НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК

КОНДАРЮК ТЕТЯНА ОЛЕГІВНА

УДК 563.12:551.89:551.462:551.351(262.5)

УМОВИ ОСАДКОУТВОРЕННЯ ТА ФАЦІАЛЬНІ ОБСТАНОВКИ НА МЕЖІ ПЛЕЙСТОЦЕНУ ТА ГОЛОЦЕНУ В ЧОРНОМУ МОРІ (ЗА ФОРАМІНІФЕРАМИ)

04.00.10 – Геологія океанів і морів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Київ – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі загальної, морської геології та палеонтології геолого-географічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Науковий керівник: доктор геолого-мінералогічних наук, професор
Янко Валентина Венедиктівна
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Завідувач кафедри загальної, морської геології та палеонтології.

Офіційні опоненти: доктор геологічних наук, старший науковий співробітник
Ольштинська Олександра Петрівна
Інститут геологічних наук НАН України,
завідувач відділу сучасного морського седиментогенезу

кандидат геологічних наук
Насєдкін Євген Ігорович
Президія НАН України, провідний науковий співробітник Сектору проблем навколишнього середовища Науково-організаційного відділу

Захист відбудеться «10» листопада 2020 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.162.04 Інституту геологічних наук НАН України за адресою: 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-Б

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту геологічних наук НАН України за адресою: 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-Б

Автореферат розісланий «9» жовтня 2020 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат геологічних наук Г.-Х. В. Клюшина

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Чорне море є стратотипічним регіоном, який відображає у своєму розвитку глобальні кліматичні зміни, льодовиково-міжльодовикову ритміку четвертинного часу Східно-Європейської рівнини, гірських територій та трансгресивно-регресивні події у Світовому океані. Питання стратиграфічної межі між плейстоценом і голоценом є одним з ключових для розробки єдиної стратиграфічної та палеографічної шкали четвертинних відкладів Північної Євразії (Яніна, 2012), тому є актуальним.

Вивчення пізнього плейстоцену – голоцену Чорноморського регіону почалося з кінця дев'ятнадцятого – початку двадцятого століття роботами М. І. Андрусова й було продовжено багатьма дослідниками. Усі автори одностайно відзначають наявність у розрізі кінця плейстоцену – голоцену новоевксинських і чорноморських відкладів, які відповідають двом великим етапам розвитку басейну. Розбіжності існують у сценаріях трансформації (поступовий, катастрофічний, зворотно-поступовий) новоевксинського басейну в сучасне Чорне море на межі плейстоцену та голоцену, а також солоності першого (прісноводний або солонуватоводний).

Актуальність і практичне значення цього питання підкреслюється значною кількістю міжнародних проектів. Деякі з них виконуються на кафедрі загальної та морської геології протягом останніх 20 років. До них відносяться: UNESCO-IGU-IGCP 521 «Black Sea-Mediterranean Corridor during last 30 ky: Sea level change and human adaptation», UNESCO-IGU-IGCP 610 «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary», INQUA 0501 «Caspian-Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: Sea-level change and human adaptive strategies», 1709 POCAS «Ponto-Caspian Stratigraphy and Geochronology (POCAS)» та ін. У цих проектах автор брав безпосередню участь зі студентських років.

Безперечно, що вивчення умов осадконакопичення та історії геологічного розвитку північно-західного шельфу Чорного моря є важливою складовою при пошуках та розвідці корисних копалин. Вони мають практичне значення, зокрема для розширення мінерально-сировинної бази України.

Актуальність зазначеної теми, відсутність єдиного розуміння подій на рубежі плейстоцену та голоцену в Чорному морі, спонукало автора запропонувати свій підхід до рішення. Він заснований на зміні мікрофауністичного (форамініфери) й фаціального складу донних відкладів шельфу Чорного моря на межі плейстоцену та голоцену.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі загальної, морської геології та палеонтології геолого-географічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Результати, покладені в основу роботи, отримані в рамках науково-дослідних тем і наукових програм, у тому числі

держбюджетних тем кафедри: тема 557 «Вивчити взаємодію між природою і людським суспільством у Північно-Західному Причорномор'ї протягом пізнього плейстоцену і голоцену» (2016 – 2018), (№ державної реєстрації – 0116U001496); та міжнародних науково-дослідних проектів: Ф 28.6/024 «Північно-Чорноморський регіон в умовах глобальних змін клімату: закономірності розвитку природного середовища за останні 20 тисяч років і прогноз на поточне сторіччя»; UNESCO-IGU-IGCP 521Ю 610, INQUA 0501, INQUAIFG 1709 POCAS, MAREAS «Black Sea Joint Regional Research Centre for Mitigation and Adaptation to the Global Changes Impact», EU Joint Operational Program «BLACKSEA 2007 – 2013», WAPCOAST «Water pollution prevention options for coastal zones and tourist areas: Application to the Danube Delta front area», the BLACK SEA ERA.NET – Pilot Joint Call «Networkingon Science and Technology in the Black Sea Region».

Мета й завдання дослідження. Мета роботи – визначити умови осадкоутворення та фаціальні обстановки на межі плейстоцену та голоцену в Чорному морі (за форамініферами).

Основні завдання, поставлені для досягнення мети:

1. Вивчити таксономічний склад, екологічні характеристики та морфологічні особливості черепашок сучасних видів бентосних форамініфер Чорного моря. Виділити сучасні комплекси бентосних форамініфер, побудувати латеральні ряди їх просторового розподілу й скорелювати їх зі змінами солоності та глибини шельфу Чорного моря.

2. Використати латеральні ряди сучасних бентосних форамініфер для екостратиграфічного розчленування розрізів донних відкладів та палеоекологічних реконструкцій північно-західного шельфу Чорного моря.

3. Реконструювати палеогеографічні обстановки й визначити фаціальні зміни на рубежі плейстоцену та голоцену за гранулометричними, літологічними та палеонтологічними даними.

4. Визначити характер трансформації пізньоновоевксинського басейну в сучасне Чорне море на межі плейстоцену та голоцену в різних фаціальних обстановках північно-західного шельфу.

Об'єкт – екостратиграфія верхньоплейстоценових і голоценових відкладів північно-західного шельфу Чорного моря та палеогеографічні реконструкції умов осадконакопичення.

Предмет дослідження – комплекси форамініфер, фаціальні обстановки та умови осадконакопичення на межі плейстоцену та голоцену на північно-західному шельфі Чорного моря.

Матеріал і методи дослідження. У ході мікропалеонтологічного дослідження вивчено 95 зразків поверхневих відкладів, відібраних дночерпачем та/або мультикорером і 92 зразки з 6 свердловин 5 шельфових зон Чорного моря (загалом 187 проб). Матеріалом для фаціального аналізу й побудови палеогеографічних карт слугувала база даних ПричорноморДРДП, що включає 7000 свердловин, пробурених на північно-західному шельфі в

діапазоні глибин до 1500 м з їхнім гранулометричним, літологічним та палеонтологічним описом.

Для мікропалеонтологічної складової досліджень було застосовано метод форамініферового аналізу. Лабораторну обробку зразків здійснено за методикою, описаною Янко (1989), Янко, Троїцькою (1987). Усі виявлені види/підвиди вивчені й сфотографовані в електронному сканівному мікроскопі (Cambridge Steroscan model from Cambridge Instruments, UK) в університеті Манітоби (Вінніпег, Канада). Особливу увагу приділено деформованим черепашкам. Колекція форамініфер зберігається в Палеонтологічному музеї Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (Одеса, Україна) за номером 3952. Для статистичної обробки використаний пакет програми Статистика 10. Для встановлення умов осадкоутворення та закономірностей їх зміни на межі плейстоцену й голоцену застосовано фаціальний аналіз та ГІС (програма MapInfo).

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Уперше проведена високороздільна комплексна зйомка латерального розподілу форамініфер у донних відкладах північно-західного шельфу Чорного моря, що прилягає до дельти Дунаю; уперше проведено порівняння отриманих результатів щодо екології форамініфер в районі, що прилягає до дельти Дунаю, з іншими районами Чорного моря.

2. Побудована уточнена модель латерального розподілу сучасних комплексів форамініфер, яку застосовано в якості палеоекологічної й екостратиграфічної шкали для реконструкції подій на границі плейстоцену та голоцену в Чорному морі.

3. Уперше на основі детальних фаціальних карт верхнього плейстоцену й нижнього голоцену, а також їх зіставлення, побудовано карту суперпозиції донних відкладів північно-західного шельфу Чорного моря.

4. Уперше встановлені умови переходу від пізнього плейстоцену (новоевксину) до голоцену в межах північно-західного шельфу Чорного моря за картою суперпозиції й комплексним використанням фаціального та форамініферового аналізів.

