

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Геолого-географічний факультет

(повне найменування інституту/факультету)

Кафедра загальної і морської геології та палеонтології

(повна назва кафедри)

Д и п л о м н а р о б о т а

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

(рівень вищої освіти)

на тему: «Геоекологічна характеристика північно-західного шельфу

Чорного моря в районі о.Зміїний»

**«Geoeological characteristics of the north-western shelf of the Black Sea in the
area of the Zmeinyy island»**

Виконала: студентка 4 курсу
денної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю» (Геологія)
Манилюк Дар'я Володимирівна

Керівник: канд.геол.н., доц. Кравчук Г.О.

Рецензент: ст.викл. Опріц Г.А.

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№ 9 від 26.05.2022 р.

Захищено на засіданні екзаменаційної комісії №3

протокол №____ від «__» _____ 2022р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри

Голова екзаменаційної комісії

Янко В.В

(підпис)

Козлова Т.В.

(підпис)

Одеса – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	5
1.1. Фізико-географічна характеристика району.....	5
1.2. Геологічна будова району досліджень.....	6
1.2.1. Стратиграфія та літологічна характеристика донних відкладів досліджуваного району.....	6
1.2.2. Стратиграфія та літологія о.Зміїний.....	16
1.3. Тектоніка.....	21
РОЗДІЛ 2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	24
2.1. Геоекологічна характеристика північно-західного шельфу Чорного моря в районі о.Зміїний.....	24
2.2. Методика досліджень.....	27
2.2.1. Експедиційні роботи.....	28
2.2.2. Методика проведення гранулометричного аналізу донних відкладів.....	30
2.2.3. Методика мікропалеонтологічних досліджень.....	31
2.3. Оцінка сучасної геоекологічної ситуації на основі морфологічних порушень розвитку бентосних форамініфер північно-західного шельфу Чорного моря.....	34
ВИСНОВКИ.....	41
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	43

ВСТУП

У дипломній роботі розглянута геоекологічна характеристика північно-західного шельфу Чорного моря в районі острова Зміїний. Дослідження стану геологічного середовища у р-ні о.Зміїний - гирло р.Дунай у режимі моніторингу проводяться постійно. Вивчення різних аспектів проблеми антропогенного впливу на північно-західний шельф Чорного моря показує, що кризова ситуація, в якій знаходиться його екосистема, викликана не однією причиною, а є наслідком дії низки факторів. Серед них можна виділити два основні: техногенний вплив людини та природні процеси (включаючи геологічні), що протікають у цьому районі. Вони істотно впливають на стабільність екосистеми і практично складно виділити роль кожного, не розглядаючи їх у взаємозв'язку. Найбільш масштабні наслідки техногенного впливу – гіпоксійні процеси та хімічне забруднення геологічного середовища.

Мета роботи - оцінка геоекологічного стану району досліджень та прогноз екологічних наслідків для вживання необхідних заходів.

Аналіз параметрів, що характеризують геоекологічний стан досліджуваного регіону, проводився на підставі фондових матеріалів та літературних даних. Використовувались матеріали, які збирались у фондах УкрНЦЕМ, НДЛ-3 ОНУ та Палеонтологічному музеї Одеського національного університету імені І.І.Мечнікова.

Об'єкт дослідження: донні відклади північно-західного шельфу Чорного моря в районі острова Зміїний.

Предмет дослідження: геоекологічна характеристика північно- західного шельфу Чорного моря.

Для досягнення мети були вирішені наступні завдання:

-виконано узагальнення фондового та фактичного матеріалу, отриманого в ході експедиційних спостережень УкрНЦЕМ, ДДП "Причорноморгеологія", НДЛ-3 ОНУ та Палеонтологічному музею ОНУ;

- охарактеризована загальна фізико-географічна характеристика досліджуваного району, а також геологічна будова, а саме стратиграфія, літологія та тектоніка;
- охарактеризован геоекологічний стан північно-західного шельфу Чорного моря в районі о.Зміїний за геохімічними та мікропалеонтологічними даними;
- проаналізовано рівень забруднення морських донних відкладів в досліджуваному районі та відповідність екологічним нормативам якості морського середовища.

Дипломна робота складається з вступу, 2 розділів загальної та спеціальної частини, які включають 11 глав, та висновки. Загальний обсяг становить 44 сторінки друкованого тексту. Робота містить 9 рисунків, 3 таблиці та список використаної літератури з 9 найменувань.

Автор висловлює щиру та глибоку подяку зав. кафедрою загальної і морської геології та палеонтології В.В.Янко за наукові консультації, науковому співробітнику УкрНЦЕМ Г.Г.Золоторьову за додатковий матеріал та звичайно ж своєму науковому керівнику - доценту кафедри загальної і морської геології та палеонтології Г.О.Кравчук за допомогу та підтримку протягом всієї підготовки дипломної роботи.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Фізико-географічна характеристика району

Північно-західний шельф Чорного моря займає приблизно 50000 км². Поверхня шельфу з глибинами до 100 м утворює в рельєфі дна полого нахилу східчасту рівнину, ширина якої в Дунайсько-Дністровському секторі досягає 200 км.

Район досліджень розташований в південно-західній частині шельфу Чорного моря у районі о. Зміїного, в 40 км на схід від східної границі авандельти р. Дунай. Загальна площа острова – 0,215 км² та в адміністративному плані острів відноситься до Кілійського району Одеської області. Рельєф дна у північно-західній частині моря загалом плоский, слабохвилястий із загальним ледь помітним нахилом на південь, у бік материкового схилу. Глибини плавно зростають від 10-15 до 100м. Район північно-західного шельфу Чорного моря знаходиться у зоні помірного клімату з характерною відносно вологою зимою та спекотним літом. У межі морської акваторії клімат м'якший, ніж на прилеглої суші. Період замерзання та розтину моря не постійні за календарем та тривалістю. Взимку абсолютний мінімум температури повітря досягає -30 ° С, середньомісячна температура від до -4 ° С, влітку середнє значення температури повітря становить +23, +24 ° С, абсолютний максимум до +43 °С.

Острів Зміїний у геоморфологічному відношенні складається з західної та східної частин. Західна частина має вигляд слабо витягнутого в північному напрямку прямокутника та має вигляд згладженого куполу з абсолютною відміткою +41 м в центральній частині, яка в північному, західному, південному та частково в східному напрямках обривається в бік моря майже вертикальними уступами висотою до 27 м [94]. Згладжений вигляд може свідчити про те, що близько 4000 років тому, острів знаходився нижче рівня поверхні Чорного моря і лише в результаті голоценових висхідних рухів піднявся на висоту до 40 м. Східна частина також виглядає як витягнутий прямокутник з максимальною абсолютною відміткою +14. Ця частина острова має вигляд майже рівної поверхні, яка крутими

вертикальними уступами висотою до 10 м, обривається в бік моря. Річний річковий стік у Чорне море становить близько 310 км^3 , причому 80 % цих вод виноситься до північно-західної шельфової частини.

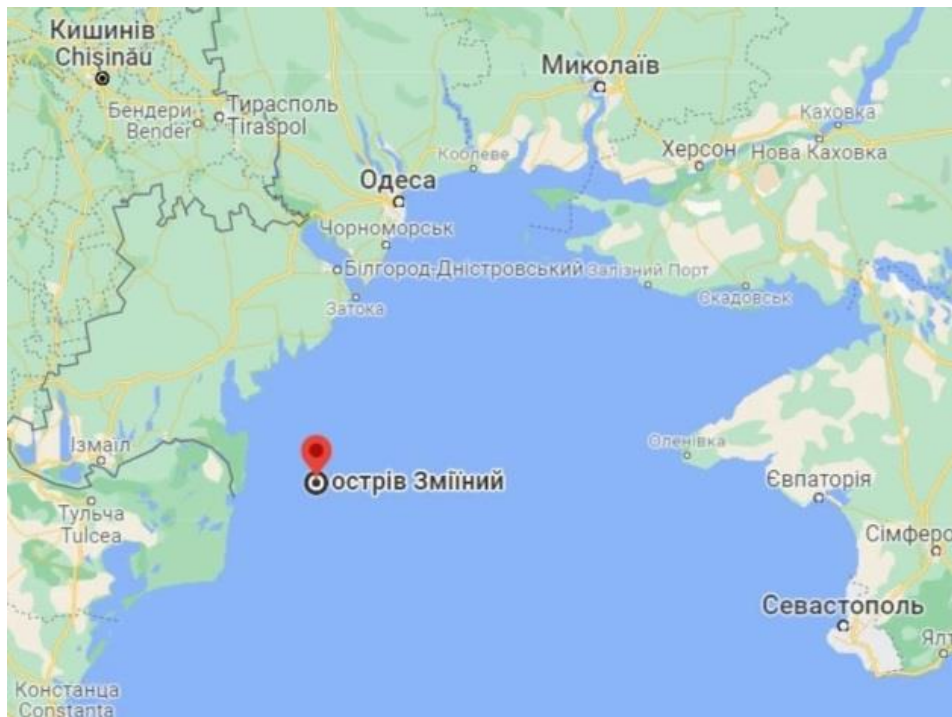


Фото 1. Загальний вигляд о. Зміїний в напрямку із заходу на схід

1.2. Геологічна будова

В геологічній будові північно-західного шельфу Чорного моря беруть участь породи докембрійського кристалічної підстави, складчасті метаморфізовані породи раннього палеозою і перекривають їх піщано-глинисто-карбонатні утворення палеозою, мезозою та кайнозою.

1.2.1. Стратиграфія та літологічна характеристика донних відкладів досліджуваного району

Специфіка досліджень визначила вивчення насамперед порід четвертинного віку, що складають верхню частину осадового чохла шельфу Чорного моря. Основу стратиграфічного розчленування четвертинних відкладів складають матеріали літологічних зйомок масштаба 1 : 200000 і матеріали комплексних геологічних, інженерно-геологічних зйомок масштабу 1:50000. Стратифікація відкладів проведена у відповідності зі стратиграфічної схемою четвертинних відкладів Чорного моря [Іванов В.Г., 1987 р.] і стратиграфічної схемою четвертинних відкладів України (УРМСК, 1993 р.), та узгоджена з останнім керівним матеріалом -стратиграфічний кодексом України [1997].

ЧЕТВЕРТИЧНА СИСТЕМА

Неоплейстоцен, нижньої ланки

Відклади нижньої ланки неоплейстоцена мають локальне поширення. Вони зустрінуті на окремих ділянках шельфу в районі підняття Голіцина, району о.Зміїний і деяких ділянках похованого межиріччя Дністер - Дніпро (район Дністровської банки). Представлено нижня ланка неоплейстоцена субаквальних утвореннями алювіально і морського генезису.

Алювіальні відклади (аР1)

Алювіальні відклади ніжнеплейстоценового віку зустрінуті в районі Дністровської банки, о.Зміїний, підняття Голіцина (свердловини NN 1М, 5) і деяких ділянках зовнішнього шельфу. Абсолютні відмітки покрівлі (-45) - (-47)

м , розкрита потужність 10,0-12,2 м. Найбільш повний розріз розкритий свердловиною N 1М . Ніжненеоплейстоценові відкладення представлені алевритами і пісками .

Алеврити - великі , світло- зеленувато -сірі , щільні , з домішкою дрібнозернистого піску , зміст якого зверху вниз по розрізу збільшується ; з прошарками зеленувато- сірої глини , з рідкісними включеннями дрібного , невизначеного детриту . Потужність алевритів досягає 2,6 м.

