типів донних відкладів та їх геоакустичних параметрів.

Аналогічні річкові експериментальні дослідження проводилися спільними зусиллями фахівців Інституту геологічних наук НАН України та Науково-технічного центру панорамних акустичних досліджень НАН України в рамках проекту «Створення системи спостережень за впливом господарської діяльності на природні комплекси та оперативного контролю негативних змін у їх складі». Зазначений напрям робіт поєднував в собі геофізичні та геохімічні методи досліджень акваторії р. Дніпро, контактну та дистанційну зйомку верхнього шару донних відкладів. При цьому контактна зйомка забезпечувала, як аналіз розподілу і депонування важких металів в донних відкладах, так упорядкування та підтвердження результатів дистанційної зйомки.

Було впроваджено систему спостережень за надходженням важких металів в седиментаційні потоки на акваторії р. Дніпро та закономірностями депонування їх в верхньому шарі донних відкладів. В рамках проекту створено пункти моніторингу осадко-утворюючої речовини атмосферних еолових потоків та водної зависі, а також геоекологічний полігон для вивчення взаємодії рельєфу дна, водної товщі та верхніх шарів донних відкладів.

Однією з основних задач досліджень, що проводяться на експериментальному полігоні в межах ділянки акваторії, прилеглої до території ДУ «Гідрофізичний центр НАН України», було визначення сезонних змін в розподілі літологічних типів верхнього шару донних відкладів.

Розроблений геоакустичний комплекс забезпечив оптимальне виконання комплексного обстеження полігону, в процесі якого проводиться одночасно геоакустична зйомка дна та взяття проб донних відкладів. За даними гідроакустичного профілювання було визначено дистанційним методом геоакустичні параметри поверхневих донних відкладів обраного полігону та класифіковано поверхневі донні відкладення як неоднорідні шари з відсотковими

показниками поєднання декількох літологічних класів.

Дистанційно визначено, що щільність верхнього шару донних відкладів улітку становила 1440–1890 кг/м<sup>3</sup>. Стандартне відхилення щільності від середніх значень дорівнювало 91 кг/м<sup>3</sup> при коефіцієнті варіації 4,97 %. Щільність верхнього шару донних відкладів восени склала 1390–1730 кг/м<sup>3</sup>. Стандартне відхилення щільності від середніх значень дорівнювало 88 кг/м<sup>3</sup> при коефіцієнті варіації 5,04 %. Дослідження дали змогу простежити незначну зміну геоакустичних параметрів верхнього шару донних відкладів обстеженого полігону у різні сезони за рахунок зміни концентрації мулів у верхньому шарі донних відкладів.

**У четвертому розділі** викладено результати власних досліджень щодо геоморфологічних та літологічних особливостей окремих районів Чорного моря, окремих ділянок р. Дніпро, гирла Бистре, Очаківського гирла і Соломонова рукава р. Дунай за даними геоакустичної зйомки.

*Геоморфологічні та літологічні особливості окремих районів Чорного моря за даними геоакустичної зйомки.* При виконанні морських експериментальних досліджень північно-східних районів Чорного моря отримані профілограми, на яких переважали однорідні протяжні відбиття, які свідчили про синхронні зміни умов седиментації в межах великих площ. Акустично прозорі товщі вказували на їх петрофізичну однорідність. Це типово для великих глибоководних площ, де седиментація слабо залежить від фізико-географічних і гідродинамічних умов і реалізується в стабільній обстановці при інтегрованому впливі водного середовища, що сприяє накопиченню безперервних осадових розрізів. Це було також підтверджено літологічним аналізом проб донних відкладів. За даними геоакустичної зйомки було отримано літологічну класифікацію верхнього шару донних відкладів.

Слід зазначити, що загалом в отриманих ехо-сигналах морського дна міститься інформація про тонку шарувату структуру донних відкладів з розрізнявальною здатністю до 0,3 м. Отримані дані є унікальними і потребують додаткового подальшого вивчення для проведення детальної стратифікації морських донних відкладів.

Поверхня дна першого досліджуваного полігону розміром 7 км×25 км в загальному була рівною та мала пологий схил в сторону глибоководної западини. Глибина коливалася в межах 60 м-120 м.

Рельєф другого полігону розміром 7 км×16 км в межах структури Палласа відзначався складною морфоструктурою, що відрізнявся підводними хребтами та уступами. Уступи розділяють схил на ступені з різними кутами нахилу його поверхні. Найбільше число уступів зафіксовано в західній частині схилу. Для цієї зони характерні прояви зсувних і обвальних процесів в зв'язку з високими градієнтами кутів нахилу поверхні схилу. Пологі уступи і поверхні, розвинені на корінних відкладах, в більшій частині перекриваються сучасними і четвертинними відкладами, а саме морськими мулами з включенням гравію і піщанистого матеріалу, мулами пелітовими з вмістом черепашки.

В процесі проведення геоакустичного профілювання було виявлено значну кількість одиночних і окремих груп газових факелів, які є особливими формами ендегодинамічної активності та проявами газового й грязьового вулканізму в

Керченсько-Таманському районі Чорного моря. Профільна геоакустична зйомка морського дна дозволила зафіксувати характерні морфоструктури обстежуваного полігону, а в шарі поверхневих донних відкладів - грязьовулканічну брекчію.