5. Уперше продемонстровано, що висновки про «катастрофічність» або «некатастрофічність» переходу від новоевксинського басейну в сучасне Чорне море залежать від місця відбору (внутрішній або зовнішній шельф) проб.

Практичне значення одержаних результатів. Результати, отримані при написанні дисертаційної роботи, дозволяють більш детально простежити особливості умов осадконакопичення на межі плейстоцену та голоцену. Складені оригінальні карти-схеми фаціальних умов кінця плейстоцену й початку голоцену та їх суперпозиції для північно-західного шельфу Чорного моря. Вони можуть бути використані під час подальших досліджень та прогнозуванні зміни рівня моря в майбутньому. Результати екостратиграфічного розчленування відкладів верхнього плейстоцену та нижнього голоцену порівняні із попередніми дослідженнями, доповнюють їх

та знаходяться в повному узгодженні. Вони можуть бути використані в складанні єдиної стратиграфичної й палеографічної схеми четвертичних відкладів Північної Євразії. Методичні розробки можуть бути використані при палеогеографічних реконструкціях в інших шельфових зонах Чорного моря.

Особистий внесок. Експедиційні роботи у двох рейсах (2012, 2013 рр.) на румунському НДС «MareNigrum» на румунській частині північно-західного шельфу Чорного моря за проектом WAPCOAST, відповідальний виконавець та керівник студентської групи учасників, обробка відібраного фактичного матеріалу, побудова схем розповсюдження форамініфер у розрізах донних відкладів, геологічних розрізів, фаціальних карт і карти суперпозиції, ідентифікація видів форамініфер та їх кількісна обробка, класифікація морфологічних деформацій черепашок форамініфер, побудова палеонтологічних таблиць.

Внесок здобувача в публікаціях охарактеризовано в списку опублікованих праць за темою дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 10 міжнародних та всеукраїнських конференціях: на шостій Міжнародній конференції ЕМММ – 2011, 19 – 21 вересня 2011 р., Москва, Росія, на першій – шостій міжнародних конференціях та польових роботах за пректом UNESCO – IUGS-IGCP 610 «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary», Тбілісі, Грузія, 12 – 19 жовтня 2013 р., Баку, Азербайджан, 12 – 20 жовтня 2014 р., Астрахань, Росія, 22 – 30 жовтня 2015 р., Балтімор, США, 1 – 4 листопаду, 2015 р., Тбілісі, Грузія, 2 – 9 жовтня 2016 р., Палермо, Італія, 1 – 9 жовтня 2017 р., Анталія, Туреччина, 14 – 21 жовтня 2018 р., на V та VI Міжнародному геологічному форумі «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво» («Геофорум-2018», «Геофорум-2019»), Одеса, Україна, 2018 р., 2019 р.

Результати роботи впроваджено під час навчального процесу в курсах «Історична геологія і палеонтологія», «Мікропалеонтологія», «Четвертинна стратиграфія та корисні копалини Чорного моря» для проведення лабораторних та практичних робіт студентам освітнього рівня «бакалавр».

Основні наукові результати дисертації відображено у 20 публікаціях: 4 статті опубліковані у фахових виданнях України, з них 2 – одноосібні; 1 в журналі, що індексується в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science; 1 стаття додатково відображає зміст дисертації, 14 публікацій у матеріалах та збірниках тез конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу**,** 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел зі 194 найменувань та двох додатків (палеонтологічні таблиці і список опублікованих праць за темою дисертації). Загальний обсяг роботи складає 160 сторінок. Дисертація містить 17 таблиць та 37 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність вибраної теми, показано в рамках яких проектів, планів і тем виконано роботу, сформульовані мета й завдання, зазначені методи досліджень, наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

У **першому** розділі «Сучасний стан досліджень трансформації Чорноморського басейну на рубежі плейстоцену і голоцену» на основі аналізу літературних джерел охарактеризовані основні риси тектонічної будови котловини Чорного моря й обрамлення, особливості стратиграфічного розчленування та літологічного складу верхньочетвертинних відкладів; узагальнені основні погляди на трансформацію новоевксинського басейну в сучасне Чорне море. Зроблено огляд вивченості форамініфер Чорного моря, розглянуті можливості використання форамініферового й фаціального аналізів для палеогеографічних реконструкцій на границі плейстоцену та голоцену в межах Чорного моря.

У **другому** розділі «Район робіт, фактичний матеріал і методи дослідження» наведений обсяг фактичного матеріалу, на основі якого виконане дисертаційне дослідження, показане розташування опрацьованих станцій відбору поверхневих проб і свердловин (рис. 1), охарактеризовані основні методи польових, лабораторних та аналітичних робіт, методи побудови фаціальних карт.

База даних для фаціального аналізу й побудови палеогеографічних карт, сформована автором із звітів виробничих організацій, загалом 7000 свердловин, пробурених на ділянці 1 в діапазоні глибин до 1500 м з їхнім гранулометричним, літологічним та палеонтологічним описом. Фактичний матеріал було отримано ПричорноморДРДП у ході регіональної геологічної зйомки та пошуково-розвідувальних робіт у період з 70-их років минулого століття до 2011 року.

Зразки отримані з борту українського НДС «Владимир Паршин» 2008 року, румунського НДС «Mare Nigrum» в 2012, 2013 роках, а також радянського НДС «Антарес» 1986 року й болгарського «Академік Л. Орбелі» 1979 року. Автор брав участь у рейсах НДС «Mare Nigrum», власноруч відбирав зразки та обробляв їх на борту судна.

Особлива увага приділялася деформованим черепашкам. Усі ідентифіковані таксони були систематизовані як такі, що належать до Protozoa (клас Sarcodina, підклас Foraminifera). Усі проби оброблено в мікропалеонтологічній лабораторії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Пробовідбір та лабораторна обробка зразків здійснювалась за методикою, описаною Янко (1989), Янко, Троицкая (1987). Розділ містить характеристику всіх етапів обробки.

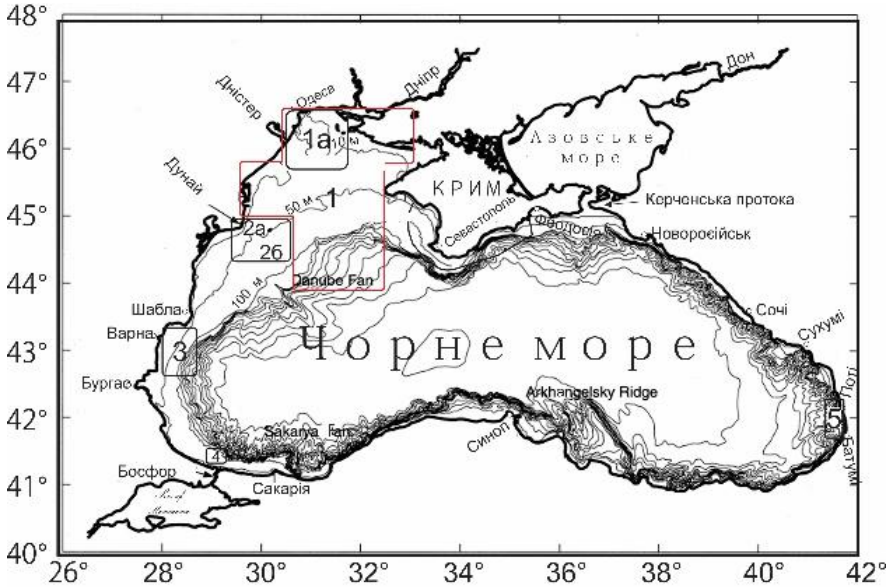

Рис.1. Район робіт. Ділянка: 1- «Північно-західна» червоний квадрат, 1а «Одеська»; 2 - «Придунайська»: 2а - «Придунайська – українська частина», 2б (еталонна) «Придунайська – румуньска частина», 3-«Болгарська», 4 – «Прибосфорська», 5 - «Грузинська».

У **третьому** розділі «Просторове поширення сучасних бентосних форамініфер в поверхневому шарі донних відкладів як індикатор зміни екологічних умов осадконакопичення на шельфі Чорного моря» наведена характеристика шельфових ділянок: північно-західний, західний, турецький, грузинський шельфи, виявлені закономірності розселення сучасних форамініфер, складені латеральні ряди їх комплексів на шельфі Чорного моря, а також результати дослідження деформацій черепашок форамініфер, як можливих індикаторів змін умов осадконакопичення на межі плейстоцену й голоцену.

ДІЛЯНКА 1а

На Ділянці 1а форамініфери досліджені в 27 місцях розташування у діапазоні глибин від -7 до -24 м; середня глибина 15,9 м. Солоність придонної води варіює між 16,13 і 18,4 psu; середня солоність становить 17,59 psu. Сучасний комплекс форамініфер включає 3 вида: *Ammonia compacta, Ammonia tepida, Elphidium caspicum azovicum*. Переважає *A. tepida* і *E. caspicum azovicum*. Останній має позитивну кореляцію з глибиною, тобто його чисельність має тенденцію збільшуватися з віддаленням від берега.