Піски - дрібнозернисті , світло- сірі , кварцові , з домішкою алевриту ; з рідкісними включеннями дрібного , невизначеного детриту . Потужність - до 9,6 м.

Ч а у д и н с ь к и й н а д г о р и з о н т

М о р с ь к і в і д к л а д и (mP1 cd)

Відклади Чаудинського горизонту мають локальне. Потужність їх тут становить 8 м. Перекриваються среднєнеоплейстоценовими алювіальними і морськими утвореннями . Представлені пісками , алевритами і вапняками .

Піски - дрібнозернисті , рідше - середньозернисті , кварцові , жовтувато -сірі , черепашникові або з домішкою ракуши ; з включеннями гравію і дрібної гальки. Потужність - до 2,6 м.

Алеврити - великі , світло- зеленувато -сірі , глинисті , з домішкою піску , щільні ; з включеннями раковин - детритового матеріалу. Потужність - до 3,5 м.

Вапняки - черепашникові , світло- сірі , піскуваті ; складені в основному детритом на карбонатному цементі . Потужність - до 1,0 м.

Вік відкладень встановлений на підставі визначень фауністичних залишків : *Didacna crassa guriensis* , *Didacna fichaudae* , *Didacna rudis subvulgaris* . Неоплейстоцена , середня ланка

Відклади среднєнеоплейстоценові ланки мають досить широке поширення в межах Північно -Західного шельфу Чорного моря. Вони представлені утвореннями нерозчленованого комплексу морських древнеєвксінських і Узунларське відкладів а також алювіальних відкладень Дніпра , Дністра , Дунаю і малих річок.

Д р е в н ь о е в к с і н с ь к и й н а д г о р и з о н т

Морські відклади (mPІ dx)

Морські відклади среднєнеоплейстоценового віку розкриті поруч свердловин в придунайською і центральній частинах Північно -Західного шельфу Чорного моря. Абсолютні відмітки покрівлі древнеевксінських відкладень змінюються від (-90,0) до (-53,4) м. Повна потужність не виявлена , розкрита потужність досягає 14,6 м. Древнє евксінські відкладення перекриваються алювіальними або морськими верхнєнеоплейстоценовими утвореннями .

Розріз древньоевксінських відкладень досить складний . Це глинисті відклади - алеврити , глини з прошарками пісків , ракушечників і вапняків .. Потужність - до 4,0 м.

Глини - зеленувато -сірі , сірі , алевритові , з домішкою раковину - детрітовіе матеріалу; з включеннями карбонатних стяжених . Потужність - до 3,7 м.

Піски - дрібнозернисті , в нижній частині розрізу - до середньозернистих , світло-сірі , з жовтуватим відтінком , з домішкою раковину - детрітовіе матеріалу; з рідкісними включеннями гравію. Потужність - до 2,0 м.

Вапняки - черепашикові , світло- сірі , піскуваті . Потужність - до 1,0 м.Стратиграфо - генетична прив'язка відкладень проведена на підставі численних знахідок *Didacna crassa* , *Cardium edule* , *Theodoxus euxinius* .

Алювіальні відклади (aPІ)

Алювіальні відклади средньнеоплейстоценового віку мають широке поширення на північно-західному шельфі Чорного моря. Вони розкриті численними свердловинами , а також зрідка оголюються на морському дні. У плані алювіальні среднєнеоплейстоценові відкладення складають тіла витягнутої , часто порізаною форми , площею від 2 кв.км до 600 кв.км. Зазвичай тіла орієнтовані з півночі на південь у напрямку континентального схилу. Абсолютні відмітки покрівлі варіюють від (-5,0) до (-81,0) м. Потужність досягає 15,0 м.

Среднєнеоплейстоценові утворення представлені глинами , алевритами і пісками . Піски - дрібнозернисті , сірі , світло- сірі , кварцові , косослоїстую , з домішкою алевриту . Потужність - до 7,5 м. Залягають переважно в нижній частині розрізу . Алеврити - дрібні , рідше - великі, світло -сірі з блакитним відтінком , глинисті , з

домішкою піску. Потужність - до 5,0 м. Залягають в середній і верхній частинах розрізу.

Глини - зеленувато -сірі , з домішкою піску , щільні . Потужність - до 4,0 м. Залягають переважно у верхній частині розрізу .

Средньонеоплейстоценові алювіальні відклади перекриваються залягає з розмивом товщею новоевксинських - чорноморських відкладень або верхненеопліоценовими алювіальними і морськими утвореннями .Неоплейстоцена , верхня ланка

Відкладення верхненеоплейстоценового ланки мають широке поширення в межах Північно-Західного шельфу Чорного моря. Вони суцільним чохлам перекривають всі нижележащие відкладеи. Представлені відкладення верхненеоплейстоценового ланки еолово - делювіальними , еоловими , алювіальними і морськими утвореннями .

М о р с к і в і д к л а д и (mPIII)

Морські відклади верхненеоплейстоценового віку представлені горизонтами - карангатським та Вилковським, які в даній роботі представлені єдиним нерозчленованим комплексом морських відкладень верхньоплейстоценової ланки. Зустрічаються морські верхньонеоплейстоценові відклади на локальних ділянках , які часто являють собою останки стародавніх берегових ліній. Абсолютні відмітки покрівлі коливаються від (-32,0) до (-7,0) м. Найбільш повні розрізи представлені на Дністровській і Тендровській банках , а також у придунайській частині шельфу .

Літологія морських верхненеоплейстоценових відкладів різноманітна. Часто в покрівлі комплексу залягають вапняки і пісковики , які подстилаються пісками , алевроитами і глинами.

Вапняки - черепашникові , сірі , жовтувато -сірі , піскуваті , з добре збереженими залишками раковин. Потужність вапняків досягає 2,0-3,0 м.

Пісковики - сірі , жовтувато -сірі , на карбонатному цементі ; з частими включеннями залишків раковин.

Е о л о в о - д е л ю в і а л ь н і в і д к л а д и (vdPIII)

Еолово-делювіальні відклади верхнеоплейстоценового віку представлені переважно бузьким і причорноморською горизонтами . Рідше зустрічаються утворення прилуцького , вітачевського і Дофінівського горизонтів.

Залягають еолово - делювіальні відкладення на окремих ділянках мілководній частині шельфу , де вони перекривають комплекс алювіальних утворень . У місцях розвитку древніх морських терас , подстилаючими відкладеннями є морські піски і ракушечники верхнеоплейстоценового віку Основні ділянки розвитку еолово - делювіальних відкладень - ділянка шельфу між Будацька і Бузьким лиманами , а також район . Абсолютні відмітки покрівлі коливаються від (-17,0) до (-2,0) м. Потужності досягають 5-6 м. На окремих ділянках шельфу спостерігаються оголення еолово - делювіальних утворень на поверхні сучасного дна моря.

Літологічних еолово - делювіальні відклади представлені суглинками і супісками Суглинки - буро -жовті , сірувато -жовті , в покрівлі - із зеленуватим відтінком , грудкуваті , тугопластичної ; з включеннями карбонатів і залізо - марганцевих бобовін . Залягають суглинки переважно у верхній частині розрізу еолово - делювіальні комплексу .

Супіски - сірувато-жовті , пластичні. Залягають переважно в основі розрізу еолово - делювіальні комплексу .

Е о л о в і в і д к л а д и (vPIII)

Еолові відклади верхнеоплейстоценового віку представлені переважно причорноморською горизонтом , рідше Дофінівського горизонтом (в низах розрізу) . Зустрінуті еолові відкладення в північній частині шельфу. Найбільший розвиток вони отримали на Одеській банці , де вони перекривають дельтовий комплекс стародавнього Дніпра. У Тендрівській затоці і прилеглому до нього районі еолові освіти розвинені по більш давнім терасах Дніпра.

Абсолютні відмітки покрівлі еолових утворень коливаються в межах (-5,0) - (-18,0) м. Потужність досягає 15-17 м. Представлені еолові відкладення пісками , рідше - супесями .

Піски - дрібнозернисті , пилюваті , жовтуваті -сірі , сірі , сірувато -жовті , однорідні , добре сортовані ; з рідкісними включеннями дрібного , невизначеного детриту .

Іноді в пісках зустрічаються рослинні залишки.

Супіски - жовтувато-сірі, сірі, сірувато -жовті, легкі, пластичні; з рідкісними включеннями дрібного, невизначеного детриту. Залягають супеси у вигляді окремих малопотужних лінз (до 0,5 м) в піщаній товщі еолових утворень .

Алювіальні відклади (аРІІІ)

Алювіальні відклади верхньонеоплейстоценового віку представлені трьома терасами : Тясминське - прилуцькій (перехідна середньо- неоплейстоценових) , удайські - вітачевської і Бузько- Дофінівського . Всі вони об'єднані в єдиний алювіальний комплекс (аРІІІ), який має широкий розвиток на Північно - Західному шельфі Чорного моря.

Алювіальні відклади складають мережу накладених терас , що мають у плані віялоподібний вид , витягнуту переважно в субмеридиональному напрямку. Абсолютні відмітки покрівлі змінюються від (-12,0) до (-100,0) м. Потужності досягають 30,0-35,0 м. Представлені алювіальні освіти глинами , алевритами і пісками .

Піски - дрібнозернисті , в низах розрізу - середньозернисті до крупно - зернистих , сірі , світло- сірі , жовтувато -сірі , кварцові , косослоїстую . Часто в пісках зустрічаються домішки алевриту . У нижній частині розрізу зустрічаються включення гравію. Потужність пісків досягає 30,0 м. Залягають вони переважно в нижній частині розрізу алювіально комплексу .

Алеврити - дрібні , рідше - великі , сірі , світло- сірі з зеленуватим відтінком , глинисті , з домішкою піску. Залягають вони переважно у верхах алювіальної товщі у вигляді лінз і прошарків потужністю до 2-3 м. На окремих ділянках потужність алевритів досягає 20,0 м.

Глини - зеленувато -сірі , блакитно-сірі , з домішкою піску , косослоїстую , середньої щільності , тугопластичної . Залягають глини переважно у верхній частині розрізу , де вони часто перешаровуються з пісками. Потужність прослоїв глин - до 1,0 м.

Верхньонеоплейстоценові алювіальні освіти перекриваються переважно еоловими , еолово - делювіальними верхньонеоплейсто - ціновими відкладеннями

; на окремих ділянках шельфу - голоценових алювіальними і лиманно - морськими відкладеннями. Алювіальні утворення містять детрит морської фауни карангатського типу. Ці знахідки дозволяють датувати алювій , як верхнєнеоплейстоценовий (посткарангатський) .

Г О Л О Ц Е Н

Голоценовий горизонт

Алювіальні відкладення (Ah hl)

Сучасні алювіальні відкладення зустрічаються тільки в похованих долинах (жолобах) мілководній частині північно-західного шельфу Чорного моря. Абсолютні відмітки покрівлі сучасного алювію коливаються від (-8,0) до (-35,0) м. Потужність досягає 15,0-18,0 м. Алювій складає нижню частину заплавній тераси , яка вкладає в верхнєнеоплейстоценовий алювіальний комплекс . Голоценові алювіальні утворення представлені пісками , алевритами , глинами , торфом.

Піски - дрібнозернисті , сірі , зеленувато -сірі , кварцові , косослоїстую , з тонкими прошарками глин і алевритів ; з рідкісними включеннями рослинних залишків , які зустрічаються переважно у верхній частині розрізу . Піски складають нижню частину аллювія . Потужність їх досягає 2-3 м.

