

КАРТОГРАФУВАННЯ ДОННИХ ГРУНТІВ МІЛКОВОДНОЇ МОРСЬКОЇ АКВАТОРІЇ. ПРОБЛЕМИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Картографування ґрунтів мілководної частини дна моря є завдання проблемне, через значну деформацію морського дна в часі і просторі. Результати, досягнуті в ході практичного вивчення і дослідження особливостей гранулометричного розподілу морських ґрунтів, дозволяють оптимістично дивитися на застосування для мілководних умов картографічного методу.

Ключові слова: ґрунти дна, типи фракційного складу, дрібнодисперсна складова, антициклонічні та циклонічні циркуляції.

Постановка проблеми. Вивчення морських донних ґрунтів в прибережних зонах морів методом картографування в літературних джерелах нерідко ставиться під сумнів. Вирішування вченими цього питання, на нашу думку, не є рівнозначним, у зв'язку з особливостями деформації мілководної частини моря: значними відкладами наносів на його донну поверхню в ході акумуляції, внаслідок абразії берега, густинними потоками різних типів, зокрема уздовж береговими; з іншого боку у зв'язку з розмивами дна течіями, хвилюванням і з інших гідродинамічних причин [1], а також зміною відміток дна під дією літодинамічних чинників. Просторово-часовий поділ наносних ґрунтів на морському дні визначається їх походженням: теригенним або пелагічним, з іншої точки зору, органічним або мінеральним. Механізми надходження, розмиву і відкладання наносів пов'язані з особливостями гідродинаміки текучої води, зумовленої взаємодією повітря, водного середовища і ґрунтів дна [2]. Додатково слід зазначити, що є також проблема відбору ґрунтів дна, пов'язана з методикою і типом приладів, відбирати проби слід з поверхні морського дна шаром 3-10 см з непорушеною структурою, а переміщення наносів у шторм може досягати істотно великих величин [2]. В результаті ми отримуємо статистично неоднорідну вибірку, що відображає різні періоди часу формування ґрунтів дна, і т. ін.

Проте існує більше десятка німецьких, польських, китайських і російських публікацій, де відображено застосування картографування ґрунтів морського дна у мілководних районах [3-12] без їх детального обґрунтування. У недавній роботі [13] стверджується, що "фізичні і хімічні властивості донних осадів, їх розподіл і динаміка на акваторії Керченської бухти не можуть бути пояснені схемами циркуляції вод" (наведеними в цій же роботі).

Об'єкт дослідження - донні ґрунти мілководної Керченської затоки та частково протоки, як трасурів течій.

Мета дослідження - картографування типів гранулометричного складу ґрунтів дна в Керченській затоці, вивчення особливостей замулювання усєї затоки, портової акваторії та підхідних морських каналів. Виявлення типів циклонічної та антициклонічної циркуляції у Керченській затоці. Відбиття циркуляцій з метою ув'язки цих результатів з розподілом наносів на морському дні за даними відбору проб по всій Керченській бухті; узагальнення картографічного методу розподілу наносів на морському дні акваторії бухти з потоками завислих наносів в динамічному шарі води і деформацією морського дна. Також ставилося завдання можливості визначення дрібнодисперсної складової в гранулометричному складі наносів, що значною мірою створюють донні ґрунти в Керченській бухті.

Використана методика і прилади для відбору проб ґрунту. Як засіб досліджень гранулометричного складу донних ґрунтів на акваторії мілководної бухти,

при вивченні деформації морського дна в ході експедиційних робіт, відбиралися проби трубкою ДОНА. При отриманні масиву початкових даних про донні відклади дотримувалися правила збереження статистичної просторової і часової однорідності: проби взяті у вузлах рівномірної сітки (умова просторової однорідності), і у шарі однакової товщі, заввишки 5 см (однорідність в часі). У місцях штучних виїмок (морські канали, акваторії порту) проби донних ґрунтів у шарі заввишки 5 см відібрати не вдалося, через їх розрідження (щільність якого 1.25-1.35 г/см³), тому ґрунти відбиралися у шарі заввишки до 10 см.

Гранулометричний склад ґрунтів дна досліджувався в геотехнічній лабораторії відділу інженерних досліджень ЧорноморНДПроекту. Гранулометричний склад визначався відповідно до діючих стандартів і нормативних документів.

Зі всього масиву відібраних зразків гранулометричного складу для подальшого аналізу було взято 99 проб. Решта проб була забракована з тих або інших технічних причин (руйнування зразка, пересихання, недостатній об'єм і вага проби, невчасна доставка в лабораторію і так далі).

Аналіз досліджень механічних властивостей ґрунтів. Для вирішення завдань динаміки наносів необхідно знати механічні характеристики частинок, що визначають їх опір при русі, – розмір, щільність, форму. Можна використовувати і динамічний показник — гідравлічну крупність. Остання характеристика вже відображає поведінку частинок у воді, а тому є найбільш зручною для більшості завдань. Проте її безпосереднє визначення скрутне і дослідникам доводиться користуватися рекомендаціями щодо перерахунку гідравлічної крупності з відомих механічних характеристик, що робить ці характеристики еквівалентними за значущістю.

Наноси, що складають ділянки побережжя, заток, бухт зазвичай складаються з матеріалу однієї щільності (або переважна частина наносів представлена матеріалом однієї щільності). У звичайних випадках тривалої дії гідрогенних чинників частинки набувають ідентичної округлої форми (найчіткіше це виражено у частинок, розмір яких більше 0,1 мм, а у дрібно дисперсних ґрунтів, якщо, наприклад, частинки глинисті, під мікроскопом вони плоскі, за типом пігулок). В той же час донні відклади завжди характеризуються деяким набором розмірів, в якому крайні значення істотно розрізняються. Такий набір частинок визначається гранулометричним або, за іншою термінологією, механічним складом.

Інформація про гранулометричний склад необхідна для багатьох завдань гідро- і літодинаміки, таких, як завдання про початок руху частинок, про види переміщення і про кількості частинок, що беруть участь в певному русі, тобто про витрачання, і так далі. Можна було б вказати завдання, в основному прикладного характеру, при вирішенні яких можливо обмежуватися даними про середній розмір наносів. Проте і для його розрахунку необхідна інформація про склад наносів. Для опису механічного складу використовується метод розбиття всього діапазону розмірів [d_{mix} , d_{max}] на інтервали - фракції. Розбиття це можна провести будь-яким довільним чином, але зручніше робити це з урахуванням методичних вимог гранулометричного аналізу і особливостей поведінки частинок різних розмірів у водному середовищі: режим обтікання частинок, прояви сил зчеплення, співвідношення сил, що діють на частинку, і т. ін.; тут також є свої невирішені проблеми.

У країнах східної Європи найбільш поширеними варіантами розбиття є метричні шкали: досить груба геологічна шкала: 0.10; 0.25; 0.50; 1.0; 2.0; 3.0; і 5.0 мм і шкала з кроком 100,1 (також розмірна); в океанології і гідрології суші для визначення фізичних властивостей ґрунтів використовується шкала Інституту океанології АН СРСР : >40; 40-20; 20-10; 10-5; 5-2; 2-1; 1-0.5; 0.5-0.25; 0.25-0.10 і частина розмірної

шкали, яку, на нашу думку, можна було б позначити для гідрологічних цілей як дрібно дисперсну 0.10-0.05; 0.05-0.01; 0.01-0.005; <0.005.