ДІЛЯНКА 2 «Придунайська»

На Ділянці 2а в 39 місцях розташування в діапазоні глибин від -1,7 до -27 м, солоність придонної води варіює між 0,12 і 18,2 psu; середня солоність становить 15 psu. Є позитивна кореляція між солоністю та глибиною моря. Ідентифіковано 5 видів форамініфер.

Існує позитивна кореляція кількості всіх знайдених видів форамініфер з глибиною моря, тобто їх кількість збільшується з віддаленням від берега.

Чисельність видів *A. tepida* і *E. caspicum azovicum* також позитивно корелює з солоністю.

Комплекс А включає два голевригалінних види *A. tepida* та *E. caspicum azovicum.* Він поширений на глибинах від -9 м до -27 м, середня солоність 17 psu. Кількість екземплярів *A. tepida* та *E. caspicum azovicum* збільшується з глибиною і солоністю.

Комплекс Б складений з двох стриктоевригалінних (*Canalifera parkerae, Nonion matagordanus*) та одного полигалінного (*A. compacta*) виду. Найбільша чисельність *A. compacta* відзначена на найглибшій станції 5 (-27 м), яка має найвищу для ділянки 2а солоність (18 psu).

У діапазоні глибин 0,2 – 7 м форамініфери відсутні. Але на таких глибинах вони були знайдені іншими дослідниками, наприклад, у затоці Мусура в дельті Дунаю (Samargiu, 2015). Згідно з Yanko-Hombach (2007) у самій дельті Дунаю на глибині 1 – 5 м за солоності >5 psu присутній Дунайський комплекс форамініфер, який включає види *Ammonia novoeuxinica* і *A. tepida.*

На Ділянці 2б наведено не лише характеристику комплексів форамініфер, а й їхню кореляцію з тринадцятьма параметрами придонного середовища з метою встановлення факторів, що впливають на розселення форамініфер (Yanko-Hombach et al., 2017). Ми розглядаємо цю ділянку як еталонну. Розподіл форамініфер вивчено в 16 місцях розташування. Інтервал глибин від -17,5 до -80 м, середня солоності 18 psu. Тут у залежності від глибини виділяються три кластери.

Кластер А включає найбільш мілководні станції MN103-9, MN103-10 і MN103-16, розташовані на глибинах 17,5 м – 24,6 м у тиловій частині авандельти Дунаю навпроти Сулинського (станції MN103-9 і MN103-10) й Георгієвського (станція MN103-16) гирл. Ці станції характеризуються найнижчою солоністю (17,8 – 18,0 psu) серед усіх вивчених на цій ділянці. Чисельність форамініфер тут сягає 11,123 – 15,616 екз / 50 г сухого осаду; Shannon-Wiener 0,38 – 1,47; кількість видів 3 – 4; загальна кількість видів на всіх станціях – 6, з них два мілководних голевригалінних види *A. tepida* і *E. caspicum azovicum* (відсотковий вміст сягає 60% і 35%, відповідно) є спільними для всіх станцій.

Кластер Б включає станції MN103-7, MN103-8 і MN103-18, розташовані в середній частині авандельти Дунаю на глибинах 33,6 – 46 м, де солоність становить 18,2 – 18,3 psu. Чисельність форамініфер тут менше, у порівнянні з кластером А, і варіює від 5540 до 10,368 єкз / 50 г сухого осаду. Кількість видів збільшується до восьми. Shannon-Wiener індекс зменшується до 0,19 – 1,21. Домінує відносно глибоководний полигалінний вид *A. compacta*, процентний вміст якого сягає 95,8%. У порівнянні з кластером А, процентний вміст видів *A. tepida* і *E. caspicum azovicum* різко зменшується, однак з'являються відносно глибоководні стриктоевригалінні *C. parkerae* і *N. matagordanus* (кожен до 7%), які разом з *A. compacta* широко поширені на внутрішньому шельфі Чорного моря, де солоність вище 18 psu (Yanko, 1990).

Кластер В включає станції MN103-1, MN103-2, MN103-3, MN103-4, MN103-5, MN103-6, MN103-13, MN103-14, MN103-15, MN103-17 і MN103-19, розташовані на зовнішньому шельфі в інтервалі глибин від 50,4 м до 80,0 м, за солоності 18,2 psu і 18,9 psu. Чисельність форамініфер варіює між 2519 і 13,348 екз / 50 г сухого осаду, кількість видів збільшується до 14, Shannon-Wiener індекс підвищується до 0,6 – 1,34. Кількість видів змінюється від 4 до 11, серед яких тільки один відносно глибоководний стриктоевригалінний вид *Ammonia ammoniformis*, найбільш широко поширений на зовнішньому шельфі Чорного моря (Янко, 1990; Yanko-Hombach, 2007), домінує на всіх станціях кластера В, сягаючи 80% на ст. MN103-13, розташованій на глибині 68,9 м. Тільки в цьому кластері з'являється шість видів із ряду Lagenida (*Entolingulina deplanata, Esosirinx jatzkoi, Fissurina lucida, Lagena. vulgaris, Laryngosigma williamsoni* і *Parafissurina dzemetinica*) із загальним вмістом до 69% на найглибшій станції MN103-3 (-80 м).

Усі ці види є полигалінними й глибоководними, поширеними на зовнішньому шельфі глибше ізобати 70,0 м за солоності > 18 psu (Yanko-Himbach, 2007). Отже, кожен кластер станцій містить вид з роду Ammonia як керівний (*A. tepida, A. compacta, A. ammoniformis* в кластерах А, Б, В, відповідно). Причому, *A. ammoniformis* зустрічається тільки в найбільш глибоководному кластері В.

Ділянка 3 «Болгарська»

На цій ділянці ми не мали особистого матеріалу стосовно розповсюдження сучасних форамініфер у поверхневих відкладах Чорного моря. Тому характеристика надається за даними (Янко, 1989). На глибинах 3 – 35 м за солоності 17 – 19 psu знайдено набагато більше видів форамініфер – 38 порівняно з 15 видами на Ділянці 2. Ядро комплексу складають *A. tepida* і *P. martcobi ponticus* (77%). Характерна особливість комплексу, що відрізняє його від комплексу кластера А – вкрай низький вміст *E. caspicum azovicum* .

На глибинах 36 – 50 м за солоності 19 psu відбувається значна перебудова комплексу. Загальна кількість видів 41. Ядро його складають домінантні широко поширені *A. compacta, N. matagordanus*. Характерна особливість комплексу – наявність *E. ponticum* і *C. parkerae* у складі акцесорних видів.

На глибині більше 70 м за солоності 20 – 21 psu виявлено 34 види. Подібно кластеру В ділянки 2а, комплекс характеризується розповсюдженням *A. ammoniformis* та представників родів Fissurina та Lagena.

У цілому, комплекси форамініфер різноманітніші за комплекси ділянок 1 і 2. Складно визначити, в чому є причина такої відмінності в кількості видів ділянки 3 порівняно з ділянками 1 і 2. Це може бути пов’язано з відсутністю значного впливу річкового стоку на ділянці 3 «Болгарська». Дані по цій ділянці відносяться до 1979 р, тобто були отримані 40 років тому, коли екологічна ситуація в морі могла бути іншою. Важливо, що тренд зміни видів з віддаленням від берега нагадує такий на ділянці 2б «Придунайська», тобто

має місце зміна голевригалінних видів на стрикто- і полигалінні види в міру збільшення глибини та підвищення солоності моря.

Ділянка 4 «Прибосфорська»

На цій ділянці ми також не мали особистого матеріалу стосовно розповсюдження сучасних форамініфер у поверхневих відкладах Чорного моря. Тому характеристика надається за даними (Янко, 1989). На глибинах 100 – 120 м за солоності 26,2 psu виявлено 79 видів форамініфер. Ядро комплексу складають *A. ammoniformis, A. compacta* (60,3%), група легенід (13%). Акцесорна група таксономічно надзвичайно різноманітна. Уперше з'являються 27 видів форамініфер, більша частина яких зустрічається у морях Середземномор'я. Представники рядів Lagenida і Buliminida максимально різноманітні.