Алеврити - дрібні , сірі , зеленувато -сірі , глинисті , з тонкими прошарками пісків. Складають велику частину розрізу сучасного алювію . Потужність алевритів досягає 14,0-15,0 м.

Глини - зеленувато -сірі , з домішкою алевриту , тонкошаруваті ; з рідкісними включеннями рослинних залишків і прісноводної ракуши . Залягають в покрівлі сучасного алювію . Потужність глин - від 1,0 до 2,0 м.

Торф - бурий , буро- сірий , погано розклався , з глинистим заповнювачем. Залягає на окремих ділянках покрівлі заплавного алювію .

Сучасний алювій містить залишки прісноводної фауни пологів : Planorbis , Anodonta , Fagotia , що мають високу ступінь збереження .

Ч е р н о м о р с ь к и й г о р и з о н т

Л і м а н с ь к е в і д к л а д и (І м Н с м)

Сучасні лиманні відклади перекривають весь комплекс утворень континентальної формації. Вони зустрінуті на більшій частині території шельфу. Найбільший розвиток дані відклади отримали в похованих долинах (жолобах) . На окремих ділянках (найбільш мілководних) похованого вододілу лиманні відклади відсутні.

Абсолютні позначки лиманних утворень коливаються від (-50,0) до (-5,0) м. Потужності досягають 6,0-8,0 м. Дані відкладення представлені пісками , черепашниками і мулами.

Піски - дрібнозернисті , рідше - середньозернисті , кварцові , сірі , світло- сірі , з домішкою раковину - детрітові матеріалу. Іноді в пісках зустрічаються прошарки мулу. Потужність пісків - від 1,0 до 2,0 м.

Черепашники - середньої крупності і дрібні , сірі , світло- сірі , з прошарками піску потужністю до 10 см. Складаються ракушечники переважно з солоноватоводних молюсків. Потужність ракушечників - до 1,0 м.

Мули - глинисті , алевроитові . Глинисті мули розвинені в центральних , найбільш глибоких частинах жолобів і лиманів , алевроитові - на більш піднесених ділянках . Забарвлення мулів сіра , зеленувато -сіра , темно -сіра. Всі мули містять у вигляді домішки раковину - детрітові матеріал. За мінеральним складом мули гідрослюдиної - монтморилонітові . Консистенція зазвичай текуча , рідше текучепластичної . Загальна карбонатність мулів становить 15-20% , потужність досягає 6,0-7,0 м. Комплекс фауни молюсків , що міститься в лиманних утвореннях каспійського і середземноморсько - каспійського типів . При цьому в багатьох випадках спостерігається поступовий перехід знизу -вгору від майже прісноводних і солоноватоводних каспійських до середземноморських видів . У основі розрізу лиманних утворень переважають молюски видів: *Dreissena polymorpha* , *Hydranthis plicatus* та пологів : *Valvata* , *Viviparus* . У верхній частині розрізу переважають : *Adacna vitrea* , *Abra ovata* , *Hydrobia ventrosa* . Лиманні освіти з більш-менш чітким контактом перекриті морськими відкладеннями чорноморського горизонту .

Морські відклади (mHcm)

Морські відклади перекривають всі світи. Розвинені вони майже по всій площі досліджуваного району. Відсутні сучасні морські відкладення тільки на окремих абразійних ділянках шельфу. Потужність морських відкладень досягає 15 м. Морські утворення представлені пісками, черепашниками і илами, рідко - галечниками і гравієм.

Піски - переважно дрібнозернисті, рідше - середньозернисті і грубозернисті. Забарвлення пісків зазвичай жовтувато-сіра, сіра, світло-сіра. У мінералогічному відношенні морські піски кварцові. На окремих ділянках піски - карбонатно-кварцові. Це пояснюється тим, що на цих ділянках піски утворюються за рахунок інтенсивної абразії берегів, складених понтичний вапняками. За складом домішок піски бувають мулисті, черепашникові, гравійні і галечникові. Зазвичай піски з невираженою слоистістю, але можуть містити окремі прослої мулу або черепашнику. Загальна карбонатність пісків досягає 50 %. Потужність пісків - від 6,0 до 8,0 м.

Піски - переважно дрібнозернисті, рідше - середньозернисті і грубозернисті. Забарвлення пісків зазвичай жовтувато-сіра, сіра, світло-сіра. У мінералогічному відношенні морські піски кварцові. На окремих ділянках приуразової смуги, починаючи від Березанського лиману, до Дністровського лиману, піски - карбонатно-кварцові. Це пояснюється тим, що на цих ділянках піски утворюються за рахунок інтенсивної абразії берегів, складених понтичний вапняками. За складом домішок піски бувають мулисті, черепашникові, гравійні і галечникові. Зазвичай піски з невираженою слоистістю, але можуть містити окремі прослої мулу або черепашнику. Загальна карбонатність пісків досягає 50 %. Потужність пісків - від 6,0 до 8,0 м. Галечники - дрібні, рідко - середні і великі, жовтувато-сірі, сірувато-жовті. Складені переважно з понтичного вапняку з невеликою домішкою пісковика, кременю. Галечники зустрічаються піщані, гравійні, черепашникові. Потужність галечників не перевищує 1,5 м.

Гравій - дрібний, середній, рідше - великий, жовтувато-сірий, сірий, сірувато-

жовтий , карбонатний, кварцево - карбонатний , кремнієвий . В якості домішок у гравії присутні пісок , черепашник , галечник . Потужність гравію досягає 1,0 м. Мули - глинисті і алевритові . Глинисті мули переважають в жолобах , алевритові мули розвинені переважно на більш мілководних ділянках шельфу. Забарвлення мулів - переважно зеленувато-сіра , темно-сіра. Спостерігається закономірність у зміні забарвлення мулів по розрізу . У нижній частині розрізу мули сірі з зеленуватим відтінком , в покрівлі - сірі , темносірі до чорних . У мінералогічному відношенні мули-гідрослюдисті - монтморилонітові . В якості домішок у ілах присутні піски і раковина — детритовий матеріал. Загальна карбонатність пісків досягає 70 %. У мулах спостерігається добре виражена шаруватість , яка обумовлена тонкими прошарками піщаного або детритових матеріалів , потужністю від 1-2 мм до 10 см. Потужність мулів досягає 12,0-14,0. Черепашники - різної крупності - від дрібних , що складаються переважно з детриту , до великих , в яких переважають цілі стулки пеліціпод . Колір черепашників - сірий , темно-сірий , світло- сірий - багато в чому визначений заповнювачем , зміст якого в черепашнику досягає 50 %. В якості домішок у черепашнику присутні пісок , мул , рідше - гравій і галька. Потужність черепашника досягає 2,0-3,0 м.

Фауна молюсків , що містяться в описуваних відкладеннях , характеризується пануванням стеногалінних середземноморських видів в суміші з Евригалінні . Найбільш часто зустрічаються види : *Mytilus galloprovincialis* , *Spisula subtruncata* , *Mya arenaria* ; а також пологи : *Cytherea* , *Acanthocardia* , *Modiolus* та ін

1.2.2. Стратиграфія та літологія о.Зміїний

В геологічній будові району острова Зміїний і прилеглої території Чорномор'я беруть участь архей-протерозойські, палеозойські, мезозойські та кайнозойські утворення. Перші відомі в межах узбережжя Чорного моря на південному схилі Українського щита (УЩ), де вони становлять фундамент Східноєвропейської докембрійської платформи. Другі - палеозойські, складають на шельфі складчастий фундамент Скіфської епігерцинської плити.

Характеристика стратиграфічних підрозділів докембрію та нижнього палеозою

наводиться у короткому викладі. Розріз середнього палеозою, розкритого на Зміїному морській свердловиною № 1, описаний найповніше. Відкладення мезозою та кайнозою, описані раніше іншими геологами, розглянуті фрагментарно.

В геологічній будові о.Зміїного бере участь зміїноострівська та фідонісійська світи нижнього девону та нижньопонтичний підрегіолярс верхнього міоцену (одеські верстви).

Зміїноострівська світа (D_{1zm}) на більшості території острова перекрита фідонісійською світою: представлена перешаруванням кварцових пісковиків, різнозернистих, алевритистих, світло-сірих, іржаво-жовтих, іржаво-бурих, глинистих. Максимальна видима потужність світи спостерігається у відслоненні та становить 2 м. Формування її, виходячи з речовинного складу відкладів, проходило в умовах прибережної зони міліючого морського басейну.

Фідонісійська світа (D_{1fd}) (по старовинній назві о. Зміїний – Фідонісі) представлена перешаруванням теригенних порід – гравійних та гравійно-галечникових конгломератів з пісковиками. Осадконакопичення фідонісійської світи проходило в умовах прибережно-морської зони раньодевонського морського басейну з досить інтенсивним гідродинамічним режимом на етапі регресивної фази розвитку раньодевонського морського басейну. Залягає фідонісійська світа стратиграфічно згідно на зміїноострівській світі. Контакт зі стратиграфічно вище розташованим підрозділом не встановлено. Абсолютна відмітка покрівлі фідонісійської світи в межах о. Зміїний становить від +38,0 до -54,0 м (св. 5р). Максимальна потужність – 98,0 м.

В результаті прояву герцинської фази тектогенезу (середній та пізній карбон) фідонісійська світа в межах острова зжата в досить полого синкліналь субмеридіонального простягання, ускладнену зоною розривного порушення підкидового типу з амплітудою зміщення до 50 м. В західному крилі встановленої структури породи світи занурюються під кутом 15° в східному напрямку (відсл. 134); в східній частині структури породи залягають майже горизонтально; в самій зоні розривного порушення породи сильно роздроблені, катаклазовані та

мілонітизовані і мають вигляд тектонічної брекчії.

На основі детального літолого-фаціального аналізу, при проведенні геологічних маршрутів на острові, фідонісійська світа була розчленована на три підсвіти – нижню, середню та верхню.

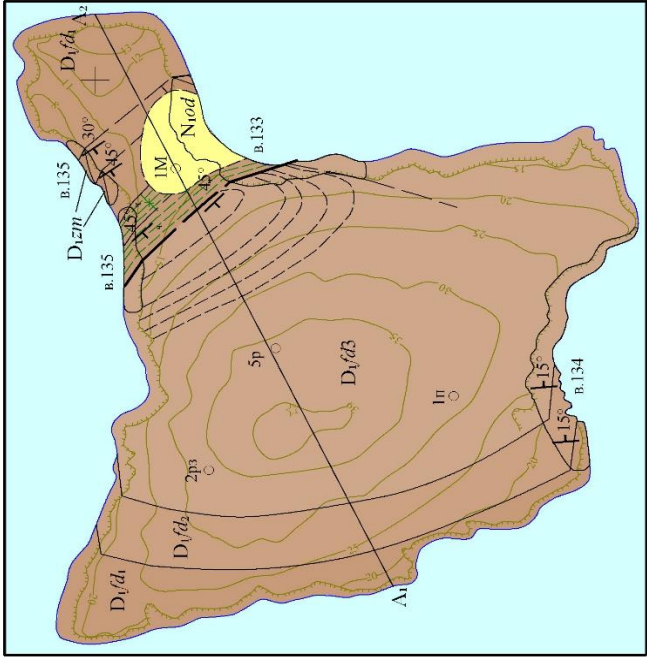
Нижньофідонісійська підсвіта (D_1fd_1) представлена перешаруванням гравійних, рідше гравійно-галечникових конгломератів сірих, зеленувато-сірих, грубошаруватих, щільних, дуже міцних. Грубошарувата текстура обумовлена наявністю прошарків, потужністю до декількох, рідше – до перших десятків сантиметрів, кварцових різнозернистих пісковиків світло-сірого, рідше жовтувато-сірого кольору, різної міцності. На денну поверхню нижньофідонісійська підсвіта виходить тільки в західній та східній частинах острова, які в структурному плані відносяться до периферійних частин зміїноострівної синкліналі. Потужність підсвіти становить близько 30 м. Залягає вона стратиграфічно згідно на зміїноострівській світі, перекривається стратиграфічно згідно середньофідонісійською підсвітою.