*Геоморфологічні та літологічні особливості окремих районів р. Дніпро за даними геоакустичної зйомки.* Донні відклади р. Дніпро є інформативним індикатором змін природного стану гідроекосистеми ріки. Комплексне дослідження акваторій р. Дніпро в межах м. Запоріжжя (рис. 3) дало змогу визначити, що строкатість гранулометричного складу донних відкладів головним чином визначається геоморфологічною неоднорідністю та перепадами рельєфу дна.

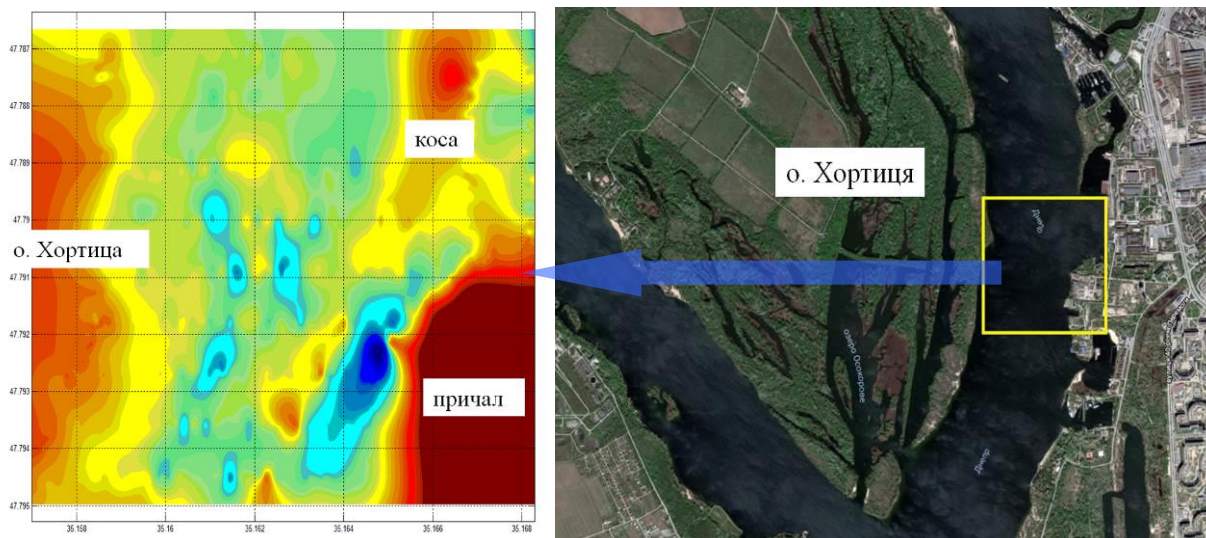


Рис. 3 Ізобатична карта району дослідження р. Дніпро в межах м. Запоріжжя

Використання гідроакустичного профілографу дозволило отримати профілі дна обстеженого полігону з високою розрізняювальною здатністю до 30 см вертикально. При цьому параметри апаратури дозволили провести якісне зондування чохла осадового шару до корінних порід, представлених гранітами Українського щита (УЩ).

Обробка отриманих профілограм за допомогою розроблених алгоритмів та програмного забезпечення дозволила отримати щільності, потужності і літологічні розрізи шарів донних осадів обстеженого полігону (рис. 4). При виділенні типів осадів використана класифікація Безрукова П.Л. і Лісіцина А.П., де в якості основних показників гранулометричного складу прийняті зміст переважної фракції і середній діаметр частинок.

Так як осадконакопичення в межах полігону нижньої течії р. Дніпро контролюється гідрологічними і геолого-геоморфологічними факторами, на ділянках з більш вирівняним рельєфом, до яких відноситься верхня частина полігону з глибиною 8 м - 10 м, поширені гранулометричні одноманітні осади. До цих ділянок приурочені добре сортовані кварцові піски, що містять зазвичай 90 % - 95 % частинок розмірністю 1 м - 0,1 мм. Також тут зустрічаються незначні домішки дрібно-алевритових частинок (0,05 мм - 0,01 мм). Для інших частин полігону характерний більш складний рельєф дна, що позначається і на розподілі осадового

матеріалу У нижній частині полігону часті виходи корінних порід, перекритих малопотужним (до 5 см) шаром алювіальних відкладень.