Можливості найбільш поширеного методу розділення крупних фракцій - ситового аналізу - дозволяють виділити такі межі фракційних інтервалів: 0. 063; 0. 08; 0. 10; 0. 125; 0.16; 0. 20; 0. 25; 0,315; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,0; 1,25; 1,6 і 2,0 мм. В області грубо- і дрібнодисперсних частинок розділяти фракції доводиться вже гідравлічними методами.

Слід відзначити, що при виділенні фракцій за допомогою загальноприйнятого ситового аналізу розміри частинок не точно відповідають розмірам отворів. Експериментально встановлені такі співвідношення між приведеним об'ємним діаметром зерен і розміром чарунок сит: для сит з квадратними отворами $d_p = 1,17d_{\text{сита}}$ і для сит з круглими отворами $d_p = 0,9 d_{\text{сита}}$.

Крім метричних, зручними і досить поширеними є логарифмічні шкали.

Якщо ми маємо в своєму розпорядженні методи, що дозволяють отримати повну інформацію про розподіл складу проби за розмірами, то описується цей розмір у вигляді функцій розподілу – у вигляді інтегральних або диференціальних функцій. Але найчастіше для картографічного дослідження використовуються гістограми.

Результати досліджень ґрунтів дна Керченської бухти. Дані, зібраних з поверхні морського дна акваторії бухти проб, після їх лабораторної обробки і виділення обмеженої кількості типів гранулометричного складу (рис.1 і табл.1), для подальшого аналізу закономірностей їх розподілу на морському дні, були нанесені на карту бухти (рис. 2) відповідно до координат відбору проб.

Ця карта характеризує розподіл типів гранулометричного складу донних ґрунтів за площею Керченської бухти і підтверджує складність картографічного аналізу при перегляді одночасно всіх проб, без урахування обмеженої кількості типів властивостей гістограм. Без проведення класифікації наносів вичленувати окремі характерні райони донних ґрунтів при дослідженні практично неможливо. Статистика виділених індивідуальних властивостей й інших необхідних даних (% , межі фракцій) у всіх гістограмах показана в табл.1. В ході подальшого аналізу рисунка розподілу проб донного ґрунту за площею Керченської бухти виконано відсіювання надмірної інформації, проведений відбір проб ґрунту тільки з однорідними властивостями гранулометричного складу (див. нижче рис. 5).

Аналіз особливостей цього розподілу ґрунтів (рис.1) дозволяє зробити такі попередні висновки:

- перший тип донних ґрунтів, є переважно дрібнодисперсною його складовою (основна його частина < 0.005 мм, 36.5 %, з лівого боку на графіку, рис.1, табл.1). Заноситься в бухту з азовським морським потоком. Осідає на морське дно на шляху його проходження і в періоди спокійного моря. Є головною причиною заносимості акваторії порту, морського підхідного каналу КМТП (Керченського морського торгового порту) і штучної виїмки ґрунту в розтрубі, в місці розгалуження підхідного каналу від проходного Керчь-Енікальського в Керченській протоці;

- другий тип (рис.1; табл.1, тип 2) відповідає двомодальній формі процентного гранулометричного складу донних ґрунтів: найбільші частки модальних фракцій розташовані в розмірній шкалі 0.01-0.05 і 2.0-10.0 мм. Його генезис зумовлений особливостями чорноморських і азовських течій та літології дна в Керченській бухті;

- третій тип має модальну фракцію в пробі 2.0-10 мм в правій частині гістограми. Є продукт абразії берега хвилюванням від південних вітрів (з боку Чорного моря) і розмиву дна і берега чорноморським потоком. Його головне місце зосередження в гирлі південної і північної частин бухти; відмічається також в північній частині акваторії бухти, що примикає до м. Білий;

- четвертий тип фракційного складу ґрунтів, з модою гранулометричного складу 0.01-0.1 мм (піщана фракція, близька до дрібнодисперсної складової наносів) рівномірно розподілений по всій акваторії бухти, окрім районів штучної виїмки ґрунту і зон берегової абразії, що важко розмиваються (мисів). Формується, ймовірно, в штильові проміжки гідрометеорологічного режиму в Керченській бухті;