Середньофідонісійська підсвіта (D_1fd_2) представлена перешаруванням кварцових пісковиків, дрібно та різнозернистих, алевритистих, сірих, жовтувато-сірих, зеленувато-сірих, червонувато-бурих, фіолетових, різної міцності, горизонтально-шаруватих. Відмічається шарувата текстура від тонкої (декілька см) до грубої з потужністю шарів до 1 м. Цемент глинисто-кременистий, кбконтактового і порового типів. В розрізі присутні малопотужні (1-20 см) прошарки гравійних конгломератів, алевролітових та алевропелітових сланців. Залягає середньофідонісійська підсвіта стратиграфічно згідно на нижньофідонісійській підсвіті, перекривається стратиграфічно згідно верхньофідонісійською підсвітою. Потужність її становить 20 м. Поширена середня підсвіта тільки в західній частині острова, де у вигляді полоси, шириною до 50-60 м, простежується в напрямку з півдня на північ. У крайній східній частині острова, в межах східного крила синкліналі середньофідонісійська підсвіта повністю розмита.

Верхньофідонісійська підсвіта (D_1fd_3) представлена перешаруванням гравійних та гравійно-галечникових конгломератів, сірих, зеленувато-сірих, грубошаруватих,

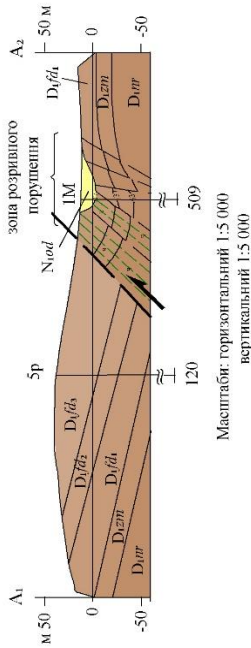
щільних, дуже міцних, аналогічних описаним у нижньофідонісійській підсвіті. Грубошарувата текстура обумовлена перешаруванням шарів конгломератів потужністю до 1-1,5 м, розділених прошарками, потужністю до декількох, рідше – до 10-30 см, кварцових різнозернистих пісковиків, світло-сірих, ділянками з жовтуватим та зеленуватим відтінком, різної міцності. Поширена підсвіта на досить значній площі острова в межах західного крила встановленої синкліналі, в східній частині острова підсвіта повністю розмита. Залягає верхньофідонісійська підсвіта стратиграфічно згідно на середньофідонісійській підсвіті (відсл. 134). Характер взаїмовідношення з вищезалягаючими стратиграфічними підрозділами не встановлено із-за розмиву. Максимальна потужність верхньої підсвіти становить > 48 м.

Одеські верстви (N_{1od}) на о. Зміїний збереглися від подальшого розмиву тільки у східній його частині. Ця частина острова має вигляд слабо витягнутого у східному напрямку прямокутника розміром 100x200 м з максимальною абсолютною відміткою поверхні +13 м у крайній східній його частині. Тут, у південній частині, у зоні розривного порушення, який розділяє острів у геоморфологічному плані на дві частині, відслонюється теригенно-глиниста товща потужністю до 12 м, яка виповнює верхню частину ерозійної форми рельєфу. Відклади представлені, переважно, червоно-бурими глинами, алевритистими, з домішкою різнозернистого піску та жорстви, переважно, кременистого складу. В генетичному плані товща відноситься до пролювіально-делювіальних відкладів, які в міоцені виповнювали ерозійні форми рельєфу (долини невеликих гірських річок, балок, ярів) на північних схилах Зміїноострівного хребта, який в період розвитку міоценового прогину зазнавав поступового занурення з виповненням ерозійних форм рельєфу. В доміоценовий час на місці Зміїноострівної антикліналі існував хребет субширотного простягання висотою до 400-500 м, на схилах якого формувалися ерозійні форми рельєфу по типу сучасної Північної Добруджі. Віднесення даної товщі до новоросійського підрегіонарусу ґрунтується на співставленні положення останнього з аналогічними відкладами на території сусідніх Ізмаїльського та Тульчинського листів.



Масштаб 1:5 000

ГЕОЛОГІЧНИЙ РОЗРІЗ ПО ЛІНІЇ А₁-А₂



Масштаб: горизонтальний 1:5 000
вертикальний 1:5 000

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Геологічна шкала	Регіональна шкала		
	Епоха	Вік	Регіон
ФАНЕРОЗОЙ	ПАЛЕОЗОЙСЬКА	ДВОНІСЬКИЙ	Євразійський
			Візантійський
			Тасманський
			Кам'яний
ДВОНІСЬКИЙ	Євразійський	Візантійський	Хмельницький
			Устатовський
			Візантійський
			Бориславський

N_{od}	Одеські верстви верхнього міоцену.
D₁/d₁	Алероліти, піски червоного-бурі з уламками пісковиків та вапняків (до 12 м)
D₂/d₂	Північно-східна СФЗ
D₃/d₃	Верхня підсвіта. Гравійно-галечні конгломерати, сірі, грубопорушні (>48 м)
D₄/d₄	Середня підсвіта. Пісковики кварцові, алеґристі, сірі, червоного-бурі (20 м)
D₅/d₅	Нижня підсвіта. Гравійно-галечні конгломерати, сірі, грубопорушні (30 м)
D₆/d₆	Змітноострівська світа. Пісковики кварцові, сірі, червоного-бурі, жовті (16 м)
D₇/d₇	Червоно-сіра світа. Вапняки, мерґели сірі, темпо-сірі з прошарками аргілітів (335-454 м)

ІНШІ УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Свердловина, яка розкриває розріз відкладів та її номер

Геологічні границі: достовірні

Характер шаруватості в зоні синкліналі

Відстоєння та їх номери

ЕЛЕМЕНТИ ЗАЛІЖАЛІЩА

нахил — субгоризонтальне

Свердловини на розрізі, номер і глибина вибою (м)

Лінія геологічного розрізу

Ізотипи поверхні, м

РОЗРИВНІ ПОРУШЕННЯ, КРУТОПАДАЮЧІ ПІДКИДИ

Головні достовірні (а), ймовірні (б)

Локальні та операційні достовірні (а), ймовірні (б)

Генеральний напрямок тектонічного переміщення (на розрізі)

Всіх синкліналі

Катаклазовані породи

Червонокопирість

1.3. Тектоніка

У тектонічному відношенні досліджуваний район та о. Зміїний розташовані в східній частині Зміїноострівної антикліналі ранньокімерійської (нижня крейда) фази тектогенезу, в межах центральної частини Західночорноморського блоку Бессарабсько-Північночорноморської плити. Структура встановлена на основі комплексної інтерпретації геофізичних матеріалів. У північному напрямку Зміїноострівна антикліналь контактує з Вилковською синкліналлю. Зона контакту двох структурних елементів ускладнена зоною Західновилковського розлому підкидового типу. За даними інтерпретації гравіметрового поля, антикліналь має асиметричну будову – північне крило більш круте і ускладнене розривними порушеннями, південне – більш пологіе з поступовим переходом в північне крило сусідньої з півдня синклінальної структури. В результаті інверсійної стадії розвитку ранньокімерійської фази тектогенезу, яка супроводжувалася досить значними висхідними рухами блокового характеру та значною денудацією, на доюрський зріз був виведений силур-ранньодевонської СФК та структурно-тектонічні елементи герцинського структурного ярусу. Він, на відміну від ранньокімерійського структурного ярусу, з характерним субширотним орієнтуванням структурних елементів, має, переважно, субмеридіональний структурний план. Так, в східній частині острова закартована зона розривного порушення підкидового типу субмеридіонального простягання з падінням змішувача на захід. В цілому острів має блокову будову. Він зі сходу та заходу обмежений розривними порушеннями герцинського, а з півночі та півдня – розривними порушеннями ранньокімерійського етапів закладання. Ймовірно, що вся південно-західна частина шельфу Чорного моря була охоплена юрським прогином і територія Зміїноострівної антикліналі та о. Зміїний були перекриті відкладами юрської системи. І тільки на етапі інверсії пізньокімерійського структурного ярусу формуються дві структури першого порядку – Переддобрудзький (Молдавський) синклінорій та Добрудзько-Нижньодунайський антиклінорій. Границя двох структурних одиниць проходить по системі розривних

порушень підкидового типу, яка проходить по лінії сс. Долинське (східніше) – Прилиманське – Нагірне і далі на схід по лінії сс. Нагірне – Нова Некрасівка – м. Ізмаїл до зони Приморського розлому; далі границя проходить повздовж даного розривного порушення в північно-східному напрямку впродовж 70 км до південно-східної окраїни оз. Сасик і далі на схід по східній границі Криловської антикліналі.

В межах західної частини Добрудзько-Нижньодунайського антиклінорія – Добруджи (Румунія), Нижньопрутський, Новосільсько-Орловський та Кугурлуйський блоки (Україна) відклади юрської системи були повністю розмиті; південніше Приморського розлому відклади юрської системи повністю або значно розмиті тільки в межах Зміїноострівної та Криловської антикліналей. В режимі стабільного підняття територія Добрудзько-Нижньодунайського антиклінорія, який охоплював і значну частину південно-західного шельфу Чорного моря (район Зміїноострівної та Криловської антикліналей), розвивалась в континентальному режимі, який проіснував до початку формування неогенового прогину. В геоморфологічному відношенні на місці даної структурної одиниці існувало плато з абсолютними відмітками до 400-500 м над рівнем моря з розвиненою ерозійною поверхнею типу сучасної Північної Добруджі, де існувала система річних долин та крупних балок з відносними врізами до 400-500 м. Підтвердженням даного висновку може бути детально вивчена буровими свердловинами поверхня Нижньопрутського, Орловсько-Новосільського та Кугурлуйського блоків на території сусіднього із заходу Ізмаїльського та Тулчинського аркушів. В межах даного антиклінорія, в результаті значної ерозії, на донеогеновий зріз були виведені відклади нижнього, середнього та верхнього тріасу (товща конгломератів, новосільська світа і товща алевролітів), орловська товща верхнього девону, Долинська інтрузія кварцових сієнітів, в ендоконтактовій зоні якої закартовані виходи товщі доломітів, баурчинської світи та товщі вапняків середнього і верхнього девону; на острові Зміїний – зміїноострівська та фідонісійська світи нижнього девону.

Понижені елементи рельєфу даної структури виповнюються континентальними

відкладами дунайської товщі неогену алювіально-делювіально-пролювіального генезису. До завершення розвитку неогенового прогину (границя нижнього та середнього понту) частина антиклінорія майже повністю була перекрита відкладами неогенової системи, переважно, континентального походження. На поверхні залишилися тільки окремі вершини значно ерозійно розчленованого плато. Підсумовуючи вищевикладене, можна стверджувати, що острів Зміїний – це вершина гори в межах східної частини Зміїноострівної гряди.