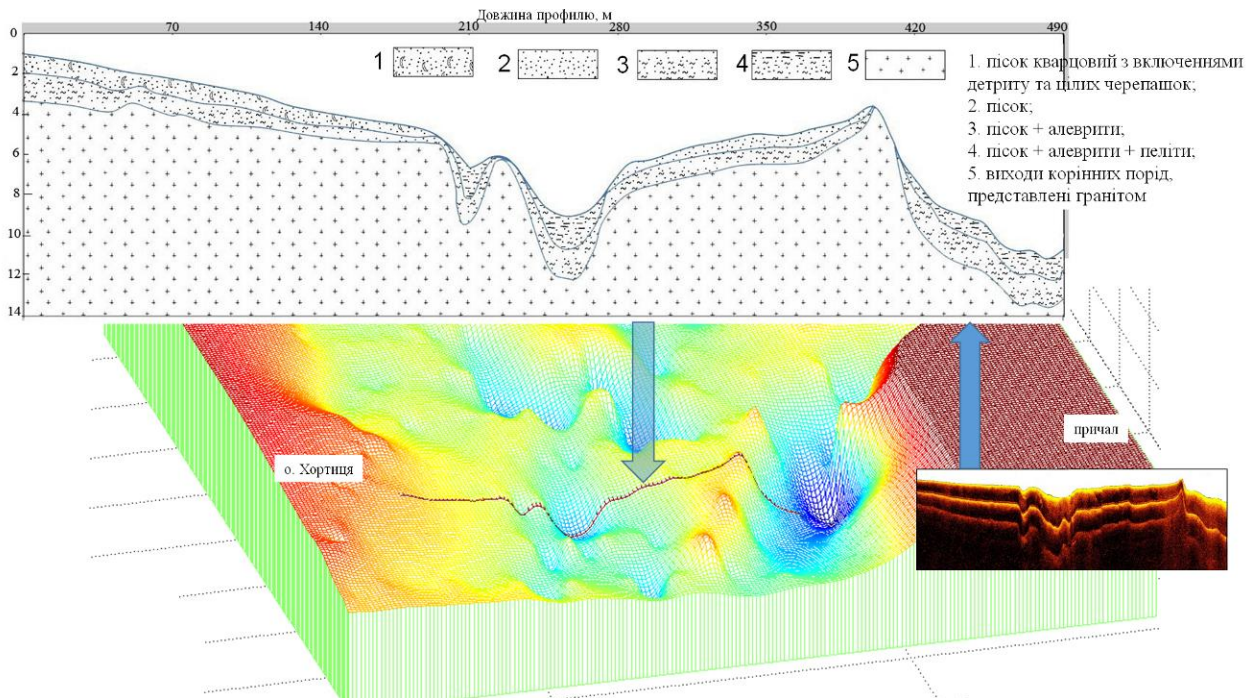


Рис. 4 Стратифікація донних відкладів за даними обробки профілограм

Аналіз розподілу гранулометричних фракцій осадового матеріалу на дні дає досить повне уявлення про локалізацію та мінливість осадів в межах цього полігону, а також про характер накопичення осадів.

Для цього були складені схеми поширення розмірних фракцій (рис. 5).

Загальний характер розподілу велико- середньо-пористого матеріалу виявляється досить чітко. Його максимальні концентрації пов'язані безпосередньо з ділянками розмиву берегу о. Хортиця, де глибина води не перевищує 1 м – 3 м. При віддаленні від цих ділянок і зі збільшенням глибини кількість матеріалу порівняно швидко зменшується.

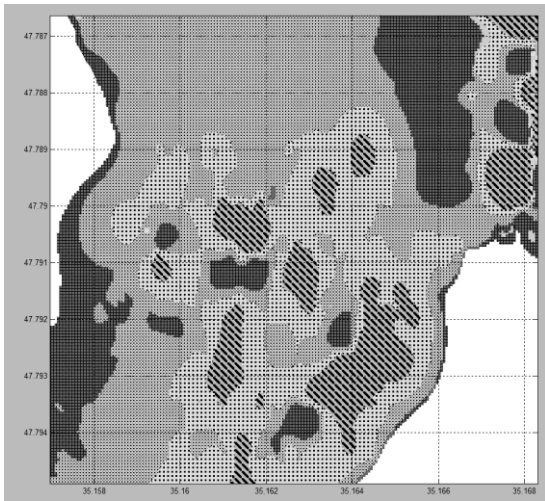
Розподіл дрібно-піщаного матеріалу характерний для зон, де рух водних мас найбільш активно впливає на винос більш дрібних частинок.

Більш ніж 50 %-й вміст дрібно-піщаного матеріалу характерний також для підводного берегового схилу. В сторону берегової лінії кількість зерен розмірністю 0,25 мм - 0,1 мм поступово зменшується.

Високий вміст алевритового матеріалу в межах полігону характерний для глибоководних частин водойми, а також для мілководних заток, захищених від сильного хвилювання. В цілому, алевритовий матеріал поширений широко, проте його вміст, як правило, зрідка перевищує 10 %. Це, ймовірно, пояснюється тим, що алевритові частки не можуть випадати з суспензії при швидкості руху води більш ніж 0,1 см/сек і, отже, легко виносяться течіями.

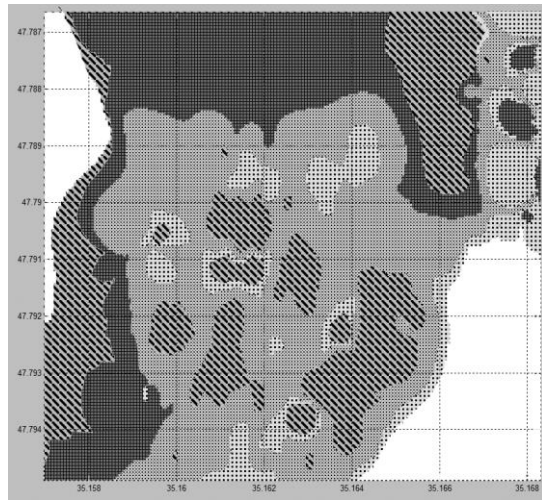
Пелітовий матеріал зустрічається в осадах полігону зазвичай в невеликих кількостях, менш 10 %. Зміст його більш, 20% зустрічається невеликими плямами,

приурочений до найбільш тиховодних ділянок.