Ділянка 5 «Грузинська»

На Ділянці 5 форамініфери досліджені в 11 місцях розташування в діапазоні глибин від -23 до -82 м. Солоність придонної води на станціях варіює від 17,9 до 20,7 psu. Середня солоність 18,8 psu. Усього знайдено 8 видів форамініфер; їх кількість збільшується з глибиною та солоністю води від 3 до 8 видів. До глибини 30 м домінують *A. tepida*. Зустрічається також *Cribroelphidium poeyanum, Eggerella scabra, Quinqueloculina seminulum;* два останні відсутні на ділянці 2. У діапазоні 31 – 70 м домінує *A. compacta* (подібно кластеру Б ділянці 2а). На станції, розташованій на глибіні 82 м склад комплексу змінюється. Домінантним стає *A. ammoniformis,* присутні також представники родів Fissurina, Lagena та Esosyrinx (подібно кластеру В ділянці 2а). Отже, глибини та солоність моря є головними факторами зміни комплексів форамініфер, хоча низка інших факторів також впливає на розподіл форамініфер, як було показано на еталонній ділянці 2б. Характерною особливістю для всіх комплексів є чергування видів з роду Ammonia, тобто *A. tepida – A. compacta – A.* ammoniformis та поява видів з ряду Lagenida зі збільшенням глибини басейну.

Отже, розподіл кількісних і якісних (таксономічних) характеристик форамініфер, які є виключно морськими організмами (на відміну від остракод, наприклад), на шельфі Чорного моря визначається трьома чинниками, головний з яких глибина басейну, яка проявляться опосередковано, у першу чергу, через вплив солоності придонної води. Низька видова різноманітність форамініфер характерна для районів моря зі зниженою солоністю. Збільшення кількості видів зі збільшенням глибини й солоності свідчить на користь її сприятливої дії на морські екосистеми. Загалом, комплекси форамініфер у їх якісних і кількісних характеристиках показують себе надійними індикаторами коливань глибини й солоності моря в режимі реального масштабу часу.

Виявлені закономірності розселення сучасних форамініфер дозволили скласти латеральні ряди їх комплексів на шельфі Чорного моря.

Латеральні ряди комплексів є індикаторами певної фаціальної обстановки седиментогенезу та можуть бути використані для

екостратиграфії. Розподіл комплексів обумовлений впливом контролюючих факторів – солоності й глибини басейну, це є результатом міграції нижчих таксонів форамініфер в наслідок зміни умов середовища (Янко, 1989).

Латеральні ряди можливо розділити на три групи комплексів: мілководну, відносно глибоководну та глибоководну.

Мілководна група включає Дунайський, Придунайський-1, Одеський, Придунайський-3, Грузинський-1, Болгарський-1 комплекси форамініфер, розповсюджені до глибини моря 35 м і солоності >18 psu. Домінантними видами в комплексі є голевригалінні *A. novoeuxinica, A. tepida* (дельта Дунаю, глибина моря >7 м, солоність > 5 psu), *A. tepida, E. caspicum azovicum* (тилова частина авандельти Дунаю, глибина моря >35 м, солоність >18 psu). У нашому матеріалі немає даних щодо форамініферових комплексів в діапазоні солоності 5 – 18 psu, але такі дані щодо лиманів північно-західного Причорномор'я наводить Янко (1989). Згідно до цих джерел тут домінантну роль відіграють голевригалінні *A. novoeuxinica, A. tepida, H. anglica,* а серед акцесорних завжди присутній *E. caspicum azovicum.*

Відносно глибоководна група включає Придунайський-2, Придунайський-4, Грузинський-2 і Болгарський-2 комплекси форамініфер, розповсюджені на глибині моря 33 – 70 м і солоності 18,2 – 18,6 psu. Домінантними видами в комплексі є полигалінний *A. compacta* і стриктоевригалінний *N. matagordanus*, акцесорними – голевригалінні *A. tepida, Q. seminulum*, стриктоевригалінні *C. parkerae, N. matagordanus, C. poeyanum* та полигалінний *Eg. scabra.*

Глибоководна група включає Придунайський-5, Грузинський-3, Болгарський-3 та Прибосфорський комплекси форамініфер, розповсюджені на глибині моря 70 – 220 м і солоності 19 – 26,2 psu. Домінантними видами в комплексі є стриктоевригалінний *A. ammoniformis* та полигалінні види рядів Lagenida (роди Lagena, Fissurina, Parafissurina, Esosyrinx), Buliminida (роди Bulimina, Bolivina) середземноморського походження.

Виділені автором латеральні ряди комплексів форамініфер дозволили деталізувати та розширити їхній список, наведений у роботі Yanko-Hombach (2007) для діапазону глибин моря 0,2 – 82 м і солоності >5 до 18,6 psu. Це має особливе значення для реконструкції подій, які мали місце на рубежі плейстоцену й голоцену.

У **четвертому** розділі «Поширення форамініфер у типових колонках та свердловинах, екостратиграфія та реконструкція змін солоності та глибини моря на рубежі плейстоцену і голоцену» наведені результати мікропалеонтологічного дослідження колонок і свердловин різних шельфових ділянок Чорного моря.

За основу стратиграфічних побудов автором прийнята екостратиграфічна схема пізнього плейстоцену-голоцену Понто-Каспія, розроблена (Янко, 1989; Yanko-Hombach et al., 2017) за форамініферами.

Застосована автором екостратиграфічна техніка базується, в основному, на чергуванні латеральних рядів сучасних комплексів

форамініфер і їх екологічних характеристик у геологічних розрізах. Збільшення числа середземноморських іммігрантів, особливо стриктоевригалінних і полигалінних різновидів, у стратифікованих відкладах вказує на збільшення впливу Середземного моря на рівень Чорного моря, а також його солоність і навпаки. Їх відсутність вказує на відсутність зв'язку Чорного моря зі Середземним і подальше опріснення, на яке вказують олигогалінні види каспійського генезису. Цей висновок ґрунтується на загальноприйнятих спостереженнях, що форамініфери – морські організми, погано адаптовані до умов прісної води.

У відповідності до головної мети, основний акцент зроблений на трансформацію басейну на межі плейстоцену та голоцену. Опис типових колонок та свердловин наводиться по ділянках.

Морські відклади верхнього новоевксину характеризуються наявністю типових комплексів молюсків та форамініфер і не вміщують середземноморські елементи. Значна роль належить каспійським представникам. Серед молюсків домінують *Dreissena polymorpha* (зазвичай переважають) і *D. rostriformis* на внутрішньому й зовнішньому шельфі відповідно. Так само рясні й інші види каспійських молюсків (*Didacna caspia, Monodacna caspia, Adacna vitrea* та ін.). Комплекси форамініфер одноманітні, домінують каспійські олигогалінні види *Mayerella brotzkajae* і *Elphidium caspicum* і голевригалінний чорноморський ендемік *Ammonia novoeuxinica.*

Мікрофауністичний аналіз досліджених колонок і свердловин показує три основні середовища осадконакопичення: солонуватоводне в новоевксині, напівморське в ранньому голоцені та морське в пізньому голоцені. Суміш стриктоевригалінних і полигалінних середземноморських видів форамініфер, з олигогалінними свідчить про нестабільний характер гідрологічного режиму басейну на початку голоцену. Він міг бути солонуватим з періодичними зливами води більшої солоності протягом штормів.

У **п’ятому** розділі «Просторове поширення фацій та побудова палеогеографічних карт» представлені результати побудови й аналізу фаціальних карт верхнього плейстоцену, нижнього голоцену та їх суперпозиції.

Карта покрівлі верхнього плейстоцену (рис. 2) показує області поширення морських і континентальних фацій (кольором), а також різних генетичних типів відкладів (крапом). За часом вона відповідає кінцю пізнього неоплейстоцену (верхній новоевксин, 10 – 9,8 тис. років).

Морська фаціальна зона представлена пісками, алевритами, мулами, глинами, черепашниками, вапняками. Склад континентальної фаціальної зони – піски, алеврити, мули, глини, черепашники, вапняки. Найбільш поширені в морських фаціях (в порядку зменшення площі поширення) відклади пісків, глин, мулів. Поля пісків і глин поширення, витягнуті з північного-сходу на південний-захід, мають уздовжбереговий напрямок. Піски в основному теригенні й грубозернисті. Алеврити, черепашники й вапняки розташовані невеликими «плямами». Біогенне

карбонатонакопичення в цей час було незначним, через що черепашники не набули істотного поширення.