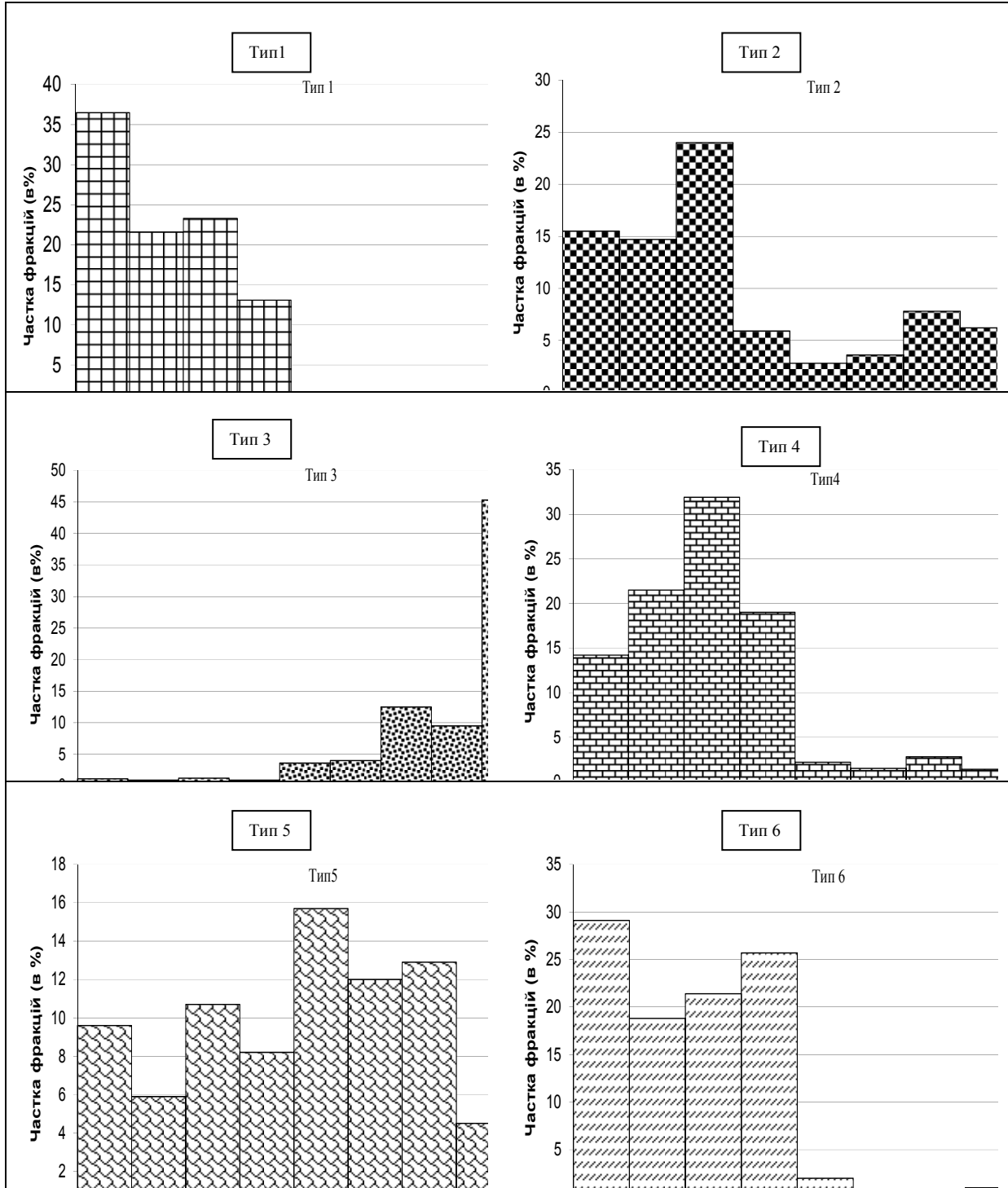


Рис. 1 - Типи гістограм фракційного складу в пробах донних ґрунтів в Керченській бухті, (%)

Таблиця 1 - Процентні складові фракцій в різних типах гістограм

Фракції	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип4	Тип5	Тип 6
<0.005	36,5	15,5	1,1	14,2	9,6	29,1
0.005-0.01	21,6	14,7	0,9	21,5	5,9	18,8
0.01-0.05	23,3	24,0	1,2	31,9	10,7	21,4
0.05-0.10	13,1	5,9	0,9	19,0	8,2	25,7
0.10-0.25	1,6	2,8	3,6	2,2	15,7	2,0
0.25-0.50	1,2	3,6	4	1,5	12,0	0,7
0.50-1.0	0,8	7,8	12,5	2,8	12,9	0,9
1.0-2.0	1,1	6,2	9,5	1,4	4,5	1,0
2.0-10.0	0,7	14,3	45,3	3,3	14,5	0,3
>10-40	0	5,2	21,0	2,1	6,0	0,0
Число випадків	22	14	13	30	17	3

Примітка: при аналізі проб ґрунтів дна шостий тип через малий об'єм вибірки і схожість їх гістограм (див.табл.3.1 і рис. 1), увійшов до складу першого "дрібнодисперсного ряду", що має дрібнодисперсну складову 94.6%

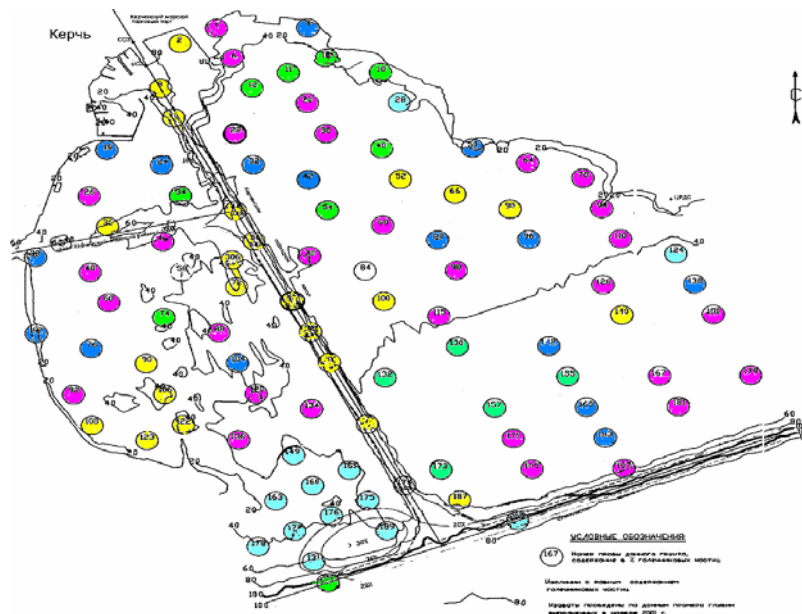


Рис. 2 – Розподіл проб донного ґрунту різних типів гранулометричного складу за площею Керченської бухти

- п'ятий тип характеризується відносно однорідним складом всіх фракцій в пробі, що варіює від 4.5% до 15.7% вмісту фракцій в пробі. Доставляється в бухту з азовським потоком і потоком завислих і притягнених наносів з боку Таманської затоки (з російського боку);

- шостий тип з малим об'ємом вибірки (табл.1) є перехідним типом між першим і третім. У зв'язку з чим, цей тип можна приєднати до першого, найбільш схожого з ним типу.

Третій і четвертий типи позначаються через посилення однієї з внутрішніх фракцій гістограми.

Перший і п'ятий типи, можливо, походять від різних джерел. Перший, ймовірно, формується потоками завислих речовин, тобто під впливом гідродинаміки водного середовища бухти і твердих наносів в ній; п'ятий тип зобов'язаний своїм

походженням особливостям формування літології району і геологічним процесам в попередній геологічний час.

Недоліком даного виду гістограм є неоднакова вага кожної фракції в загальній масі проби; незалежно від розміру фракції в послідовному їх ряду, всі вони представлені одиничним стовпчиком на шкалі розмірів фракцій. І саме тому, сума всіх фракцій не дає в результаті їх підсумовування 100%. Але перша окрема фракція на шкалі розмірів фракцій представлена вагою <0.005 мм; друга вагою (розміром) 0.01 – 0.005 = 0.005 мм; третя 0.05 – 0.01 = 0.04 мм і так далі. Тобто кожна одиниця, що належить різним фракціям, має різну вагу в одній і тій же сумарній пробі. Саме ця обставина є недоліком прийнятої метричної шкали. Однак, при розділенні проби на фракції (при гранулометричному аналізі, обробці результатів), вся проба береться за 100%. Ясно, що площа, зайнята фігурою гістограми, теж повинна відповідати 100%. Помноживши висоту стовпця кожної фракції на його основу (метричний розмір фракції в мм) і підсумовуючи площі стовпців, ми не отримаємо потрібного результату, а розмірність не матиме розмірності відсотка. Щоб позбутися цієї неприємності, слід задалегідь частку кожної фракції у відсотках ділити на довжину інтервалу, тобто оперувати не відсотками, а щільністю відсотків в кожній фракції. Після цієї операції і обчислення площі стовпців діаграми шляхом множення висоти на основу, а потім підсумовування площ окремих стовпців, їх загальна сума дійсно відповідатиме 100%. Але графіки гістограм в цьому випадку матимуть зовсім інший вигляд (рис.5-8 порівняти з рис.2).