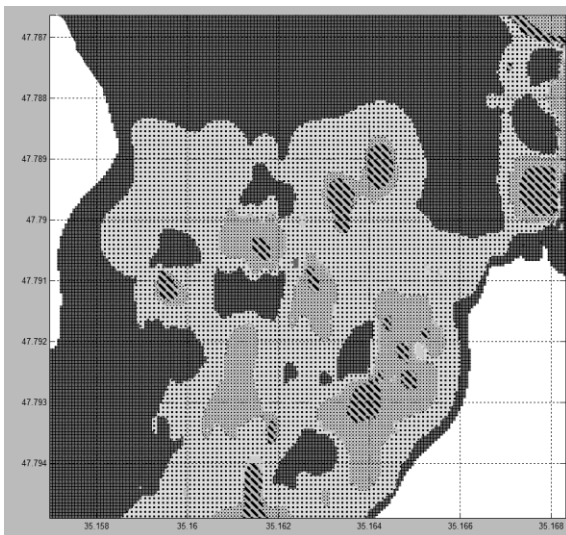
70-50% 50-25% 25-10% 5%<

Схема поширення велико-середньо-піщаного матеріалу (1,0 мм - 0,5 мм) в осаді



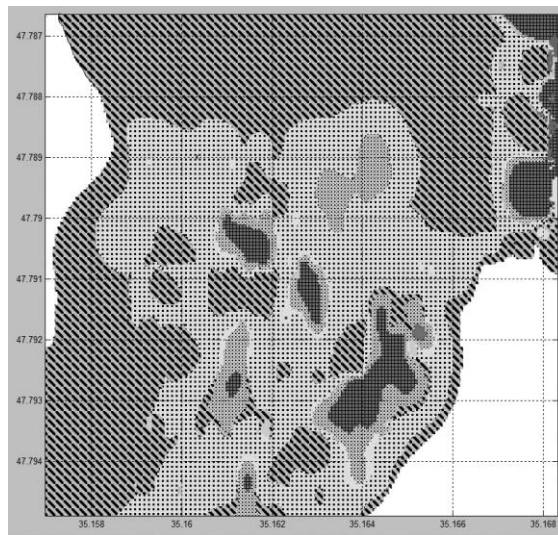
70-50% 50-25% 25-10% 5%<

Схема поширення дрібно-піщаного матеріалу (0,25 мм - 0,1 мм) в осаді



25-15% 15-10% 10-5% 5%<

Схема поширення алевритового матеріалу (0,1 мм - 0,01 мм) в осаді



25-15% 15-10% 10-5% 5%<

Схема поширення пелітового матеріалу (менш 0,01 мм) в осаді

Рис. 5 Схеми поширення розмірних фракцій досліджуваного полігону нижньої течії р. Дніпро (район м. Запоріжжя)

При порівнянні схем розподілу гранулометричних фракцій осадового матеріалу в поверхневому шарі можна зробити висновки, які дозволяють охарактеризувати деякі риси накопичення осадів в нижній течії Дніпра. Піщаний матеріал концентрується головним чином уздовж берегової лінії і на рівних ділянках дна внаслідок виносу дрібніших фракцій, що говорить про активність хвилевих процесів в центральних, більш глибоких частинах полігону, а також в напівзакритих

затоках концентрується зазвичай матеріал алевритової розмірності. Наявність кіс, особливості донного рельєфу та конфігурація берегової лінії ускладнюють картину диференціації осадового матеріалу в деталях, але не змінюють її загальний характер.

Аналіз проб донних відкладів, відібраних малою ґрунтовою трубкою і дночерпачем забезпечив контроль дистанційних методів і доповнення моделей, що створюється якісними даними.

Виявлений тісний зв'язок між гранулометричним складом, геоакустичними параметрами та питомою щільністю дозволяє використовувати коефіцієнти відбиття або щільність, як індикатор змін літології донних осадків в цілому, і цілеспрямовано відстежувати сучасний річковий процес седиментогенезу.

Дані щодо середньої щільності та зміни концентрації мулів у верхньому шарі донних відкладів в результаті проведених сезонних натурних досліджень полігону в межах акваторії р. Дніпро свідчать про його замулення, що, в свою чергу, призводить до накопичення у пелітовій фракції донних осадків поллютантів.

Відображення перебігу процесів надходження поллютантів у межі акваторії р. Дніпро й механізму їх розподілу між компонентами водного середовища надасть змогу визначати фактори впливу на інтенсивність процесів самоочищення акваторій індустріальних осередків та у зонах активного техногенного навантаження.

Мінералогічний і хімічні аналізи у комплексі з геоакустичними характеристиками визначають не лише літологічні особливості донних осадків, але й допомагають ідентифікувати джерела техногенного забруднення та зафіксувати зону, в якій вони просторово поширюються.

*Геоморфологічні та літологічні особливості окремих районів гирла Бистре, Очаківського гирла і Соломонова рукава р. Дунай за даними геоакустичної зйомки*

Дистанційні дослідження р. Дунай показали, що її гранулометричний склад неоднорідний і закономірно змінюється від мулу до піску. За даними гідроакустичного дослідження переважаючою фракцією в складі донних відкладів акваторій р. Дунай був пісок (в середньому 56,3 %). Середня концентрація мулів складала приблизно 32,9 %. Глина - найменш представлена фракція в гранулометричному складі донних відкладів (в середньому 10,9 %). Порівняння гранулометричного складу донних осадків за два роки дослідження (2018-2019 рр.) показує його стабільність практично на всьому досліджуваному районі (донні відклади гирла Бистре відзначено збільшенням в 2019 році частки піску і зменшення мулу).