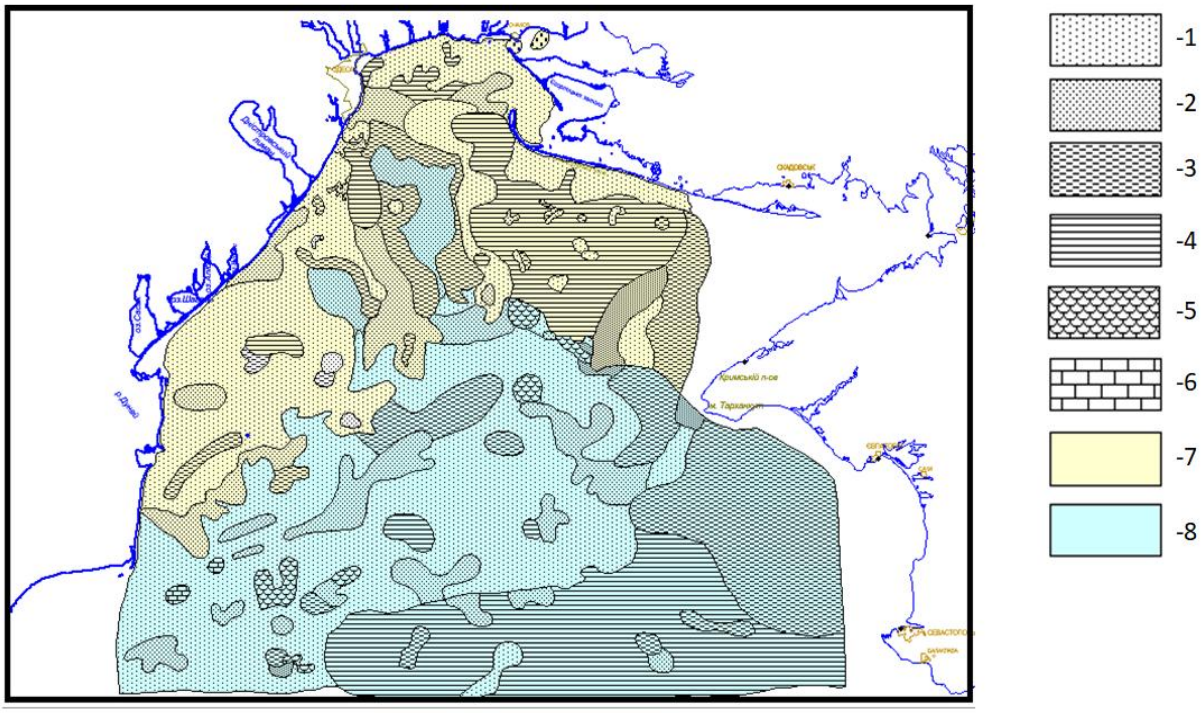

Рис. 2 Карта фаціальних умов покрівлі верхнього плейстоцену північно-західного шельфу Чорного моря.

Умовні позначення: 1 – пісок, 2 – алеврит, 3 – мул, 4 – глина, 5 – черепашник, 6 – вапняк, 7 – континентальні фаціальні обстановки, 8 – морські фаціальні обстановки.

Автор – Кондарюк Т. О.

У континентальних фаціях за площею переважають піски, меншою мірою глини. Піски більше поширені на заході, а глини – на сході. Поля алевритів і мулів розташовані хаотично та «плямами».

Перехідні фації лиманів представлені в основному теригенними пісками.

Карта підошви нижнього голоцену (рис. 3) за часом відповідає 9,8 (Шикмус, 1977) – 9,5 тис. років (Янко, Троицкая, 1987).

У морській фаціальній зоні змінилися тенденції складу й поширення відкладів. Почали переважати мули й черепашники. Площа полів пісків значно скоротилася. На півночі сформувалося поле сапропелей, що, можливо, пов'язано з проникненням солоних середземноморських вод і відмиранням організмів.

Континентальна фаціальна зона поширена локально невеликими ділянками, в основному, на півночі та сході. Представлена мулами, пісками й торфом. Вік торфів 10 тис років (10600 - 9900 років тому (Кинд, 1976), 10130 (Балабанов,1981), 9580 (Янко, Троицкая, 1987). Максимальна глибина залягання торфу не перевищує 50 м (Yanko-Hombach, 2007).

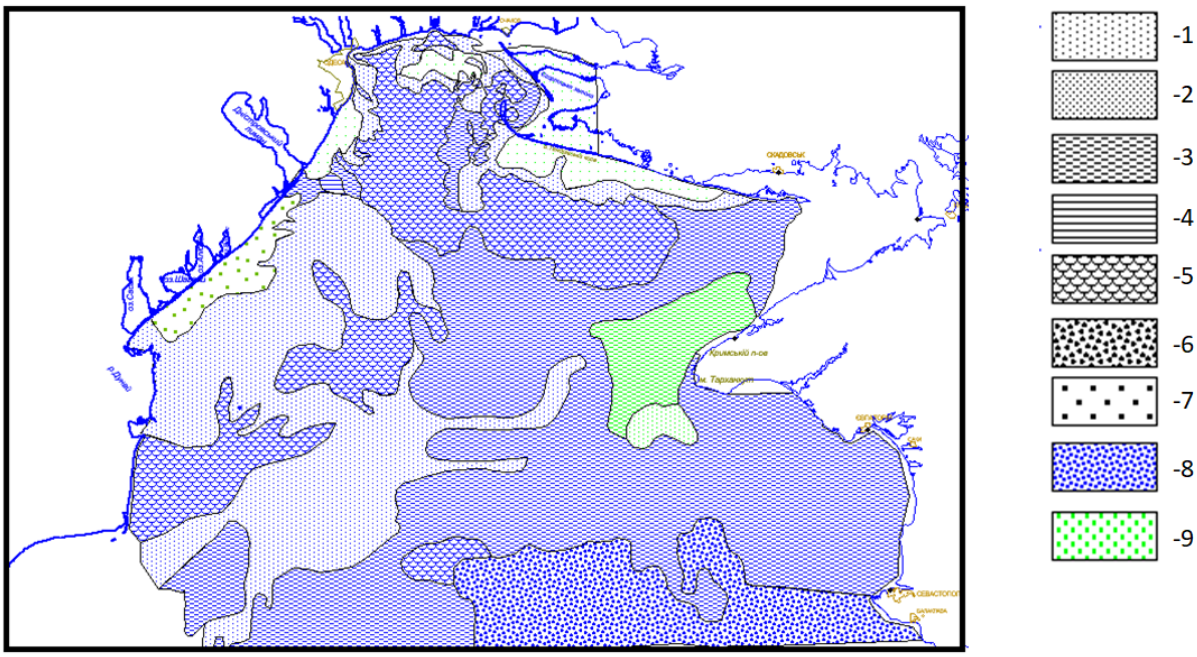

Рис. 3 Карта фаціальних умов підошви нижнього голоцену північно-західного шельфу Чорного моря.

Умовні позначення: 1 – пісок, 2 – алеврит, 3 – мул, 4 – черепашник, 5 – черепашник, 6 – сапропель, 7 – торф, 8 – морські фаціальні зони, 9 – континентальні фаціальні умови.

Автор – Кондарюк Т. О.

Для побудови карти суперпозиції верхнього плейстоцену та раннього голоцену північно-західного шельфу Чорного моря використано принцип Стенона (суперпозиції). Дотримуючись його, ми переводимо просторові взаємини геологічних тіл в часові ("раніше ніж", "пізніше ніж") й виділяємо стратиграфічні підрозділи (Черных, 2015).

Суперпозицію можна розглядати, як переміну одних порід іншими. Важливим є саме тип переходу. У цьому випадку в поняття суперпозиції ми вкладаємо характеристику типу переходу від древніших нижчезалягаючих верхньоплейстоценових порід до молодших вищезалягаючих нижньоголоценових.

На карті суперпозиції (рис. 4) простежуються наступні закономірності. У межах північно-західного шельфу Чорного моря можна виділити деякі області, де в рамках розглянутого інтервалу часу відбулася зміна умов накопичення відкладів від континентальних пізньоплейстоценових до морських ранньоголоценових.

Такий характер зміни умов накопичення відкладів дійсно можна вважати значною якісною зміною і для даної ділянки з певною часткою впевненості можна визначати, як катастрофічне. Однак, у межах того ж шельфу можна виявити досить великі області де морські умови накопичення відкладів у пізньому плейстоцені змінилися морськими ж умовами в ранньому голоцені.