Зручніше кожен пробу брати не за 100%, а за одиницю. Тоді гістограму фракцій можна інтерпретувати як ступінчасту щільність вірогідності вмісту в пробі окремих фракцій: 0 – ця фракція в пробі відсутня, 1 – проба однорідна, складається з однієї єдиної фракції. Цифри між нулем і одиницею характеризують окрему ступінчасту щільність вірогідності фракцій – «ступінчасту» щільність вірогідності змісту цих фракцій в аналізованій пробі донного ґрунту. В цьому випадку ми маємо право оперувати такими поняттями як «мода», «медіана», «моментні характеристики»; числовими характеристиками що підкреслюють ту або іншу властивість фракцій в пробі донного ґрунту: середнім, дисперсією, асиметрією, ексцесом і так далі. Ці характеристики з теорії вірогідності постійно згадуються в літературних джерелах поза їх зрозумілим зв'язком з гранулометричним складом завислих і донних ґрунтів. Ці характеристики добре використовувати при аналізі графіків щільності вірогідності фракційного складу ґрунтів морського дна. Щоб перевести графіки гістограм, виражених в % на рис.1, в «одиничні гістограми», слід кожен стовпець гістограми в % поділити на 100. В цьому випадку матимемо справу з безрозмірними «одиничними гістограмами», які мають імовірнісний сенс. Ці одиничні гістограми графічно виражають імовірнісний закон розподілу фракцій в кожній пробі. Імовірнісним законом називається будь-яка відповідність випадкової величини (фракції) і її ймовірнісного значення в тому або іншому місці морського дна (Керченської бухти).

Розподіл типів донних ґрунтів за площею Керченської бухти та у підхідному каналі до Керченського морського торговельного порту наведено на рисунках 5-8.

Складання усіляких типів карт донних ґрунтів є достатньо складним завданням, ця проблема обговорювалася вище. Саме тому в науковій літературі іноді існує думка, що картографування донних ґрунтів в мілководних зонах не можна визнати науково обґрунтованим методом. Щоб виконати позначені вимоги, проби необхідно відбирати одним і тим же приладом і дослідником однієї і тієї ж кваліфікації, інакше проби ґрунту будуть статистично неоднорідними, і картографування стає неприпустимим (недостовірним). Наприклад, в роботі [6] наголошується: «Проведенные ЮгНИРО в 2002-2005гг. гидрогеологические исследования показали, что физические и химические

свойства донных осадков, их распределение и динамика на акватории Керченской бухты не могут быть объяснены описанными выше схемами циркуляции вод в данной области пролива”, (мається на увазі рис.3), з чим ми не можемо погодитися.

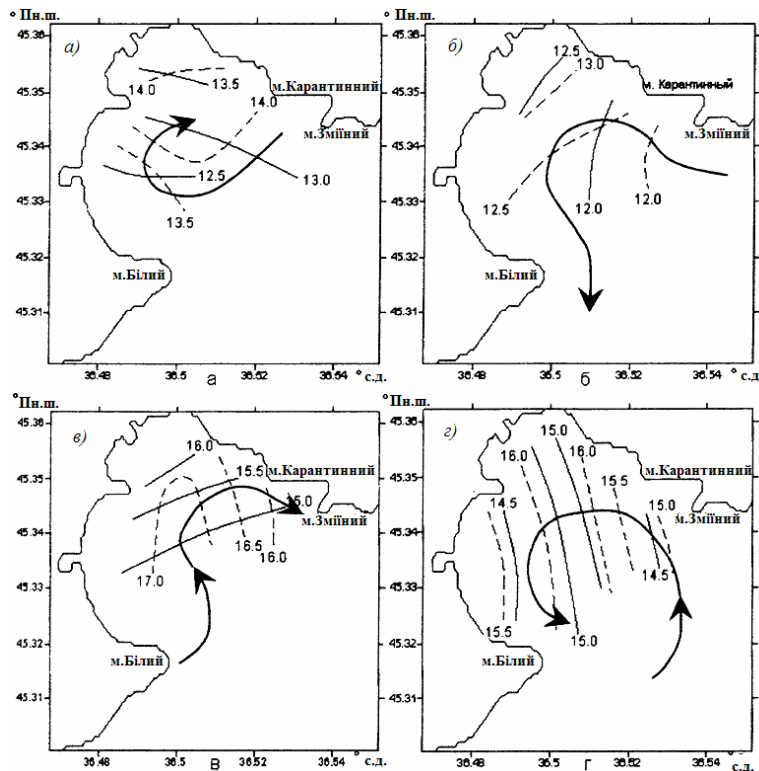


Рис. 3 – Усереднені поля солоності і умовна схема циркуляції вод для: азовського антициклонального типу течій (а); азовського циклонального типу течій (б); чорноморського антициклонального типу течій (в); чорноморського циклонального типу течій (г) [6].

Існує вже достатньо німецьких, польських, китайських і російських публікацій [3-12], де відображено застосування картографування ґрунтів у мілководних прибережних частинах морського дна.

На нашу думку, класифікація ґрунтів морського дна як засіб позбавитися від випадкової інформації, є обов'язковим етапом їх досліджень, інакше позитивних результатів досягти неможливо. Про це свідчать позитивні результати картографування окремих типів донних ґрунтів на акваторії Керченської бухти, показані на рис. 5. Особливо добре позитивний результат простежується по циклонічних і антициклонічних циркуляціях азовських і чорноморських вод в Керченській бухті, спричинених Азовським та Чорноморським потоками і підтверджених розподілом на морському дні відкладів наносів різних типів, показаним на рис. 6 – 8. На відміну від типів течій, виявлених по епізодичних статистично неоднорідних гідрологічних вимірюваннях (рис. 3), розподіл типів ґрунтів в Керченській бухті є ґрунтовним доказом циркуляції азовських і чорноморських вод в бухті, оскільки є інтегральною їх характеристикою за тривалий минулий час. Враховуючи, що інтенсивність накопичення наносів в бухті становить 2.5 см на рік, відібрані проби розміром 5-7 см, відображають 20-25-річні періоди гідро- і літологічних процесів в Керченській бухті.

Дрібнодисперсна складова наносів доставляється в Керченську бухту головним чином потоками з Азовського моря, які утворюють в бухті циклонічну і антициклонічну циркуляції.

У наших дослідженнях у разі циклонічної циркуляції наноси мають складову, переважно меншу за 0,005 мм; при антициклонічній – складові гідромеханічного складу <0,005 мм і від 0.005 до 0.01 мм. Потік наносів включає дві крайні ліві градації дрібнодисперсної складової гідромеханічного складу наносів.

У першому випадку азовський потік формується від північно-східних вітрів, в другому випадку тверді наноси дрібнодисперсної складової доставляються в Керченську бухту дрейфовими течіями від південно-східної чверті горизонту чорноморськими течіями і від північно-східної чверті – азовськими течіями.