Для визначення літологічних особливостей донних осадків з глибиною закладалися геологічні розрізи в профілях найбільш репрезентативних зон району дослідження. Обробка профілограм, орієнтація яких проходить з лівого берега р. Дунай до правого, демонструє фаціально обумовлену зональну зміну гранулометричного складу з переважанням піщаної складової та вмістом черепашки на ділянках тальвегу та острова. Геоакустичний переріз річища показує поступове збільшення питомої щільності донних осадків від лівого до правого берега.

Виходячи з основних закономірностей осадконакопичення, які викликані гідродинамічними факторами і, швидше за все, течіями, а також, приймаючи до уваги особливості рельєфу дна, можна виділити зони кінцевого транспортування



осадових порід двох типів: зони стагнації з пасивними гідродинамічними умовами чи утворенням вихрових структур та дисипаційні зони, де відбувається зменшення енергетики потоку в результаті натикання його на перешкоду, внаслідок чого втрачається частка суспендованого матеріалу. Саме ці зони найбільш сприятливі для накопичення осадового матеріалу типу мул.

На підвищеннях дна зменшується потужність сучасних відкладів, часто до повного їх зникнення. В структурно-геоморфологічних пастках, можливо під впливом течії, накопичуються значні потужності піщано-алеєрит-мулових відкладів, а за рахунок комбінацій хвильових та нехвильових течій на підвищених ділянках дна накопичуються саме піщані відклади.

Результати досліджень попередньо засвідчили визначальний вплив рельєфу дна на накопичення певних літологічних типів поверхневого шару донних відкладів, при цьому для ділянок дна, де відсутні активні гідродинамічні процеси, спостерігається підвищення вмісту складової алеєрит-пелітової розмірності. Одночасно для ділянок дна зі зниженнями в рельєфі або на периферії руслової частини, де відсутні активні гідродинамічні процеси, спостерігається підвищення вмісту дрібнодисперсної як складової в співвідношенні гранулометричних фракцій.

Таким чином, комплексний підхід на основі дистанційних методів відкриває нові можливості ефективного моніторингу стану донних відкладів, дозволяє найбільш повно використовувати всю корисну інформацію, що міститься в звукових полях. Використання технологій гідроакустичних досліджень дозволяє отримати відомості щодо стану досліджуваного середовища на великих площах, значно скоротити час проведення робіт та підвищити їх ефективність.

Весь ілюстративний матеріал – авторський.

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі виконано теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення задачі оцінки геоморфологічних та літологічних особливостей морського та річкового дна шляхом визначення його геоакустичних параметрів. Результати дослідження дозволяють встановити закономірності осадконакопичення певних літологічних класів донних відкладів у вигляді регресійних зв'язків між геоакустичними параметрами донних відкладів, рельєфом дна, глибиною та пробами донних відкладів.

1. Дослідження розподілу різноманітних літологічних типів сучасних морських (річкових) донних відкладів, що мають певні геоакустичні параметри, дає можливість охарактеризувати процеси осадконакопичення на досліджуваній акваторії. Незважаючи на інтенсивний та результативний розвиток на пряму досліджень геоморфологічних та літологічних особливостей дна і досить високий рівень напрацювань, спостерігається недостатність їх розвитку в Україні останніми десятиліттями.

2. Зміна характеру акустичних ехо-сигналів в залежності від рельєфу дна і властивостей донних відкладів обумовила зацікавленість до виділення типу

закономірностей, що пов'язують геоакустичні властивості донних відкладів з їх фізико-механічними характеристиками, а потім, в свою чергу, з літологічними класами донних відкладів.

3. Розроблений гідроакустичний комплекс у складі гідролокатору бокового огляду (інтерферометру), профілографу та ехолоту здатен з високою продуктивністю та деталізацією отримувати геоакустичні параметри донних відкладів та досліджувати геоморфологічні особливості дна.

4. Розроблено методику визначення геоакустичних параметрів поверхневих шарів донних відкладів та виділення їх літологічних типів за допомогою обробки інформації гідрогеоакустичного комплексу.

5. Перевірено ефективність роботи створеної методики дистанційної профільної геоакустичної зйомки морського (річкового) дна в польових умовах шляхом порівняння результатів обробки інформації гідрогеоакустичного комплексу і механічного пробовідбору;

6. На основі виконаних комплексних досліджень вперше складені детальні карти розповсюдження літологічних типів донних відкладів окремих акваторій р. Дніпро з урахуванням матеріалів точкових відборів зразків донних відкладів та результатів обробки інформації геоакустичного комплексу, що дозволили створити цілісну картину взаємодії антропогенних й природних процесів та надали можливість подальшого їх прогнозу;

7. Уточнено геоморфологічні та літологічні особливості й доповнено дані щодо рельєфу дна Чорного моря ;

8. На прикладі полігонів в межах акваторії р. Дніпро доведено існування тісного взаємозв'язку між рельєфом дна та накопиченням певних літологічних типів поверхневого шару донних відкладів, виявлені ділянки дна, седиментаційні процеси на яких характеризуються інтенсивністю гідродинамічних явищ.

9. За даними гідроакустичної зйомки вивчено геоакустичні параметри та проведено класифікацію донних відкладів акваторії річки Дніпро, північно-західної частини Чорного моря, акваторій гирла Бистре, Очаківського гирла і Соломонова рукава річки Дунай. Отриману інформацію передано до БОД.