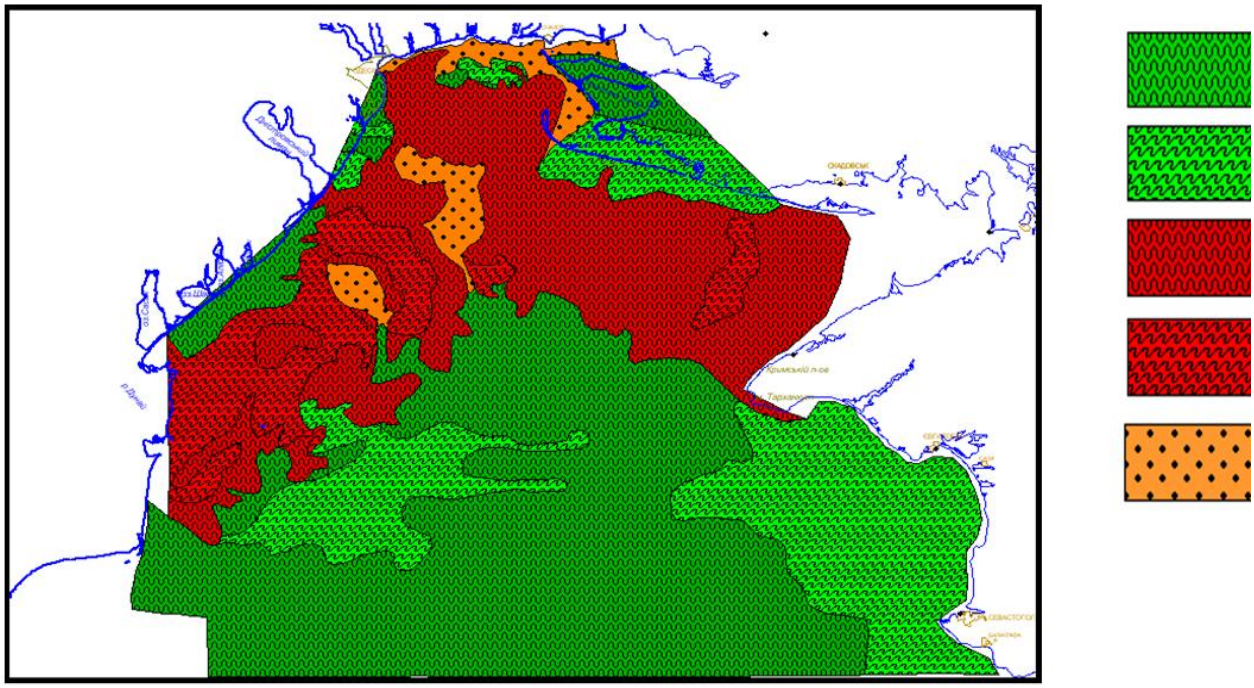

Рис. 4 Карта суперпозиції фаціальних умов покрівлі верхнього плейстоцену і підошви нижнього голоцену в межах північно-західного шельфу Чорного моря.

Умовні позначення, характер та ступінь змін фаціальних умов: 1 – море/море, без зміни літологічного складу, 2 – море/море, зі зміною літологічного складу, 3 – суша/море, без зміни літологічного складу, 4 – суша/море, зі зміною літологічного складу, 5 – перехідні зони, в минулому лимани.

Автор – Кондарюк Т. О.

Аналогічні зміни простежуються й для континентальних фацій — у межах сучасного північно-західного шельфу можна виділити досить великі області, які в пізньому плейстоцені й у ранньому голоцені були ще на суші і в даний інтервал часу залишалися вище рівня моря.

У **шостому** розділі «Реконструкція змін умов осадкоутворення на межі плейстоцену та голоцену в Чорному морі на підставі фаціального та форамініферового аналізів» представлені отримані на підставі досліджень висновки стосовно ходу голоценової чорномрської трансгресії.

Голоценова Середземноморська трансгресія розпочалася між 9,8 тис. і 9,5 тис. років тому, коли рівень новоевксиньского басейну й солоність були близько -42 м і 7 psu, відповідно. Перехід від пізнього плейстоцену до раннього голоцену в межах північно-західного шельфу Чорного моря ознаменувався зміною рівня моря з відміток приблизно -40 – (-37) м нижче сучасного рівня моря для пізнього плейстоцену до відміток -22 – (-20) м для раннього голоцену. Однак, найбільш важливою подією для цього інтервалу часу є відновлення водного контакту між Чорним і Мармуровим морем. Це з'єднання виразилося не тільки в зміні рівня моря, але й привело до зміни солоності морської води, що, у свою чергу, викликало значні зміни в характері накопичення відкладів, а також у видовому складі морської біоти.

Солоність новоевксинського басейну. Форамініфери не пристосовані до життя в прісному середовищі. Як правило, межа між солонуватим і прісноводним місцем існування відзначається за їх зникнення, за винятком аллогроміїд з органогенними стінками, яких в дослідженому матеріалі не виявлено. З цієї причини наявність відносно різноманітних вапнякових форамініфер вказує, що новоевксинський басейн не міг бути прісноводним, а був солонуватоводним. Його солоність коливалася від 7 – 8 psu в ранньому до 12 psu в пізньому новоевксині. Підвищення солоності відбувалося шляхом каспійської трансгресії, яка мала місце в районі 14 000 років тому (Yanko-Hombach et al., 2014).

Трансформація новоевксинського басейну в Чорне море. Якби не було припливу з Середземного моря до 7,2 ka BP або 8,4 ka BP (Ryan et al., 1997, 2003) (відповідно із першим і другим сценаріями катастрофічного затоплення Чорного моря), ніякі середземноморські іммігранти не могли б бути присутніми у відкладах древніше, ніж 8,4 ka BP. Однак, як показують наші результати та дослідження інших авторів (Yanko-Hombach et al., 2014), середземноморські іммігранти присутні у відкладах близько 10 ka BP. Якби колонізація новоевксинського басейну середземноморськими іммігрантами була б катастрофічною або швидкою, спостерігалося б різке збільшення видів форамініфер, остракод і молюсків. Однак їх різноманітність і чисельність підвищується поступово, а не стрибкоподібно.

У межах північно-західного шельфу Чорного моря можна виявити області де в даний інтервал часу відбулися значні якісні зміни умов накопичення відкладів, що проявилися в різкій зміні фаціальних обстановок з континентальних у пізньому плейстоцені на морські в ранньому голоцені. Такі зміни дійсно можуть бути визначені як катастрофічні для цих областей. Однак, слід зазначити, що ці області мають досить обмежену площу розповсюдження в певному інтервалі глибин. Окремо виділяються області, де фаціальні зміни були пов'язані з формуванням лиманів у заплавних частинах річок або з затопленням лиманів морем. Даний проміжний тип зміни фаціальних обстановок так само має місце.

Найбільші площі в межах північно-західного шельфу Чорного моря займають області, де фаціальні обстановки змінилися слабо або зовсім не змінилися в рамках розглянутого інтервалу часу. Морські фації пізнього плейстоцену змінювалися морськими ж фаціями раннього голоцену тільки з переважанням черепашково-детритового матеріалу вже середземноморського типу фауни, а також, з підвищеною кількістю пелітових компонентів відкладів.

Особливе місце займають досить глибоководні області крайової частини шельфу й початку континентального схилу, де на зміну мулам верхнього плейстоцену прийшли фації сапропелей раннього голоцену. Крім цього, зберігалися значні за площею області, які в рамках розглянутого часу залишалися сушею.

Границя між пізнім неоплейстоценом і раннім голоценом чітко маркується за появою перших середземноморських іммігрантів серед фауни. Це вказує на початок середземноморської трансгресії (Yanko-Hombach et al.,2014, 2019). Склад середземноморської фауни, яка проникла в Чорне море та послідовність її появи вказують на те, що солоність моря підвищувалася поступово й безперервно.

Висновки

На основі аналізу фактичного матеріалу та виконання поставлених задач проведена робота дозволяє зробити наступні висновки:

1. Вивчений таксономічний склад, екологічні характеристики та морфологічні особливості черепашок сучасних видів бентосних форамініфер Чорного моря. Особливу увагу приділено сучасним форамініферам ділянки Чорного моря, прилеглої до дельти Дунаю, де вони представлені 15 видами з 7 родин, 14 родів; та 4 видами викопних форамініфер з 3 родів у новоевксинських відкладах. За екологічними характеристиками вони поділени на олигогалінні, голевригалінні, стриктоевригалінні та полигалінні види.

Сучасні комплекси складають латеральні ряди бентосних форамініфер. Їх характерною особливістю є чергування видів з роду Ammonia, тобто *A. tepida* - *A. compacta* - *A. ammoniformis*, а також збільшення видів, у тому числі з ряду Lagenida зі збільшенням глибини та солоності Чорного моря.

Певні типи морфологічних деформацій черепашок форамініфер *A. tepida* та *E. caspicum azovicum* можуть бути використані як додатковий критерій визначення стресу, викликаного зміною глибини та солоності басейну.

2. Чергування латеральних рядів форамініфер у геологічних розрізах дозволило: а) провести екостратиграфічне розчленування розрізів, б) відбити границю плейстоцену та голоцену, в) реконструювати палеоекологічні умови (зокрема глибину та солоність) осадконакопичення на північно-західному шельфі Чорного моря на межі плейстоцену й голоцену, г) ідентифікувати три основні типи середовища осадконакопичення: солонуватоводне в новоевксині, напівморське в ранньому голоцені та морське в пізньому голоцені.

3. За фаціальними картами, побудованими автором, реконструйовані палеогеографічні обстановки та визначені фаціальні зміни на рубежі плейстоцену та голоцену в межах північно-західного шельфу Чорного моря. У певному інтервалі глибин у рамках розглянутого інтервалу часу виділені області: (а) зі значними якісними змінами умов осадконакопичення, що виражені в різкій зміні фаціальних обстановок з континентальних у пізньому плейстоцені на морські в ранньому голоцені; такі зміни можуть бути визначені як катастрофічні, однак, області їх розповсюдження досить обмежені по площі; (б) області зі слабими змінами або зовсім без них, що найбільш поширені: (в) області, де зміни фаціальних обстановок мають проміжний характер і пов’язані з формуванням лиманів.