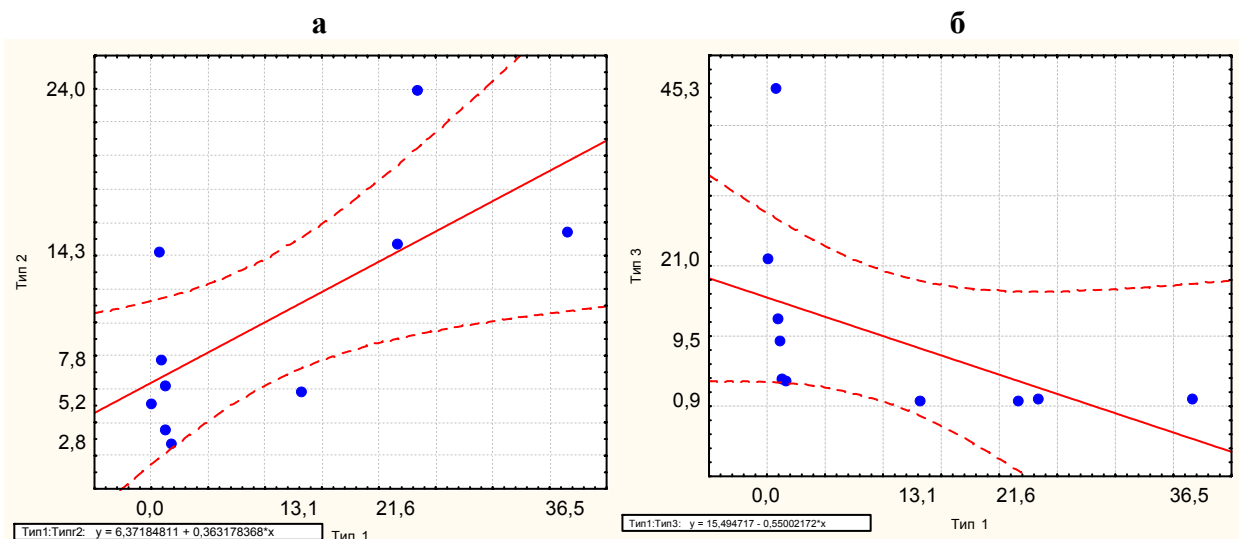
Дрібнодисперсна складова наносів переважає у всіх фракціях, рис.5 і графікам зв'язку гранулометричного складу донних ґрунтів різних типів в Керченській бухті з гранулометричним складом донних ґрунтів першого типу (“дрібнодисперсних проб”), рис. 4а,4б,4в,4г,4д. Рисунки 4а, 4г, 4д характеризують пряму залежність, а 4б і 4 г – зворотну, при цьому зв'язок, зображений на рис. 4г - умовний, оскільки його практично немає. Звертаймо увагу, що цього не видно з рис.1.

Третій і четвертий типи розподілу гранулометричного складу донних ґрунтів на акваторії Керченської бухти не пов'язані з гідродинамічними процесами. Третій тип характеризує найбільші розміри фракцій, які не піддаються перерозподілу течіями, а четвертий тип характеризує, ймовірно, гідродинамічні ситуації з швидкостями течій, які не є розмиваючими, а близькі до штилю. При четвертому типі гістограм спостерігається розподіл гранулометричного складу, рівномірний за площею бухти і протоки. Наявні прогалини в четвертому типі розподілу (рис. 5д), ймовірно, пов'язані

- або з видаленням бракованих проб при оцінці їх якості, вилучення їх з подальшого аналізу,

- або із залишковими циркуляціями в процесі згасання (ліквідації) азовських, в іншому випадку, чорноморських течій в Керченській протоці. Огляд карт, рис.5а, 5б, 5в, 5г, 5д дозволяє побачити (пояснити) особливості розподілу різних типів гранулометричного складу донних ґрунтів, що відображають літологічні і гідродинамічні умови транспорту, розмиву дна і акумуляції наносів на морське дно.

Перший тип (дрібнодисперсна фракція наносів: рис. 5а, табл.1) розміщується в портових акваторіях (північна частина бухти), підхідних каналах до КМТП і рибного порту, а також в центральній частині та відображає циркуляції течії в бухті. Просторовий розподіл гранулометричного складу другого типу теж явно характеризує циркуляційні течії.



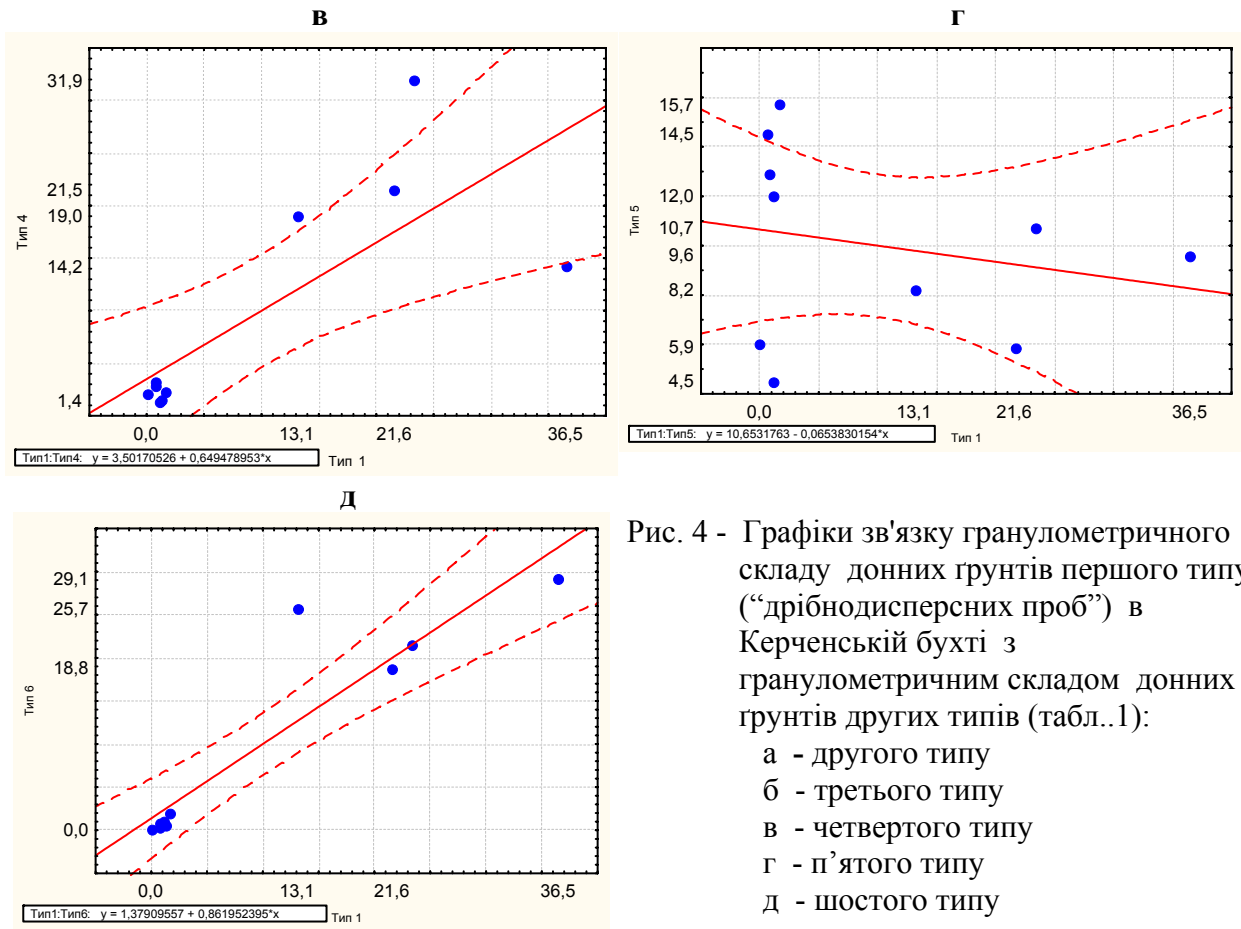
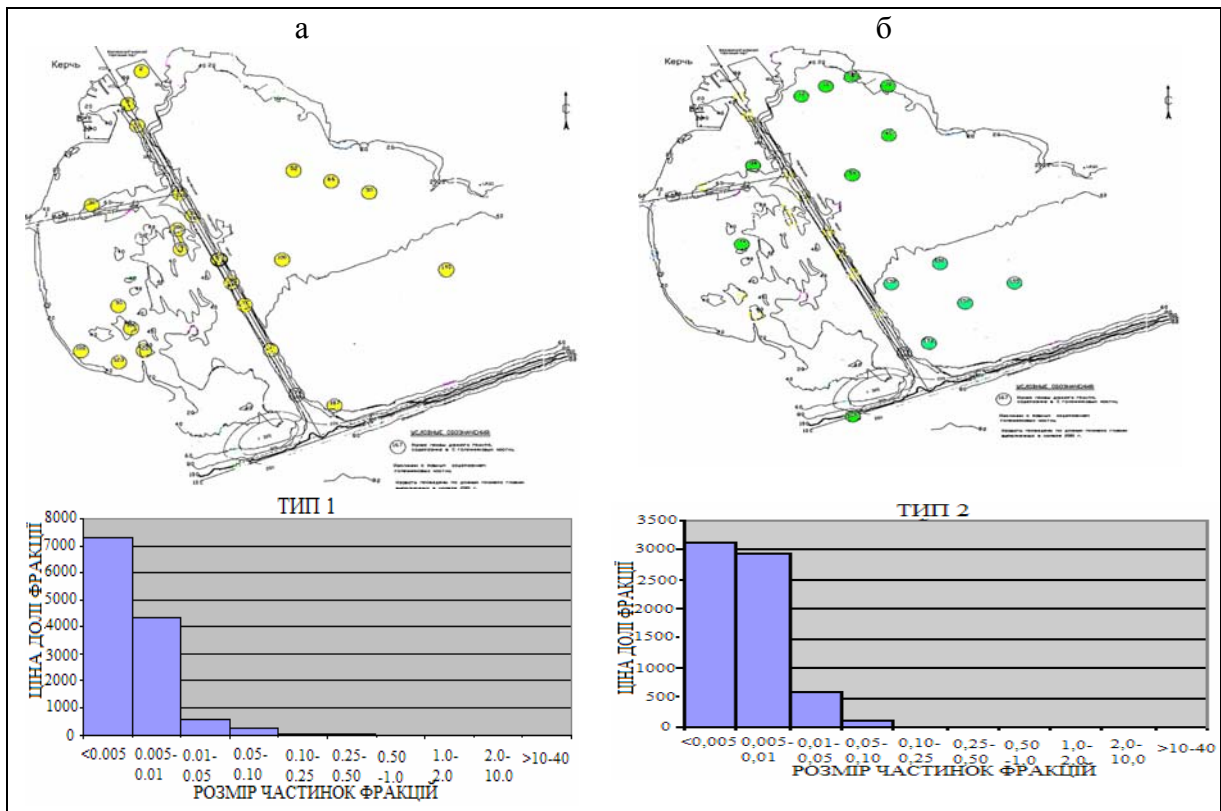