Рис.3. Тектонична карта

(<https://repository.knuba.edu.ua/bitstream/handle/987654321/822>)

РОЗДІЛ 2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Геоєкологічна характеристика північно-західного шельфу Чорного моря в районі о.Зміїний

Геоєкологічна характеристика північно-західного шельфу Чорного моря тісно пов'язана з біопродукційними процесами, викликаними біогенним стоком рік. Збільшення прівносу біогенних речовин в останні десятиліття зумовило гіперевтрофікацію вод, яка визначається як найзбагачення середовища живильними речовинами і інтенсивний розвиток фітопланктону. Явище гіпоксії (дефіциту кисню) у придонному шарі вод стає типовими для північно-західного шельфу Чорного моря. Розвиток гіпоксії характерно для весняного, літнього та осіннього періодів, коли при нормальному і навіть підвищеному вмісті кисню в поверхневих водах, у придонному шарі його концентрація та ступінь насичення ним вод можуть бути різко знижені.

Геохімічні наслідки полягають у зміні в зоні гіпоксії на поверхні донних відкладів окисних умов на відновлювальні. Придонними дрейфовими течіями розчини переносяться на значні відстані. Таким чином, відбувається на поверхні перерозподіл на поверхні донних відкладів абсолютних концентрацій металів, хлорорганічних та інших сполук, уповільнюється механізм мінералізації та поховання в товщі осаду органо-мінеральних токсинів, відбувається вплив забруднюючих речовин із відкладів на донні організми

Особливості диференціації важких металів та токсичних елементів у відкладах північно-західного шельфу району о. Зміїний визначається наявністю в прибережній зоні комплексного геохімічного бар'єру на річці море, просторово локалізованого в авандельті Дунаю. Кордони бар'єрної зони встановлюються за розподілом авандельтових фацій, що простежуються до глибин 24 м. Зміст більшості елементів в мулах авандельти перевищують їх вміст в відкладах узмор'я в 9 разів.

Локалізація елементів у межах авандельти та узмор'я має низку відмінностей. Підводна частина дельти є єдиною великою контрастною аномалією з витриманими і абсолютно витриманими геохімічними полями всередині неї.

Структура геохімічного поля шельфової зони значно складніша. Просторова диференціація асоціативних груп елементів у донних відкладах визначається комплексом літодинамічних, гідрогеохімічних та техногенних факторів. Загалом у межах шельфової геохімічної зони виділяється три області:

- поліелементних аномалій;
- фонових концентрацій;
- аномально низьких концентрацій.

Поліелементні аномалії простежуються примикають до Жебріянської бухти, навколо о. Зміїний, а також примикають до авандельти Дунаю у південній її частині, що формується Старостамбульським гирлом. У Жебріянській бухті піщано-глинисті відклади містять в аномальних концентраціях 18 елементів, серед Sn , Hg, Cd, Pb та інш.

Таблиця 1. Параметри розподілу елементів у відкладах придунайського узмор'я

№ п/п	Елементи	Значення вмісту, мг/кг			аномальні концентрації
		мініма- льні	максима- льні	фонові	
1	Hg	2.5	14,0	6,5	191.9
2	Cd	0.5	1.82	1 , 32	2.3
3	As	0,7	4,1	2.3	5.03
4	Pb	8,0	33,3	15,4	30.91
5	Ni	4,5	19,2	9,7	2293
6	Zn	3.8	78,1	17,8	63.6
7	Cr	290	138,0	56,6	154,4
8	Mn	29,1	141,0	64,9	164.96
9	Ba	62,7	3700	164,3	426.5
10	Mg	500.0	44000	1947,0	5841.0
11	Be	0,75	1,21	0,09	0.99

12	Fe	12000	199000	7473	24000.0
14	Ca	100000	320000	280000	481246.0
15	Na	4000,0	150000	61467	14519.1
16	Co	<п.о.	6.3	-	5.5
17	Mo	0,4	6,3	0,4	1.0
18	V	2,5	80,0	11,6	71.24
19	Ti	200 . 0	5000 . 0	737,3	4405.7
20	Nb	<п.о.	20 , 0	0,3	15.3
21	Ga	0,5	8,0	2,1	8.1
22	La	20 , 0	32 , 0	25 , 3	349
23	Ag	0,02	0,3	0,05	0.29
24	P	250 , 0	630 , 0	308 , 0	595.1
25	Al	2500,0	63000,0	23853 , 3	85063.8

Таблиця 2. Аномальність елементів у донних відкладах

Критерій аномальності	Геохімічна зона	
	узмор'я (шельфова)	Аванлельта
Аномалії 1-роду	Cu, Pb, Zn, Mo, Nb, Ge, Sc	Hg, As, Cu, Pb, Ni, Zn, Mn, Ba, Mg, Be, Fe, Co, Mo, V, Ti, Sn, Nb, Ga, Bi, Ge, Sc, Li, P
Не утворюють аномалій	Ca	Ca, Na, La, Cd

У межах геохімічного сполучення вода – гідробіонти – донні відклади успадкованість просторової зональності асоціативних груп елементів не спостерігається. Максимальні концентрації Mn і Cd характерні для придонних вод авандельти і поверхневих вод узмор'я, а РЬ - відповідно для поверхневих вод авандельти та придонних вод узмор'я.

Дуже важливими є екологічні аспекти просторової локалізації токсичних елементів.

Таблиця 3. Параметри розподілу металів на полігоні у р-ні о. Зміїний
(мг/кг сухої ваги)

№п/п	мент	Еле- спостере- жень	Зміст			Коеф. варіації, %
			мінімальні	максима- льні	Середні	
1	Hg	15	0,05	0,391	0.14	64
2	Cd	15	0.43	3,04	1,11	57
3	Pb	15	2.84	12	6.64	45
4	Cu	15	4.2	17.4	10,15	37
5	As	15	4.7	17.5	8.45	40

Таким чином, дуже несприятлива екологічна ситуація за рівнем забрудненості важкими металами та токсичними елементами склалася у Жебріянській бухті та авандельті Дунаю. Пріоритетними забруднюючими елементами, дослідження динаміки концентрацій яких є обов'язковим і необхідним в режимі моніторингу є Hg, Cd, Pb та інш.

2.2. Методика досліджень

Геоєкологічні роботи включають:

- експедиційні – відбір проб з поверхневого шару донних відкладів, візуальну ідентифікацію типу ґрунту, його літологічний склад, кольорі, наявності фауни, фіксація наявності або відсутності запаху сірководню, водоростей;

- роботи в лабораторних умовах - проведення літологічного, гранулометричного, мікропалеонтологічного аналізу, вимірювання вологості.

2.2.1. Експедиційні роботи

В процесі експедиційних робіт виконується насамперед відбір проб сучасних морських відкладів за допомогою дночерпака ДЧ-0.025 із площею захоплення $0,025\text{ м}^2$ та $0,1\text{ м}^2$. Після підйому дночерпака на борт здійснювався опис відкладів із зазначенням типу відкладу, його кольору, консистенції, наявності фауни, запаху відкладів тощо.

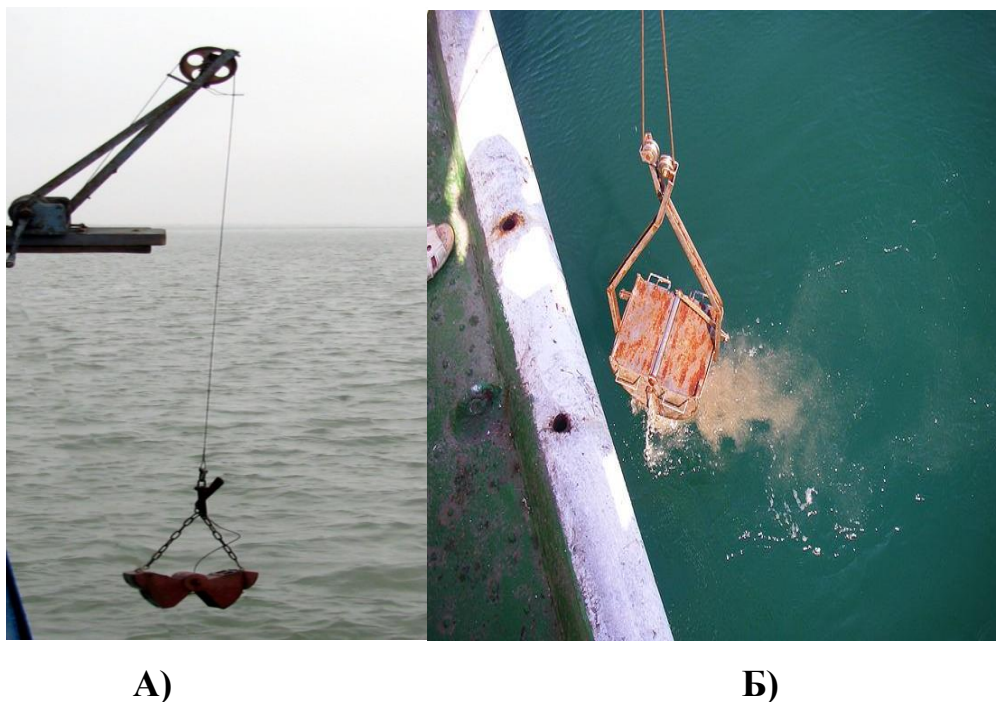


Рис. 4. Дночерпаки ДЧ-0.025.

Для визначення фракційного складу намулку відкладів відбирається тільки сам шар намулку, якщо шар намулку невеликої потужності, менш 1 см, то його треба зібрати за допомогою дерев'яного шпателя. Вага проби має бути не менш 0,2 кг. Відбір проб на лабораторні дослідження здійснюється у поліетиленовий пакет, який вміщує етикетку з необхідною інформацією (номер станції, дата відбору, номер рейсу, вид аналізу).

Відібрані проби для визначення фракційного складу намулку відкладів зберігаються у холодильній камері при температурі не вище 0°C .

Для визначення природної вологості намulка видірається проба вагою 0,05кг і поміщується у поліетиленовий пакет, який вміщує етикетку з необхідною інформацією (номер станції, дата відбору, номер рейсу, вид аналізу). Відібрані проби для визначення природної вологості намulку відкладів зберігаються у холодильній камері при температурі не вище 0°C.