4. Характер трансформації пізньоновоевксинського басейну в сучасне Чорне море на межі плейстоцену та голоцену кардинально відрізняється в залежності від місця отримання фактичного матеріалу – внутрішній або зовнішній шельф. На зовнішньому шельфі в обмеженому інтервалі глибин складається враження, що зміна обстановок осадконакопичення була катастрофічно швидкою, а на внутрішньому шельфі – поступовою або зворотно-поступальною (осциляційною). Так виявляється, що автори трьох гіпотез (катастрофічна, поступова, осциляційна) можуть бути однаково праві.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в журналах, цитовані в Scopus та WoS

1. Yanko-Hombach, V., **Kondariuk, T.**, Motnenko, I. Benthic foraminifera indicate environmental stress from river discharge to marine ecosystems: example from the Black sea. Journal of Foraminiferal Research. 2017. Vol. 47. Issue 1. P. 70–92. https://doi.org/10.2113/gsjfr.47.1.70 *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків та інтерпретація деяких результатів.*

Статті в наукових фахових виданнях України

1. **Кондарюк Т.** Морфологические деформации раковин бентосных фораминифер как индикатор стресса морской среды под воздействием пресного стока. *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки.* 2018. Т. 23. Вип. 2. С.134-152. DOI: 10.18524/2303-9914.2018.2(33).146654

2. **Кондарюк Т. О.** Трансформация Новоэвксинского озера в Черное море на границе неоплейстоцена и голоцена по палеонтологическим данным. *Вісник ОНУ, Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2019. Т. 24. Вип. 2. С. 130-144. DOI: 10.18524/2303-9914.2019.2(35).183737.

3. Янко В. В., **Кондарюк Т. О.** Origin and taxonomy of the Neopleistocene-Holocene Ponto-Caspian benthic foraminifera. *Геологічний журнал*. 2020. №1. С. 17-33. DOI: 10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196975. *Особистий внесок – зіставлення сучасних форамініфер Чорного, Каспійського та Середземного морів.*

4. Янко В. В., **Кондарюк Т. О.**, Кадурін С. В. Історія геологічного розвитку північно-західного шельфу Чорного моря в пізньому неоплейстоцена-голоцені *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. 2019. Т.12. С. 123-136. DOI: https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2019.185756 *Особистий внесок - форамініферовий аналіз зразків, вивчення їх таксономічного складу та кількісного розподілу в геологічних розрізах.*

Статті в матеріалах конференцій, цитовані в Scopus

1. **Kondariuk T.**, Yanko, V., Kovalyshina, S. P. Foraminifera as indicators of environmental stress in marine ecosystems: new evidence from the Romanian and Ukrainian Black Sea shelf. *Abstracts of the GSA Annual Meeting* (Baltimore, Maryland, 1-4 November 2015). 2015. Baltimore, Maryland. USA. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків та інтерпретація деяких результатів.*

Матеріали і тези конференцій

1. Анкиндинова О. В., **Кондарюк Т. О.** Условия осадконакопления Румынской части взморья р. Дунай. *Сборник материалов международной научно-практической конференции «Природная среда Черноморского региона за последние 30 тысяч лет: от прошлого к прогнозированию будущего»*. Одесса, 30 января - 1 февраля 2013 г. Одесса. Украина. С. 5-11. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків та інтерпретація результатів по форамініферах.*

2. **Kondariuk T.** Paleoenvironmental reconstruction at the Pleistocene-holocene boundary in the Black sea based upon benthic foraminifera. *Proceedings of the Fifth Plenary Conference IGCP: "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary".* (Palermo, 1-9 October 2017). Palermo. Italy. P. 98-102.

3. **Kondariuk T.,** Mudryk I. On the question of the Pleistocene-Holocene boundary on the northwestern shelf of the Black Sea based on micropaleontological data. Proceedings of UNESCO - IUGS – IGCP 610 and INQUA IFG POCAS Joint Plenary Conference and Field Trip (Antalya October 14-21, 2018). Antalya. Turkey. P. 88–93. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропаллеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків та інтерпретація результатів по форамініферах.*

4. Yanko, V., **Kondariuk T.**, Kovalyshina, S. P. Environmental stress in the Danube delta front (Black Sea) identified from benthic foraminifera. *Proceedings of IGCP 610 Third Plenary Conference and Field Trip: "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary"*. (Astrakhan, 22-30 October 2015). Astrakhan. Russia. P. 197-200. *Особистий внесок – пробовідбір*

матеріалу для мікропалеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків.

5. Yanko V., **Kondariuk T.**, Kovalyshina S. P. 2015. Environmental stress in the Danube delta front (Black sea) identified from benthic foraminifera. Proceedings of the Third Plenary Conference IGCP: «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary», 22 – 30 September, Astrakhan, Russia, pp. 193 – 196. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічного дослідження, форамініферовий аналіз зразків.*

6. Yanko, V., **Kondariuk, T.**, Likhodedova, O.G. Foraminifera as indicators of environmental stress: New evidence from the Romanian shelf. *Proceedings of First Plenary Meeting and Field Trip ща UNESCO - IUGS - IGCP 610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary*". (Tbilisi, 12-19 October 2013). 2013. Tbilisi. Georgia. P. 159-166. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічного дослідження, форамініферовий аналіз зразків.*

7. Yanko V., Kovalyshina S. P., **Kondariuk T. O.** Foraminifera as indicators of environmental stress in marine ecosystems: new evidence from the Romanian and Ukrainian (Black sea) shelf, Proceedings of the Fourth Plenary Conference IGCP: "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary", 2-9 October 2016, Tbilisi, Georgia, pp. 207-212. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічного дослідження, форамініферовий аналіз зразків.*

8. Yanko, V., Motnenko, I, Kulakova, I., Likhodedova, O., Kovalyshina, S., **Kondariuk, T.** Response of meiobenthos to methane emissions in the Black Sea. Proceedings of the 6th International Conference EMMM-2011. (Moscow, 19-21 September 2011). Moscow. Russia, P. 322-325. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропалеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків.*

9. Yanko, V., Motnenko, I., **Kondariuk, T.** 2011. Proceedings of the 6th International Conference EMMM-2011. (Moscow, 19-21 September 2011). Moscow. Russia, P. 317-321. *Особистий внесок – форамініферовий аналіз зразків.*

10. Yanko, V., Shnyukov, E.F., **Kondariuk, T.,** et al. Geological influences on methane emissions of the Black Sea floor and the impact of emissions on meiobenthos. *Abstracts of the 3d International Symposium on Geology of*

the Black Sea Region. (Bucharest, 1-10 October 2011). 2011. Bucharest, Romania. Supplement to GEO-ECO-MARINA No 17/2011. P. 203-205. *Особистий внесок – форамініферовий аналіз зразків.*

11. **Кондарюк Т.,** Овсяникова А. Гелогическая обусловленность формирования памятников археологии на побережье Тузловских лиманов. Людина та її слід. *Природа і комунікація. До 50-річчя Олега Валентиновича Тубольцева*. Київ : Академперіодика. 2017. Р. 98-107 *Особистий внесок – збір, підготовка та інтерпретація матеріалу (геологічна складова).*

12. **Кондарюк Т.**, Эволюция солености черноморского бассейна на границе позднего плейстоцена-голоцена по палеонтологическим данным // Материали VI Міжнародного геологічного форума «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво» («Геофорум-2018»), Одеса, 17 – 22 червня 2019 р. – 2019. – С. 113 – 115.

13. Янко В. В., **Кондарюк Т. О**., Лиходедова О. Г., Мотненко И. В. Оценка влияния речного стока на морские донные экосистемы по бентосным фораминиферам и литологии донных осадков // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2014. – №4. – С. 91 – 117. *Особистий внесок – пробовідбір матеріалу для мікропаллеонтологічних та гранулометричних досліджень, форамініферовий аналіз зразків.*

14. Янко В. В., Кравчук Г. О., **Кондарюк Т. О.**, Мудрик І. С. Основні напрямки мікропалеонтологічних досліджень в Одеському національному університеті імені І.І. Мечникова // Матеріали V Міжнародного геологічного форуму «Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво» («Геофорум-2018»), Одеса, 18 – 23 червня 2018 р. – 2018. – С. 351 – 353. *Особистий внесок – робота із архівними матеріалами.*

АНОТАЦІЯ

Кондарюк Т. О. Умови осадкоутворення та фаціальні обстановки на межі плейстоцену та голоцену в Чорному морі (за форамініферами). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.10 – геологія океанів і морів. Інститут геологічних наук НАН України, Київ, 2020.