10. Подальший просторовий аналіз отриманої бази даних може бути використаний для чотиривимірного картування дна та поверхневих шарів донних відкладів акваторій з певними літологічними та морфологічними характеристиками, обчислення їх об'ємів, швидкості осадконакопичення та вмісту різноманітних компонент для прогнозування корисних копалин, екологічного моніторингу, природоохоронних заходів та ін.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографії*

1. Геологические, геоэкологические, гидроакустические, гидроэкологические исследования шельфа и континентального склона украинского сектора Черного моря: Емельянов В.А., Митропольский А.Ю., Довбыш С.Н., Дыкань Н.И., Ольштынская А.П., Вернигоров В.П., Никитина А.А., Тимченко В.П., Гончар А.И., Клочан Ю.А., Клочан В.И., Сафонов А.В., Иваненко М.П., **Федосеев С.Г.**,

Шлычек Л.И., Мельников В.В., Токарев Ю.Н., Алемов С.В., Болтачева Н.А., Бурдиян Н.В., Игнатъев С.М., Ревков Н.К., Сергеева Н.Г., Серегин С.А., Станичный С.В., Сысоев А.А. Под ред. А.Ю. Митропольского. К.: ИГН НАН Украины, 2013. 141 с.

*Статті в наукових фахових виданнях України:*

2. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И., Худоконь В.В., Сафонов А.В. Совмещение планшета панорамного гидроакустического комплекса со спутниковой картой. *Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу*. 2011. Вип. 25. т. 1. С. 117-121.

3. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Методы подавления кратных волн при обработке информации профилограмм. *Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу*. 2013. Вип. 27. С. 7-12.

4. Митропольський О.Ю., Наседкін Є.І., Іванова Г.М., Довбиш С.М., Нікітіна А.О., **Федосеєнков С.Г.** Закономірності формування вмісту нікелю в складі седиментаційних потоків. Зб. наук. пр. Інституту геологічних наук НАН України. 2015. Т. 8. С. 139-144.

5. Митропольський О.Ю., Наседкін Є.І., **Федосеєнков С.Г.**, Іванова Г.М., Довбиш С.М. Відновлення та адаптація проекту моніторингу седиментаційних процесів на шельфі Чорного моря на полігоні "Запоріжжя". *Геология и полезные ископаемые мирового океана*. 2016. № 3. С. 89-94.

6. Honchar A.I., **Fedoseienkov S.H.** Geo- and hydro-acoustic complex as study of interconnection between processes in waters and bottom sediments. *Геодинаміка*. 2016. № 2 (21). С. 101-108.

7. Гончар А.И., **Федосеєнков С.Г.** Сучасні комп'ютерні методи обробки і візуалізації гідроакустичної інформації. *Геоінформатика*. № 1 (61). 2017. С. 19-25.

8. Митропольський О.Ю., Наседкін Є.І., Іванова Г.М., Кураєва І.В., Войтюк Ю.Ю., **Федосеєнков С.Г.** Моніторинг стану річкових відкладів у межах індустріальних осередків (на прикладі м. Запоріжжя). *Мінералогічний журнал*. 2017. Т. 39, № 3. С. 75-84.

*В інших наукових виданнях:*

9. Гончар А.И., Шундель А.И., **Федосеєнков С.Г.** Некоторые аспекты создания структурных моделей неоднородного слоистого дна. *Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу*. 2013. Вип. 27. С. 151-155.

10. **Федосеєнков С.Г.** Методика дистанционной профильной грунтовой съемки для определения типов донных отложений. *Modern Science – Moderní Věda*. 2016. №3. С. 179-186.

11. Гончар А.И., **Федосеєнков С.Г.**, Шундель О.І. Аспекти технології автоматизованої дистанційної профільної грунтової зйомки морського дна. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2011. № 8. С. 63–68.

12. Гончар А.И., **Федосеєнков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель О.И., Неверова С.И. Спектральный метод оцінки параметрів донних відкладень: коефіцієнтів відбиття і

поглинання. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2011. № 8. С. 69-76.

13. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель А.И. Многоцелевой автоматизированный модульно-блочный информационно-измерительный комплекс для мониторинга акваторий. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2012. №9. С. 97-102.

14. Гончар А.И., Неверова С.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Энергетические характеристики параметрического профилографа донных осадочных структур. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2012. №9. С. 103-107.

15. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Спектральные методы послойного определения литологических свойств донных отложений в профилограммах. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2013. №10. С. 68-79.

16. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Реконструкция характеристик упругого дна по коэффициенту отражения. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2013. №10. С.80-79.

17. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.** Технология дистанционной профильной грунтовой съемки морского дна. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2014. №11. С.32-37.

18. Гончар А.И., Клочан Ю.А., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель А.И. Обработка и визуализация информации гидроакустического модуля. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2014. №11. С.38-43.

19. Гончар А.И., Мартыновская Т.А., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Оценка типов донного грунта по отраженным сигналам однолучевого эхолота. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2014. №11. С.44-51.

20. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель А.И. Прогнозирование цифровой модели рельефа по модельным данным гидрогеоакустических средств. *Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи і засоби досліджень Світового океану)*: зб. наук. пр. Запоріжжя: НТЦ ПАС НАН України, 2014. №11. С. 9-16.