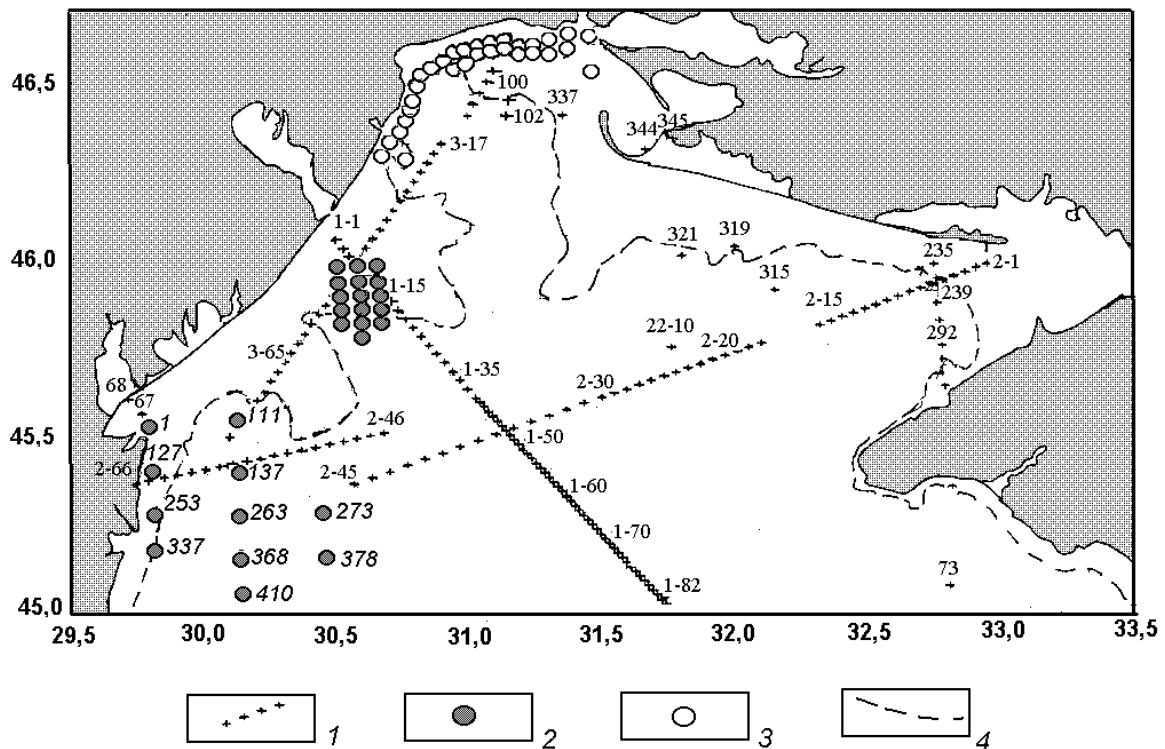


Рис. 5. Схематична карта фактичного матеріалу досліджень донних відкладів північно-західного шельфу Чорного моря.

- 1 - Станції випробування з фондів Палеонтологічного музею ОНУ та НДЛ-3 ОНУ;
- 2 - Станції випробування на полігонах 981-Дністер і 982-Дунай
- 3 - Станції випробування на полігоні 993;
- 4 - Контур прибережної зони шельфу на батиметричному рівні -20 м.

2.2.2. Методика проведення гранулометричного аналізу донних відкладів

Для гранулометричного аналізу використовувалися навіски донних відкладів 200-250г. При проведенні аналізу визначалася вологість відкладів, для чого бралася навіска 50-80г. Для визначення вологості зважувалася порожня бюкса (g_0), бюкса з вологою пробою (g_1) і бюкса з висушеною пробою (g_2). Проба висушувалася при $t=105^{\circ}\text{C}$ до постійної ваги, потім охолоджувалася у закритому резервуарі із силікогелем, після чого проводилося зважування (g_2). Вологість визначалася за формулою:

$$W (\%) = (g_1 - g_2) / (g_2 - g_0) * 100\%.$$

Підготування проб до аналізу включало замочування навіски у розчині аміаку не менше ніж на добу, що необхідно для поліпшення диспергації частинок. Гранулометричний аналіз здійснювався комбінованим методом: псефітова і псамітова фракції, а також крупний алеврит виділялися просіюванням у водному середовищі, більш дрібні фракції - відстоюванням у воді, при цьому час відстоювання визначався температурним режимом і розмірністю фракції, що виділяється. Таким чином, виділялося 11 розмірних фракцій, які наведено у таблиці результатів. Для контролю аналізів здійснювався розрахунок загальної ваги сухої проби за формулою:

$$M = m / (W / 100 + 1),$$

де M - розрахункова вага сухої проби в г,

m - вага навіски в г,

W - вологість у %.

Результати аналізу вважалися за достовірні, якщо величини розрахункової ваги сухої проби і суми усіх фракцій співпадали. У протилежному випадку аналіз здійснювався вдруге.

За результатами аналізу було побудовано кумулятивні криві, з яких знімалися

значення Q_1 , Md і Q_3 . Коефіцієнти асиметрії і сортування відкладів було розраховано за формулами:

$$S_k = Q_1 * Q_3 / Md^2 \quad (1.3)$$

$$S_o = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} \quad (1.4)$$

За результатами аналізу визначалися літологічні характеристики проб.

2.2.3. Методика мікропалеонтологічних досліджень

Методика вивчення форамініфер включає такі операції: відбір зразків, сепарування, консервація і підготування до аналізу, виділення форамініфер, таксономічна ідентифікація, морфологічний аналіз, біомінералогічні дослідження і математична обробка результатів.

Відбір зразків для вивчення форамініфер. Бентосні форамініфери живуть у рухливому намулку на поверхні дна, можуть селитися на водоростях, уламках порід і раковинах молюсків. При нестабільних гідрохімічних і гідродинамічних умовах внутрішнього шельфу деякі з них впроваджуються в ґрунт на глибину до 30 см і мішаються із субфосильною мікрофауною. Стійкий максимум зустрічальності живих форм відзначається в шарі потужністю до 2 см у мулистих осадах і до 7-10 см - у піщаних. Таким чином, оптимальний відбір зразків для форамініферового аналізу забезпечується в межах поверхневого шару осаdkів потужністю до 2 см.

Відразу після надходження проби на борт судна в поверхневий шар осаду на глибину 2 см упроваджувалися пластмасові ковпачки діаметром біля 5 см. Практично одночасна фіксація декількох зразків обмежувала втрати найбільш рухливої частини осаду. Випробування провадилося в трьох повторностях, а також включало відбір матеріалу для контрольних і додаткових досліджень.

Одержання зразків із непорушеною структурою спрощує наступні кількісні

визначення форамініфер. При уніфікації випробування поперечний перетин кожного зразка складає 20 см^2 , товщина - 2 см, а тарований об'єм - 40 см^3 . Отже, кількість форамініфер може бути встановлена стосовно будь якої із згаданих одиниць (площі, об'єму, а також ваги вологого або сухого осаду).

Перехід до вагових одиниць спрощується при відомій об'ємній масі вологої проби (Δ), яка відповідає масі одиниці об'єму зразка з природною вологістю і непорушеною структурою. Об'ємна маса вологого осаду змінюється для мулів північно-західного шельфу Чорного моря в межах $1,17\text{-}2,02 \text{ г/см}^3$ (звичайно $1,38\text{-}1,6 \text{ г/см}^3$), для піщаних осадків приурізової смуги - в інтервалі $1,42\text{-}1,62 \text{ г/см}^3$, що в середньому складає $1,5\text{-}1,6 \text{ г/см}^3$.

Таким чином, маса 40 см^3 вологого осаду в першому наближенні дорівнює 60 г. Використання цих параметрів спрощує обробку зразків на борту судна, коли попередні вагові виміри неможливі або утруднені. В стаціонарних умовах підготування контрольних проб провадилося після визначення природної вологості зразків для відбору наважки, що відповідає 5 г сухого осаду.

Сепарування і консервація проб. Попереднє фракціонування проб провадилося на борту судна для видалення псефітових і пелітових компонентів. Зразки промивалися в забортній воді на ситах із мінімальним розміром комірок 0,063 мм, після чого консервувалися в буферній суміші 4% розчину формаліну і 20 г/л $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Окремий зразок з непорушеною структурою зберігався в тому ж розчині як дублікат для контрольних аналізів. Ця обробка необхідна для обмеження бактеріальної активності і розчинення проб в кислому середовищі.

Виділення форамініфер. Фракціонування піщано-алевритової складової осаду, в якій концентруються раковини форамініфер, провадиться після обробки зразків біологічним барвником "Бенгальська троянда". Розчин містить 0.5 г барвника на 1 л дистильованої або кип'яченої води. Живі форми відрізняються від субфосильних наявністю цитоплазми, яка після обробки барвником набуває рожевого кольору. Відмитий зразок заливають розчином "Бенгальської троянди" і витримують в чашці Петрі до появи помітного зафарблення (оптимальний термін - 48 часів).

Відділення живих форамініфер від субфосильних і викопних форм у розмірних

фракціях провадилося після промивання зразків на стандартному ситовому наборі. Розподіл форамініфер вивчався в 4 фракціях (0,063-0,125 мм; 0,125-0,25 мм; 0,25-0,5 мм і більш 0,5 мм). Максимальні кількості черепашок звичайно відзначаються у фракції 0.25-0.1 мм.

Для стратиграфічних і палеографічних досліджень достатньо вивчення форамініфер в піщаній фракції. При вирішенні таксономічних і екологічних задач досліджуються фракції крупного алевриту для виявлення ювенільних та пригноблених форм.

Відбір форамініфер провадиться вручну під бінокляром. Живі (пофарбовані) і неживі (нефарбовані) особини підраховуються окремо. Зразок після перегляду висушується і поміщується у камеру Франке.

Таксономічна ідентифікація та морфологічний аналіз. Мікроскопічні дослідження сучасних, субфосильних і викопних форамініфер проведені за допомогою стандартного біноклярного мікроскопу. Таксономічні визначення форамініфер уточнювалися при вивченні оригінальних колекцій проф.В.В.Янко та Кравчук Г.О. в Палеонтологічному музеї ОНУ. Типи морфологічних порушень і розподіл аномальних організмів визначалися для кожного зразка. Кількісна характеристика аномалій розвитку аналізувалась на основі корелятивних та багатомірних зв'язків із результатами геохімічних досліджень.

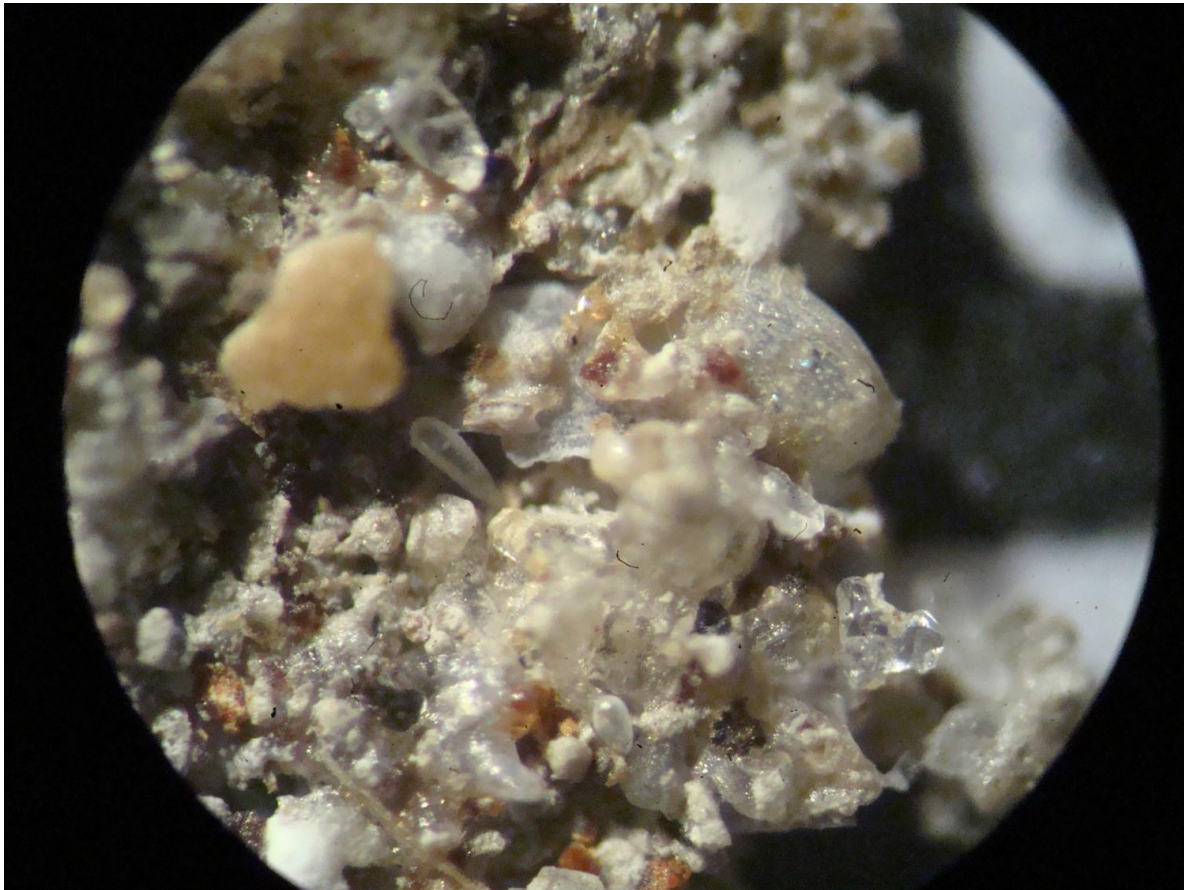


Рис.6. Мікропалеонтологічні дослідження за допомогою бінокюляра МБС-9.