Рис. 4 - Графіки зв'язку гранулометричного складу донних ґрунтів першого типу ("дрібнодисперсних проб") в Керченській бухті з гранулометричним складом донних ґрунтів других типів (табл.1):

- а - другого типу
- б - третього типу
- в - четвертого типу
- г - п'ятого типу
- д - шостого типу



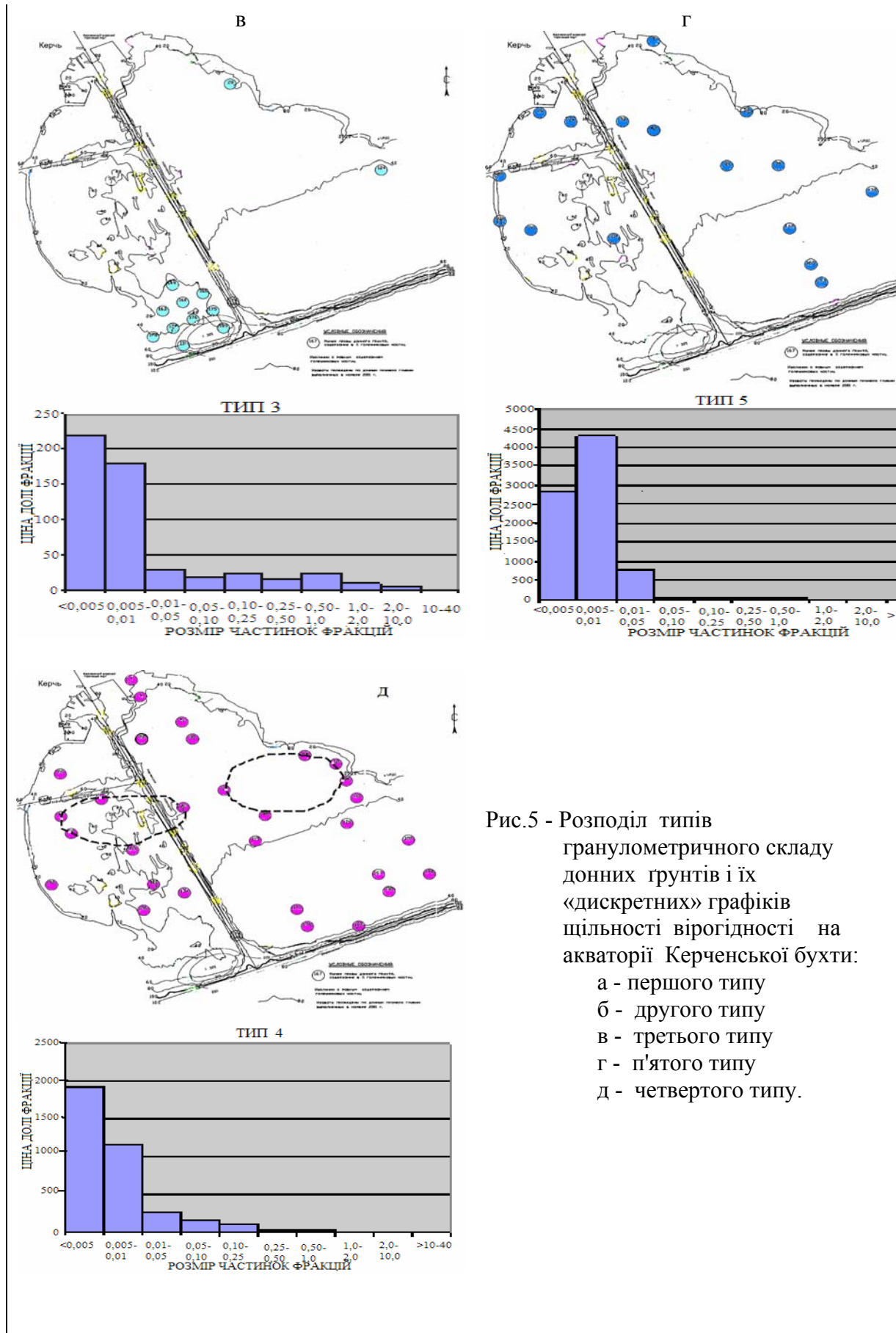


Рис.5 - Розподіл типів гранулометричного складу донних ґрунтів і їх «дискретних» графіків щільності вірогідності на акваторії Керченської бухти:
 а - першого типу
 б - другого типу
 в - третього типу
 г - п'ятого типу
 д - четвертого типу.