#### Патент:

21. Гідролокатор бокового огляду: пат. 111541 Україна. № а201500106; заявл. 06.01.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 9/2016.

#### Матеріали та тези конференцій:

22. Гончар А.И., Шлычек Л.И., Шундель А.И., **Федосеенков С.Г.** Построение

планшета обследованных акваторий по данным панорамного акустического комплекса (ПАК). *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики*: труды X Всероссийской конф. ГА – 2010. 25-27 мая 2010 г. Санкт-Петербург: Президия РАН, 2010. С.78-80.

23. Гончар А.И., Голод О.С., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель А.И. Вероятностная оценка послойного определения литологических свойств донных отложений в профилограммах. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики*: труды XI Всероссийской конф. ГА-2012. 22–24 мая 2012 г. Санкт-Петербург: Президия РАН, 2012. С. 265-268.

24. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И. Многоцелевой автоматизированный модульно-блочный информационно-измерительный комплекс для мониторинга акватории. *Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS і GIS – технології*: матеріали XVII Міжнародного наук.-техн. симпозіуму, 10-15 вересня 2012 р. Алушта: Національний університет "Львівська політехніка", Державна установа «Держгідрографія», 2012.

25. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель А.И. Обследование прибрежных акваторий гидроакустическими средствами. *Морские берега Украины: V Всеукраинский семинар–совещание*, 10-13 сентября 2012г. пгт. Кацивели: МГИ НАН Украины, 2012.

26. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Сафонов А.В. Гидроакустический модуль мониторинга дна акваторий. *Системи контролю навколишнього середовища – 2012*: Міжнародний науково-технічний семінар, 24–28 вересня 2012 р. Севастополь: МГІ НАН України, 2012.

27. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Сафонов А.В. Технология автоматизированной дистанционной профильной грунтовой съемки морского дна. *Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій*: зб. матеріалів міжнар. наук. конф., 8-13 жовтня 2012 р. Київ, 2012. С. 29

28. Гончар А.И., Попова Т.А., **Федосеенков С.Г.** Оценка погрешности построения планшетов панорамной гидроакустической съемки на мелководье. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*: сб. научн. тр. Севастополь: МГИ, ИГН, ОФ ИнБЮМ. Вып. 27. С. 18-22.

29. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Цифровое моделирование параметрического профилографа. *Проблемы, методы и средства исследования Мирового океана*: сб. докладов третьей междунар. науч.-практ. конф., 14-15 мая 2013 г. Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины. С. 65-78.

30. Гончар А.И., **Федосеенков С.Г.**, Шундель А.И. Математическое моделирование спектрального метода определения коэффициентов затухания и отражения для многослойных водонасыщенных донных отложений. *Проблемы, методы и средства исследования Мирового океана*: сб. докладов третьей междунар. науч.-практ. конф., 14-15 мая 2013 г. Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины. С. 193-204.

31. Гончар А.И., Попова Т.А., **Федосеенков С.Г.**, Шлычек Л.И., Шундель А.И. Геоакустические методы исследования дна. *Проблемы, методы и средства*

*исследования Мирового океана: сб. докладов третьей междунар. науч.-практ. конф., 14-15 мая 2013 г. Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины. С. 299-309.*

32. Гончар А.И., Гончар Ю.А., Голод О.С., **Федосеєнков С.Г.** Методология дистанционной профильной грунтовой съемки для определения типов донных отложений. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики: труды XII Всероссийской конф. ГА – 2014, 27-29 мая 2014 г. Санкт-Петербург: Президия РАН, 2014. С. 483-486.*

33. Гончар А.И., **Федосеєнков С.Г.**, Шличек Л.І. Гідроакустичні методи та засоби морських інформаційних технологій. *Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України: тези доповідей V науково-технічної конференції, 09-12 грудня 2014р. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗС України. С.217-218.*

34. Гончар А.И., Нестеренко Л.В., **Федосеєнков С.Г.** Использование гидроакустических технологий для экологического мониторинга акваторий. *Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: зб. тезисів восьмої міжнародної наук.-практ. конф. 2015р. Дніпропетровськ: ІППЕ НАН України. 2015.*

35. Гончар А.И., **Федосеєнков С.Г.**, Шличек Л.І., Нестеренко Л.В., Клочан Ю.А. Сучасні методи обробки і візуалізації гідроакустичної інформації як джерело нових потенційних можливостей гідроакустичних засобів. *Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України: тези доповідей науково-технічної конференції, 09-12 грудня 2015р. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗС України. 2015.*

## АНОТАЦІЯ

**Федосеєнков С.Г. Геоморфологічні та літологічні особливості донних відкладів на основі геоакустичних методів. - На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 – «геофізика». - Державна установа «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України». Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, 2019.

В дисертаційній роботі виконано теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення задачі оцінки геоморфологічних та літологічних особливостей морського та річкового дна шляхом визначення його геоакустичних параметрів. Узагальнено існуючі на сьогоднішній день дослідження щодо вивчення геоморфології дна акваторій та поверхневих шарів донних відкладів геолого-геофізичними методами. Розроблено методику визначення геоакустичних параметрів поверхневих шарів донних відкладів та виділення їх літологічних типів за допомогою обробки інформації гідрогеоакустичного комплексу. Перевірено розроблену методику при натурних дослідженнях геоморфології дна та поверхневих шарів донних відкладів Чорного моря та акваторій р. Дніпро шляхом порівняння отриманих результатів з результатами пробовідбору. Розроблено спеціалізовану базу даних геолого-літологічної інформації, побудовану за результатами комплексного геологічного та геоакустичного дослідження. Проаналізовано геоморфологічні та літологічні особливості окремих районів Чорного моря та

р. Дніпро за даними геоакустичної зйомки.