2.3. Оцінка сучасної геоекологічної ситуації на основі морфологічних порушень розвитку бентосних форамініфер північно-західного шельфу Чорного моря.

Індикаторні особливості бентосних форамініфер в сучасних осадах шельфу Чорного моря вивчені автором у районах біля острова Зміїний і дельти Дунаю. Базовий матеріал для режимних мікрофауністичних спостережень складав фондовий матеріал Палеонтологічного музею ОНУ. Була розглянута залежність розвитку гідробіонтів від змін геоекологічного оточення на досліджуваний, починаючи з загальної оцінки стану екосистеми до індивідуальних ознак окремих організмів.

В методичному відношенні оптимальною характеристикою популяційних вибірок служить видова розмаїтість організмів. Співвідношення видів рецентних і фосильних форамініфер розглядається як універсальний показник «виживаності», звичайно прийнятий за основу в практиці екотоксикологічних досліджень. Цей принцип дозволяє розмежувати три основні рівня екологічних порушень:

- вітальний (нешкідливий), при наявності не менше 70% видів серед рецентних форм організмів;
- сублетальний (граничний) із зберіганням 50-70% видів рецентних форм;
- летальний (критичний), коли 30-50% живих організмів зберігаються при небезпечному, а менше 30% - при катастрофічному оточенні.

Нерівномірний ступінь виживання форамініфер простежувався на полігонах біля Дністровської банки та в районі острову Зміїний.

Штормова погода в період спостережень обумовила інтенсивне перемішування морських вод. Поряд із цим, відносна однорідність водяної товщі в районі робіт не мала помітного впливу на реєстрацію мозаїчної мінливості умов заселення бентосних організмів на початку літнього сезону. Зниження видової розмаїтості рецентних форамініфер в районі острову Зміїний характерне для переходу від зони пелітових мулів узмор'я Дунаю до донних відкладів Мідієвого поля (станції 111, 137 і 410).

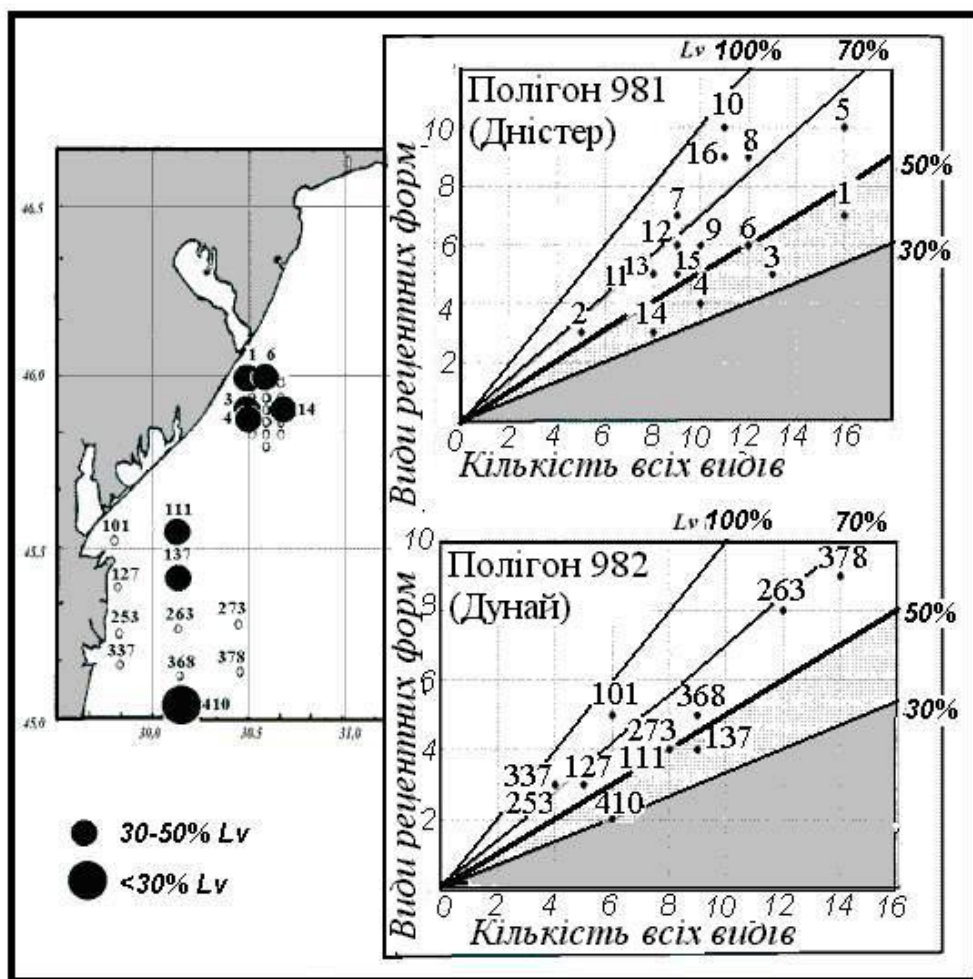


Рис. 7. Співвідношення видів форамініфер в приустьєвих районах Дністра та Дунаю. На графіках фіксуються порогові та небезпечні рівні виживаності (Lv) бентосних організмів за стандартною схемою екотоксикологічних досліджень.

При дослідженні геохімічного впливу Дунаю на бентосні співтовариства, відзначається зменшення виживання видів до граничного і небезпечного рівнів (рис.7). Аналіз співвідношення видів рецентних і фосильних форамініфер належить до найбільше простих варіантів інтегральної оцінки стану донних біоценозів. Більш детальні уявлення про зміни бентосних співтовариств формуються при кількісних визначеннях окремих груп організмів.

Зустрічальність бентосних форамініфер на різноманітних ділянках шельфової області контролюється складною взаємодією природних і техногенних чинників. Відсутність успадкованого формування структури бентосних співтовариств для

рецентних форм відбиває ефекти короточасних порушень умов заселення. В донних осадах району острова Зміїний домінують 4 види – *Ammonia tepida*, *Ammonia compacta*, *Porosonion martcobi*, *Nonion matagordanus*.

Важливим аспектом аналізу зустрічальності форамініфер є виділення індикаторних організмів, що мають повсюдне поширення і зберігають стійкість розвитку в різноманітних природних умовах. Для регіональних досліджень важливі перші три види, що мають найбільше високі показники частоти зустрічальності і щільності розподілу в різноманітних районах шельфу.

Максимальне територіальне поширення мають представники сімейства *Ammonoiidae*. Повсюдно домінуюча *Ammonia tepida* є еврітопним видом, що припускає зміну абіотичних параметрів у широкому діапазоні (зокрема, солоності і глибини).

Показники стабільності розвитку бентосних форамініфер визначаються при статистичній оцінці різноманітних змін у життєдіяльності організмів. До найбільше помітної ознаки функціональних порушень, належать аномальна морфологія черепашок.

Морфологічні аномалії в черепашках форамініферах належать до найбільше поширених ознак порушення стабільності розвитку організмів. Такі зміни служать відгуком на зміни в середовищі. Кількість видів форамініфер, схильних до морфологічних порушень на досліджуваній площі, змінюється в широких межах.

Зміни морфологічних ознак відзначався для форамініфер Дністровсько-Дунайської частини шельфу (рис. 8). Розподіл морфологічних аномалій форамініфер в районі острова Зміїний пов'язаний із різноспрямованим надходженням дунайських вод. Північно-східний стік розчинених речовин і суспензії проходить по Очаковському рукаві, але на узмор'ї напрямом потоку частково змінюється до півдня під впливом течій.

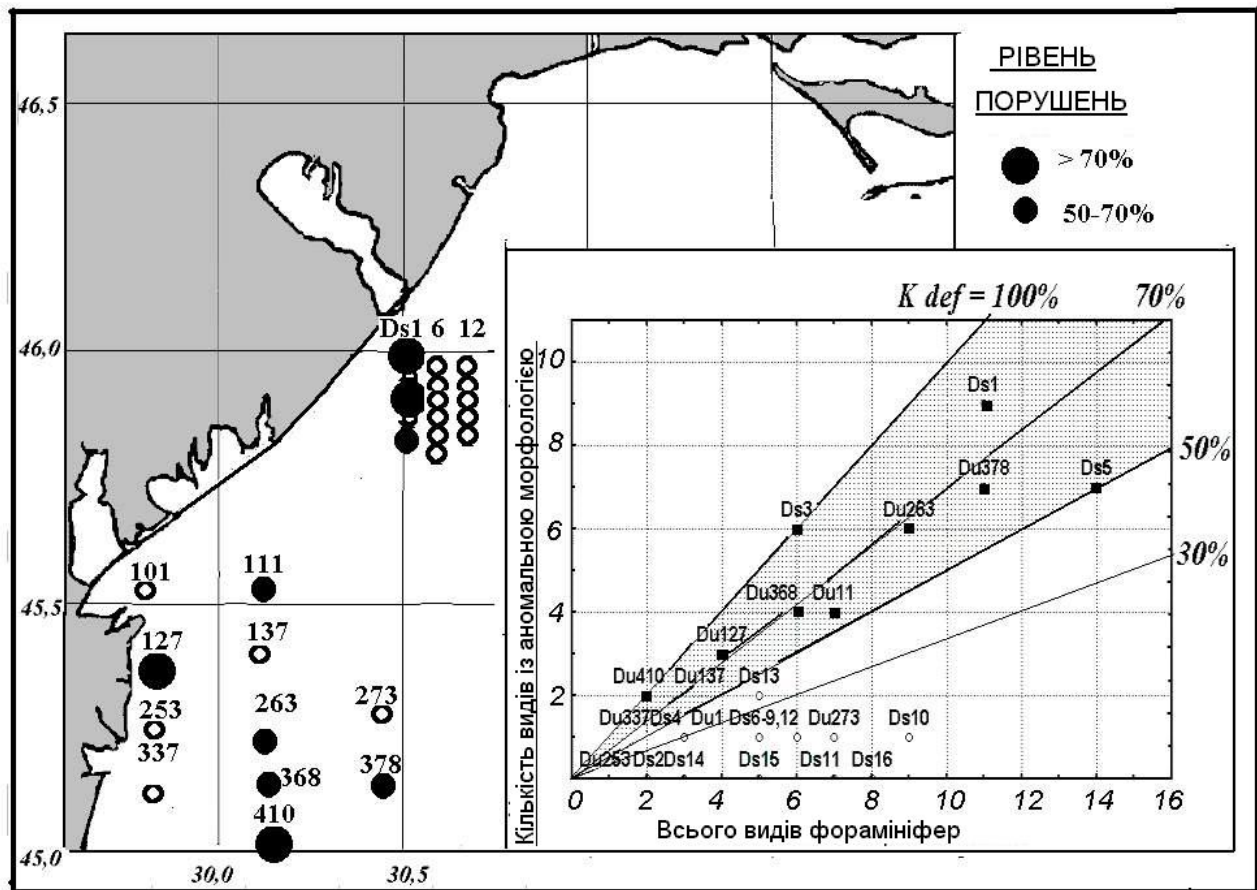


Рис. 8. Співвідношення загальної кількості видів форамініфер та видів з морфологічними порушеннями в районах Дністровської банки та острову Зміїний.