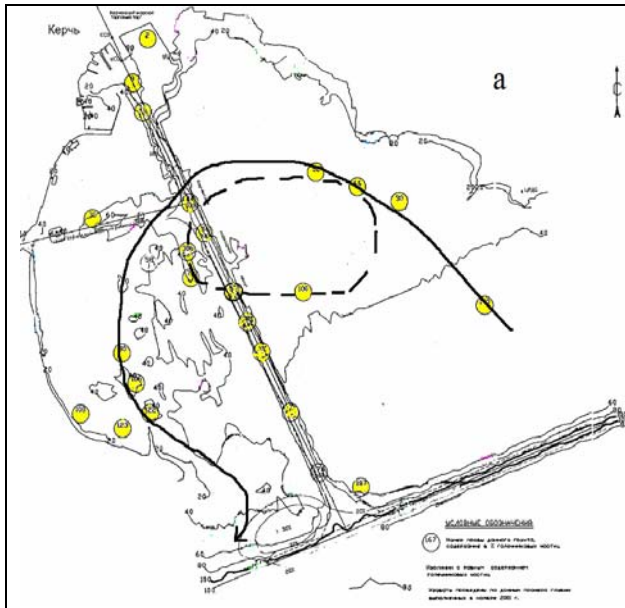


Рис. 6 - Циклонічна циркуляція азовських вод в Керченській бухті, індукована азовським потоком і підтверджена розподілом на морському дні гранулометричного складу відкладів наносів першого типу.

Примітка:

- занесення морських підхідних каналів до Керченського морського торгового і рибного портів, а також акваторії КМТП та розтруба каналу, визначається розподілом дрібно-дисперсної складової гранулометричного складу наносів першого типу;
- пунктиром зображена наведена додаткова циркуляція

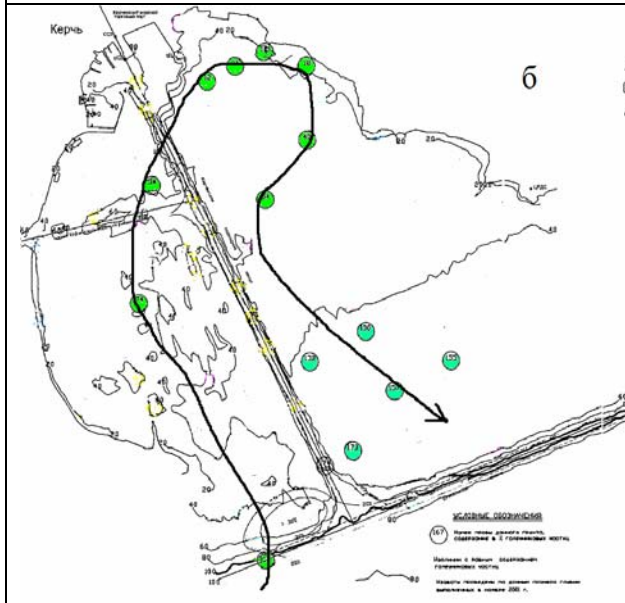


Рис. 7 - Антициклонічна циркуляція чорноморських вод в Керченській бухті індукована чорноморським потоком від вітрів південної чверті горизонту і підтверджена розподілом на морському дні відкладів наносів другого типу

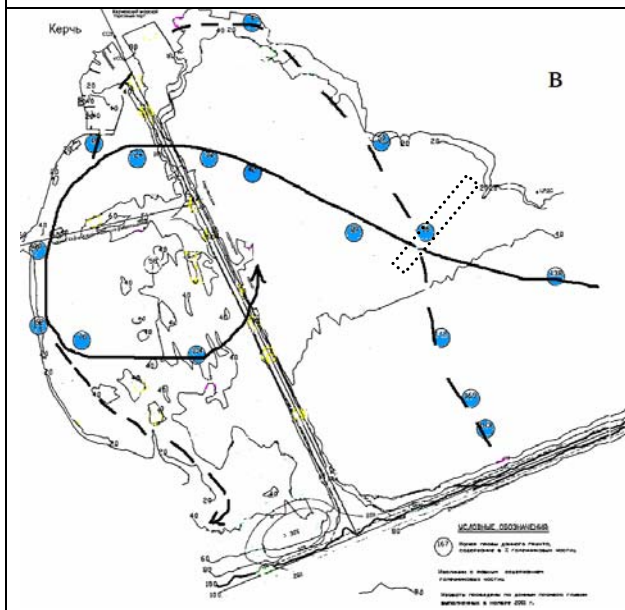


Рис. 8 - Циклонічна циркуляція азовських (суцільна лінія) і чорноморських (пунктирна лінія) вод в Керченській бухті індукована азовським і чорноморськими потоками, підтверджувана розподілом на морському дні відкладів наносів п'ятого типу

..... рекомендовані прорізи для захисту морських каналів бухти від замулювання.

Третій тип (рис. 5в) відображає літологію дна бухти, відібрані проби зосереджені в місцях скупчення рухомої гальки і валунів. Четвертий тип гранулометричного складу наносів морського дна, розподілений рівномірно по всій бухті (рис. 5д) може характеризувати залишкові течії при перехідних водообмінних течіях в Керченській протоці.

Завданням подальшого дослідження є додаткове вивчення гранулометричного складу на основі аналізу графіків щільності вірогідності фракційного складу і інтегральних (кумулятивних) кривих його розподілу. Можливе обчислення додаткових фізичних характеристик за формулами, використовуваними в інженерній геології, у тому числі і тими що характеризують їх вологоємність, консистенцію і ступінь ущільненості. Необхідно порівняти виділені типи донних осадків з прийнятими класифікаціями морського уламкового матеріалу в літературних джерелах: для кожної проби за наслідками гранулометричного аналізу повинні бути обчислені медіанний діаметр частинок (M_d , мм), що складають осадки, а також коефіцієнти їх сортування (S_0) і неоднорідності гранулометричного складу (K_n), тобто розрахувати додаткові показники фізичних властивостей донних опадів.

Висновки і рекомендації.

1. Показана типізація гранулометричного складу ґрунтів дна в Керченській бухті залежно від присутності в пробах різних фракцій. Виділено п'ять їх типів, перший з яких становить дрібнодисперсну складову гранулометричного складу.

2. У роботі наведено розподіл типів донних ґрунтів за площею Керченської бухти, в підхідному каналі до Керченського морського торгового порту і в портовій акваторії. Відомості про гранулометричний склад донних поверхневих ґрунтів систематизовані у вигляді гістограм і одиничних графіків щільності вірогідності, також картин розподілу окремих типів донних ґрунтів в бухті.

3. Картини розподілу окремих складових гранулометричного складу ґрунтів в бухті стають незалежним доказом циркуляційних систем течій в Керченській бухті. Вони досить добре узгоджуються з даними моделювання течій і хвилювань в бухті від вітрів північно-східного і південного напрямів, також епізодичних спостережень за течіями.