**Ключові слова:** геоморфологія дна, донні відклади, гідроакустичний профілограф, ехолот, геоакустичні параметри донних відкладів, літологічні особливості, морфологічні особливості.

## АННОТАЦІЯ

**Федосеєнков С.Г. Геоморфологічні та літологічні особливості донних відкладів на основі геоакустичних методів. - На правах рукопису.**

Дисертація на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.22 - геофизика. Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев, 2019.

В диссертационной работе выполнено теоретическое обобщение и предложено новое решение задачи оценки геоморфологических и литологических особенностей морского и речного дна путем определения его геоакустических параметров. Результаты исследования позволяют установить закономерности осадконакопления определенных литологических классов донных отложений в виде регрессионных связей между геоакустическими параметрами донных отложений, рельефом дна, глубиной и пробами донных отложений.

Исследование распределения различных литологических типов современных морских (речных) донных отложений, имеющих определенные геоакустические параметры, дает возможность охарактеризовать процессы осадконакопления на исследуемой акватории. Изменение характера акустических эхо-сигналов в зависимости от рельефа дна и свойств донных отложений обусловило интерес к выделению типа закономерностей, связывающих геоакустические свойства донных осадков с их физико-механическими характеристиками, а затем, и с литологическими классами.

Разработанный гидроакустический комплекс в составе гидролокатора бокового обзора (интерферометра), профилографа и эхолота способен с высокой производительностью и детализацией получать геоакустические параметры донных отложений и исследовать геоморфологические особенности дна. Разработана методика определения геоакустических параметров поверхностных слоев донных отложений и выделение их литологических типов с помощью обработки информации геоакустического комплекса.

Проверена эффективность работы созданной методики дистанционной профильной геоакустической съемки морского (речного) дна в полевых условиях путем сравнения результатов обработки информации геоакустического комплекса и механического пробоотбора. На основе выполненных комплексных исследований впервые составлены подробные карты распространения литологических типов донных отложений отдельных акваторий р. Днепр с учетом материалов точечных отборов образцов донных отложений и результатов обработки информации геоакустического комплекса, что позволило создать целостную картину взаимодействия антропогенных и природных процессов и предоставило возможность дальнейшего их прогноза. Уточнены геоморфологические и литологические особенности и дополнены данные по рельефу дна отдельных

акваторий Черного моря.

На примере полигонов в пределах акватории р. Днепр доказано существование тесной взаимосвязи между рельефом дна и накоплением определенных литологических типов поверхностного слоя донных отложений, выявлены участки дна, седиментационные процессы на которых, характеризуются интенсивностью гидродинамических явлений.

По данным геоакустической съемки изучены геоакустические параметры и проведена классификация донных отложений акватории реки Днепр, северо-западной части Черного моря, акваторий устья Быстрое, Очаковского устья и Соломонова рукава реки Дунай.

Дальнейший пространственный анализ полученных данных может быть использован для четырехмерного картирования дна и поверхностных слоев донных отложений акваторий с определенными литологическими и морфологическими характеристиками, вычисления их объемов, скорости осадконакопления и содержания различных компонент для прогнозирования полезных ископаемых, экологического мониторинга, природоохранных мероприятий и др.

**Ключевые слова:** геоморфология дна, донные отложения, гидроакустический профилограф, эхолот, геоакустические параметры донных отложений, литологические особенности, морфологические особенности.

## ABSTRACT

**Fedoseienkov S.H., Geomorphological and lithological features of bottom sediments on the basis of geoaoustic methods. – On the rights of manuscripts.**

Thesis for a candidate degree in geological sciences, specialty 04.00.22 - "geophysics". - State institution "Scientific Hydrophysical Center of the National Academy of Sciences of Ukraine".- The Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the estimation of geomorphological and lithological features of the sea and river bottom by determining its geoaoustic parameters. The existing research on the study of the geomorphology of the bottom of water areas and surface layers of bottom sediments by geological and geophysical methods is generalized. The method of determination of geoaoustic parameters of the surface layers of bottom sediments and the allocation of their lithological types by processing information of the hydrogeocoacous complex is developed. The developed technique has been tested in the field studies of the bottom geomorphology and surface layers of the Black Sea sediments and the Dnipro River basin by comparing the results with the results of sampling. A specialized database of geological and lithological information, developed on the basis of the results of complex geological and geoaoustic research, was developed. The geomorphological and lithological features of separate regions of the Black Sea and the Dnieper River according to geoaoustic data are analyzed.

**Key words:** bottom geomorphology, bottom sediments, hydroaoustic profilograph, echo-sounder, geoaoustic parameters of bottom sediments, lithological features, morphological obliquities.



Підписано до друку 06.09.2019 р. Формат 60 х 84/16.  
Обсяг 0,9 ум.-друк. арк. Наклад 100 прим. Зам. № П-2019-272

Надруковано у ТОВ РВА «Просвіта»  
69000, м. Запоріжжя, пр. Соборний, буд. 75/66