Вивчення пізнього плейстоцену – голоцену Чорноморського регіону почалося з кінця дев'ятнадцятого – початку двадцятого століття роботами

М. І. Андрусова і було продовжено багатьма дослідниками. Усі автори одностайно відзначають наявність в розрізі кінця плейстоцену – голоцену новоевксинських і чорноморських відкладів, які відповідають двом великим етапам розвитку басейну. Розбіжності існують у сценаріях трансформації (поступовий, катастрофічний, зворотно-поступовий) новоевксинського басейну в сучасне Чорне море на межі плейстоцену та голоцену та солоності першого (прісноводний або солонуватоводний). Мета роботи – визначити умови осадкоутворення та фаціальні обстановки на межі плейстоцену та голоцену в Чорному морі (за форамініферами).

Вивчений таксономічний склад, екологічні характеристики та морфологічні особливості черепашок сучасних видів бентосних форамініфер Чорного моря. Сучасні комплекси складають латеральні ряди бентосних форамініфер. Їх характерною особливістю є чергування видів з роду Ammonia, тобто *A. tepida – A. compacta – A. ammoniformis.* Чергування латеральних рядів форамініфер в геологічних розрізах дозволило провести екостратиграфічне розчленування розрізів, реконструювати палеоекологічні умови осадконакопичення на північно-західному шельфі Чорного моря на межі плейстоцену і голоцену. За фаціальними картами, побудованими автором, реконструйовані палеогеографічні обстановки та визначені фаціальні зміни на рубежі плейстоцену та голоцену в межах північно-західного шельфу Чорного моря. Характер трансформації пізньоновоевксинського басейну в сучасне Чорне море на межі плейстоцену та голоцену кардинально відрізняється в залежності від місця отримання фактичного матеріалу – внутрішній або зовнішній шельф.

Ключові слова: Чорне море, морська геологія, голоцен, пізній плейстоцен, фаціальний аналіз, палеогеографія, форамініфери.

АННОТАЦИЯ

Кондарюк Т. О. Условия осадкообразования и фациальные обстановки на границе плейстоцена и голоцена в Черном море (по фораминиферам). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата гелогических наук по специальности 04.00.10 – геология океанов и морей. Институт геологических наук НАН Украины, Киев, 2020.

Изучение позднего плейстоцена — голоцена Черноморского региона началось с конца девятнадцатого — начала двадцатого века работами Н. И. Андрусова и было продолжено многими исследователями. Все авторы единогласно отмечают наличие в разрезе конца плейстоцена – голоцена новоэвксинских и черноморских отложений, которые соответствуют двум крупным этапам развития бассейна. Разногласия существуют в сценариях трансформации (постепенный, катастрофический, возвратно-поступательный) новоэвксинского бассейна в современное Черное море на рубеже плейстоцена и голоцена и солености первого (пресноводный или

солоноватоводный). *Целью* исследования является определение условий осадкообразования и фациальных обстановок на границе плейстоцена и голоцена в Черном море при помощи фораминифер.

Изучен таксономический состав, экологические характеристики и морфологические особенности раковин современных видов бентосных фораминифер Черного моря. Современные комплексы составляют латеральные ряды бентосных фораминифер. Их характерной особенностью является чередование видов из рода Ammonia, то есть *A. tepida – A. compacta – A. ammoniformis.* Чередование латеральных рядов фораминифер в геологических разрезах позволило провести экостратиграфическое расчленение разрезов и реконструировать палеоэкологические условия. По фациальным картам, построенными автором, реконструированы палеогеографические обстановки и определены фациальные изменения на рубеже плейстоцена и голоцена в пределах северо-западного шельфа Черного моря. Характер трансформации поздненовоэвксинского бассейна в современное Черное море на рубеже плейстоцена и голоцена кардинально отличается в зависимости от места получения фактического материала – внутренний или внешний шельф.

Ключевые слова: Черное море, морская геология, голоцен, поздний плейстоцен, фациальный анализ, палеогеография, фораминиферы.

ABSTRACT

Kondariuk T. O. Sedimentation and facies conditions at the Pleistocene-Holocene boundary in the Black Sea (according to foraminifera). – Manuscript

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of geological sciences on a specialty 04.00.10 – geology of oceans and seas. Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2020.

The Black Sea is a stratotypic region that reflects global climate change, the glacial to inter-glacial rhythms of the Eastern European Plain and mountainous areas, and transgressive-regressive events in the World Ocean. The question of the stratigraphic boundary between the Pleistocene and the Holocene is one of the keys to the development of a uniform stratigraphic and palaeographic scale for Quaternary sediments of Northern Eurasia (Yanina, 2012) and is therefore relevant. The practical significance of this issue lies in its connection with global warming and rising Black Sea levels, which bear critically on the needs of economic, social, and environmental development of the coastal zone because, without a retrospective on previous Black Sea dynamics, it will be challenging to develop a strategy for sustainable development of the region. The study of the late Pleistocene – Holocene transition in the Black Sea region began in the late nineteenth – early twentieth century by N.I. Andrusov and was continued by many researchers. All authors unanimously note the presence of Neoeuxinian and Black Sea sediments in the context of this terminal Pleistocene – early Holocene

boundary, sediments that correspond to the two major stages of development in the basin. Differences exist in the proposed scenarios of transformation (gradual, catastrophic, reverse-gradual) of the Neoeuxinian basin into the modern Black Sea and the salinity of the former (either freshwater or brackish water).

The main goal of the work is to determine the conditions of sedimentation and facies conditions on the border of the Pleistocene and Holocene in the Black Sea (by foraminifera). The main tasks set to achieve the goal:

1. To study the spatial distribution of modern benthic foraminifera in the surface layer of bottom sediments as an indicator of changes in the ecological conditions of sedimentation on the Black Sea shelf.

2. To study the taxonomic composition, ecological characteristics, and morphological features of shells of modern species of benthic foraminifera of the Black Sea. Identify modern complexes of benthic foraminifera, investigate their spatial distribution and construct lateral rows (meaning biotic changes with depth on the shelf as stripes running parallel to the shoreline) of foraminifera on the Black Sea shelf.

3. To use the lateral rows of modern benthic foraminifera for ecostratigraphic subdivision of bottom sediments and paleoecological reconstructions of the northwestern shelf of the Black Sea.

4. To reconstruct paleogeographic conditions and determine facies changes at the boundary of the Pleistocene and Holocene according to grain-size, lithological, and paleontological data.

5. To determine the nature of the transformation of the Late Neoeuxinian basin into the modern Black Sea on the border of the Pleistocene and Holocene.

Based on the analysis of the actual material and the implementation of the tasks, the work allows us to draw the following conclusions:

1. The taxonomic composition, ecological characteristics, and morphological deformations of tests of modern species of benthic foraminifera of the Black Sea have been studied. Their characteristic feature is the alternation of species of the genus *Ammonia* (i.e., *A. tepida*, *A. compacta*, *A. ammoniformis*) as well as an increase in species number, including from the Order Lagenida as the depth and salinity of the Black Sea increases. Certain types of morphological deformations of foraminifera tests of *A. tepida* and *E. caspicum azovicum* can be used as an additional indicator for determining the stress caused by changes in the depth and salinity of the basin.

2. Alternation of lateral rows of foraminifera in geological sequences allows one to: (a) subdivide them ecostratigraphically, (b) identify the Pleistocene-Holocene boundary, (c) reconstruct paleoecological conditions (including depth and salinity) during sedimentogenesis on the northwestern shelf of the Black Sea at the Late Pleistocene-Holocene, and (d) identify three main types of basins: brackish in the Neoeuxinian, semi-marine in the early Holocene, and marine in the late Holocene.

3. According to the facies maps developed by the author, paleogeographic conditions have been reconstructed and facies changes have been determined at the

boundary of the Pleistocene and Holocene within the northwestern shelf of the Black Sea. Within a certain range of depths during the considered time interval, the following areas have been identified: (a) areas with significant qualitative changes in sedimentation conditions, expressed by a sharp change in facies from continental in the late Pleistocene to marine in the early Holocene, can be defined as catastrophic, however, their distribution is rather limited in area; (b) areas where changes in facies are intermediate and associated with the formation of limans.

4. Depending on the area of examination (the inner or outer shelf), the nature of the transformation from the late Neoeuxinian into the modern Black Sea basin at the Pleistocene – Holocene boundary is radically different. On the inner shelf, at a limited range of depths, it seems that the change in sedimentation conditions was catastrophically rapid, and on the outer shelf, it was gradual or inverse-gradual (oscillating). Thus, it turns out that the authors of the three hypotheses (catastrophic, gradual, oscillating) can be equally right.

Keywords: Black Sea, marine geology, Late Pleistocene, Holocene, facial analysis, paleogeography, foraminifera.