4. Розподіл типів ґрунтів в Керченській бухті є більш ґрунтовним доказом циркуляцій азовських і чорноморських вод в бухті, ніж епізодичні спостереження за течіями, оскільки є інтегральною їх характеристикою за тривалий минулий час. Враховуючи, що інтенсивність накопичення наносів в бухті становить 2.5 см на рік, відібрані проби відображають 20-25-річний період гідро- і літологічних процесів в Керченській бухті.

5. Занесення морських каналів і акваторій порту визначається в основному дрібнодисперсною складовою наносів, що надходять з азовськими водами і потоками щільності річкових наносів. Ця обставина дозволяє ухвалювати інженерні рішення щодо захисту цих гідротехнічних споруд від занесення.

6. Отримані дані про гідро- і літодинаміку в Керченській бухті можна використати в подальших роботах при математичному моделюванні, у визначенні об'ємів ремонтних днопоглиблювальних робіт, вивченні гідро- і літологічного режимів, що дозволить визначати дійсний баланс наносів Керченської бухти і надавати рекомендації щодо оптимального режиму роботи різних галузей господарства м. Керчі і його істотної складової - роботи Керченського морського торгового порту.

Вивчення розмивів дна, акумуляції морських наносів і занесення штучних морських акваторій (морські канали, акваторія порту, розтруби при стиковці морських каналів) дозволяє ухвалювати інженерні рішення з їх захисту, здійснювати перспективне планування.

Шляхи руху азовського і чорноморського водних і каламутних потоків направлені в місця штучних і природних понижень дна бухти (проріз каналу і котлован акваторії порту). Ці потоки разом з морським хвилюванням характеризують розмив морського дна у відомих районах бухти і акумуляцію наносів. Без зведення вельми дорогих гідротехнічних споруд, типу гребель повного профілю та ін., захистити прорізи каналів і котлованів акваторії порту від надходження наносів неможливо. З цією метою рекомендовано захисні прорізи показані на рис. 8в.

7. В майбутньому передбачається продовжити дослідження на основі тих результатів, які показані в статті. Проте вже сьогодні ясно, що дрібнодисперсна складова наносів в бухті превалює серед інших. Вона визначає процес занесення Керченської бухти, добре простежується по одиничних гістограмах, які одночасно є “дискретними” графіками щільності вірогідності ґрунтів морського дна (їх імовірнісним законом). Отримані картинки розподілу типів гранулометричного складу є результатом першого етапу типізації ґрунтів дна Керченської бухти, коли проводиться тільки візуальна оцінка гістограм і здійснюється перегляд отриманих картинок, що дозволяє побачити (пояснити) особливості розподілу різних типів гранулометричного складу ґрунтів, які відображають різні гідродинамічні умови транспорту, розмиву морського дна і акумуляції на нього наносів. При повторному аналізі, при відборі і систематизації фактів необхідно застосовувати логіку, детальніший аналіз і узагальнення фактів на основі отриманих попередніх висновків про типізацію і картографування розподілу окремих типів ґрунтів із залученням нового статистичного матеріалу і показників, використовуваних, наприклад, при кластерному аналізі.

Список літератури

1. *Ілюшин В.Я.* Статистическая оценка бюджета наносов участка Керченской бухты и занесення подходного канала Керченского морского торгового порта. //Украинский гидрометеорологический журнал. - 2008, №3. - С.213-220.
2. *Тучковенко Ю.С., Ілюшин В.Я., Коморин В.Н.* Моделирование транспорта наносов в Керченском проливе. //Метеорологія, кліматологія та гідрологія -2005, №49. – С. 446-459.
3. *Berner Heinrich, Kaufhold Holger, Nommensen Broder, Prober Christian.* Dtaillierte kartierung der oberfächensedimente im mittleren und süd lichen Nordfriesishen Wattenmeer. //“Meyniana”. – 1986. - 38. – С.81-93 (нем.)
4. *Musielak Stanislaw.* Osady denne Zalewu Puckiego. “Zesz. Nauk. Wydz. Boil. I nauk. Ziemi. UG. Oceanogr”. - 1984. - №10. – С.35-58 (пол.).
5. *Samu Gyula.* Ein Beitrag Zu den Sedimentations-verhältnissen in Emden Hafen. //“Mitteilungsbl. Bundesanst Wasserbau”. – 1986. - №59. - С 1-54 (нем.).

6. *Tabat W.* Sedimentologische Verteilungsmuster in der Nordsee. //Сб.«Meyniana».-1979. -31. - С. 83-124 (нем.; рез. англ.)
7. *Кочемасов Ю.В.* Определение сортированности осадков при крупномасштабных фациальных исследований на шельфе. //Сб.«Методы комплекс, картирования экосистем шельфа». - Владивосток, 1980. – С. 66-71.
8. *Шюков Е.Ф., Огородников В.И., Иноземцев Ю.И., Францева И.А.* Терригенно-минералогическое районирование современных осадков черноморского шельфа УССР. //Докл. АН УССР». – 1981. - Б,№1. – С. 42-45.
9. *Лисицын А.П., Горбунова З.Н.* Глинистые минералы и климатическая зональность. //Сб. «Климат. зонально. и осадкообраз.». - М., 1981. – С. 160-171.
10. *Chen Dechang, Jin Lin, Tang Yinde, Yu Zhiying.* //Хайян юй хунгао - Octanol. Et Limnol. Sin. - 1989. -20, № 6. –С. 544-553 (кит.).
11. *Guillen J., Palanques A.* A shoreface zonation in the Ebro Delta based on grain size distribution // Coast. Res. -1997. -13, № 3. - С. 867-878.
12. *Игнатова В.Ф., Кузьмин Я.В., Чугунов А.В.* Использование статистических методов в целях терригенно-минералогического районирования (на примере современных осадков Татарского пролива) //Приокеан. Седиментогенез; Сб. научн. Тр. - Владивосток, 1989. – С. 23-30.
13. *Ломакин П. Д., Спиридонова Е. О., Чепыженко А. И., Чепыженко А. А.* Антропогенные и природные источники взвешенного вещества в водах Керченского пролива. -Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ – Гидрофизика», 2008.- 71 с.

Картографирование донных ґрунтов мелководной морской акватории. Проблемы и результаты исследований. Илюшин В.Я.

Картографирование ґрунтов мелководной части дна моря является задачей проблемной из-за значительной деформации морского дна во времени и пространстве. Результаты, достигнутые в ходе практического изучения и исследования особенностей гранулометрического распределения морских ґрунтов, позволяют оптимистично смотреть на применение для мелководных условий картографического метода.

Ключевые слова: ґрунты дна, типы фракционного состава, мелкодисперсная составляющая, антициклонические и циклонические циркуляции.

Mapping of the bottom soils in shallow sea aquatorium. Problems and research results. Iliushin V.Ya.

Mapping of soils in the shallow part of a sea bottom is a problematic task due to considerable deformation in time and space. The results, achieved during practical study and research into the peculiarities of granulometric distribution of marine soils, make it possible to have an optimistic view on application of cartographic method for shallow-water conditions.

Key words: bottom soils, types of fractional composition, highly dispersed structure, anticyclonic circulations, cyclonic circulations.