Винос дунайських вод по Старо-Стамбульському рукаві має південно-східний напрямок. Ці особливості транспортування речовини в придельтовому районі є причиною поділу ареалів ризику морфологічних змін організмів. В усіх розглянутих випадках найпомітніші зміни характерні для черепашок виду *Ammonia tepida*.

Як впливає з спостережень, порушення морфологічних ознак розвитку форамініфер має стійкий зв'язок із міграційними процесами на шельфі. Підвищення частоти фенотипів в бентосних співтовариствах обумовлене широким спектром стресових ситуацій, що виникають при зміні геохімічного оточення в цілому.

Оцінка індикаторних властивостей бентосних форамініфер на екосистемному і популяційному рівні включає показники ступеня виживання і морфологічних змін організмів.

При геоекологічному картуванні на шельфі аналізуються зміни гідрохімічних

характеристик водяної товщі і валових концентрацій хімічних елементів або ксенобіотиків в донних осадах. Жодний з окремо взятих показників не відбиває складних взаємовідносин в екосистемі, якщо не розглядається в сполученні з іншими ознаками. На цій підставі, для вивчення багатомірних зв'язків стану бентосних співтовариств форамініфер із різноманітними параметрами придонних вод і донних осадків, ми використовували методику факторного аналізу. Угрупування комплексу ознак проведене в двох варіантах, що відрізняються числом діючих факторів у Дністровсько-Дунайському районі шельфу. Взаємозв'язки обмірюваних параметрів задовільно характеризуються при виділенні чотирьох факторів, що контролюють екологічне оточення на двох полігонах.

Утворення ореолів гіпертрофікації навколо джерел органічного забруднення пов'язане із аномальною активізацією розвитку бентосних організмів [111]. Умови токсичної стимуляції відрізняються від сприятливих природних чинників за рядом ознак, серед котрих найбільше помітна роль - порушення морфології форамініфер. Таким чином, забруднення донних відкладів впливає на таксономічні і морфологічні особливості бентосних форамініфер. Техногенні зміни в прибережній зоні північно-західного шельфу Чорного моря найбільше тісно пов'язані із посиленням гіпертрофікації, що виявляється у порушенні мінералоутворюючих функцій бентосних організмів.

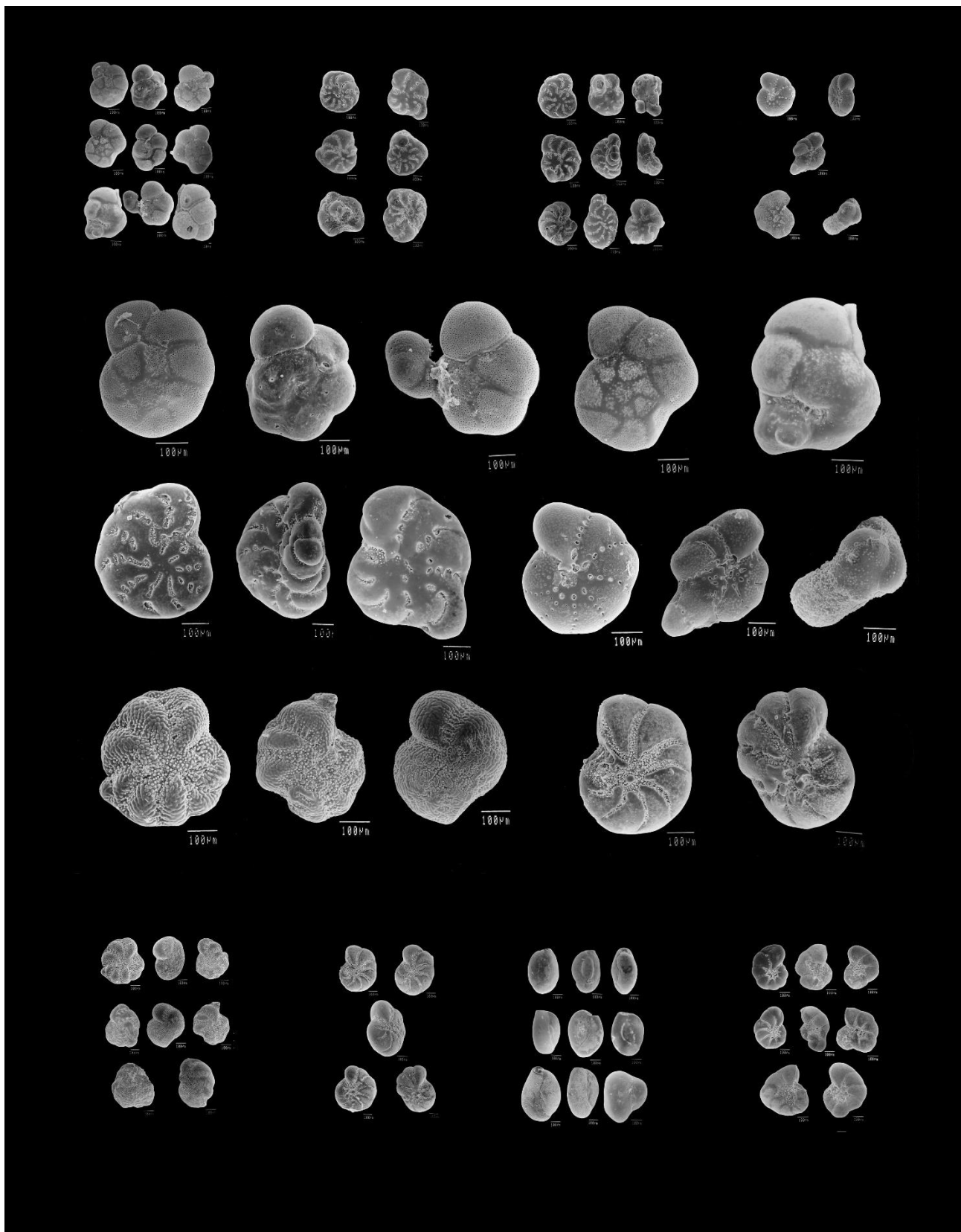


Рис.9. Морфологічні аномалії в черепашках бентосних форамініфер північно-західного шельфу Чорного моря (за матеріалами Г.О.Кравчук)

ВИСНОВКИ

Розглянутий район досліджень характеризується складною геологічною будовою та тривалою історією формування. Накопичення донних відкладів шельфу контролюється взаємодією геологічних, фізико-географічних, біологічних і техногенних чинників. Осадова товща грає важливу роль субстрату, що забезпечує функціонування морських екосистем.

Особливості диференціації важких металів та токсичних елементів у відкладах північно-західного шельфу району о. Зміїний визначається наявністю в прибережній зоні комплексного геохімічного бар'єру на річці море, просторово локалізованого в авандельті Дунаю. Забруднення донних відкладів важкими металами може оцінюватись як екстремальне в авандельті Дунаю та Жебріанській бухті та слабке у районі о. Зміїний. У складі накопичуються металів – елементи І класу небезпеки: берилій, цинк, миш'як, свинець, ртуть та ін.

Сумарне накопичення хлорорганічних сполук оцінюється як критичне. Токсиканти зустрічаються на всіх рівнях екосистеми. У компонентному складі переважають поліхлорбіфеніли. Просторові осередки забруднення локалізовані у зоні впливу Дунайських вод. Кризова ситуація, що періодично складається на шельфі в межах північно-західної частини Чорного моря, завдячує своїм виникненням річковому стоку Дунаю, воду якого забруднюють країни Європи.

Таким чином, під впливом несприятливих умов зміни розвитку відбивають базові зміни функціонування живих істот і знаходять відображення в процесах, що протікають на різних рівнях та можуть бути оцінені із використанням різноманітних методів.

Сучасна нестабільність геохімічної обстановки впливає на інтегральні показники ступеня виживання видів та частоти морфологічних аномалій у черепашках бентосних форамініфер. Було встановлено, що морфологічні порушення тісно пов'язані зі збагаченням вод сполуками нітрогену і фосфору, а накопичення свинцю в осадах обмежує ступінь виживання видів форамініфер.

Екологічна обстановка північно-західної частини шельфу Чорного моря в районі о.Зміїний при постійному токсичному впливу може привести до

критичного стану екосистеми. Продовження моніторингу в р-ні о. Зміїний дозволить забезпечити передбачуваність процесів, що відбуваються в досліджуваному регіоні, і своєчасно визначити їх екологічні наслідки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабанец А.Е., Емельянов В.А., Митропольский А.Ю. и др. Физико-механические свойства донных осадков Черного моря. Киев. Наукова думка.
2. Звіт УкрНЦЕМ „Екологічні нормативи якості морського середовища”, К., 2008. – 15 с.
3. Кравчук А.О., Кравчук О.П. Новый принцип оптимальной оценки техногенных нарушений в морской среде.// Мінералогія в Одесі на межі тисячоліть. – Одеса: ОДУ.–2000. – С. 55-64
4. Кравчук А.О., И.Г.Золотарева, О.П.Кравчук та інші. О проблеме оперативного контроля состояния биокосных систем (северо-западный шельф Черного моря).// Екологічні проблеми Чорного моря: Зб. наукових ст. – Одеса: ОЦНТЕІ. –2001.- С. 118-123
5. Кравчук Г.О. Еколого-геохімічні аспекти сучасного осадконакопичення на шельфі Чорного моря.// Людина та довкілля. Проблеми неоекології. -Харків: ХНУ, 2012 - №3-4 – с.55-62
6. Острів Зміїний. Екосистема прибережних вод : монографія / В. А. Сминтина, В. І. Медінець та ін.; відп. ред. В. І. Медінець ; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. Одеса : Астропринт, 2008. XII, - 228 с.
7. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. – К, ”Наукова думка”, 2006.-701с.
8. Фесюнов О.Е. Геоэкология северо-западного шельфа Черного моря.// Одесса, "АстроПринт", 2000, стр. 48-55.
9. Янко В.В., Сулімов І.Н., Благодаров М.І. , Ларченков Є.П., Шикер В.Ю. О роли биогенного материала в донных осадках.// Тези доповідей всесоюзної школи «Біоседиментація у морях та океанах», Київ, 1983 - с.12-13.