

<https://doi.org/10.15407/gpimo2022.02.030>

В.А. Нестеровський, д-р геол. наук, професор,
Київський національний ун-т імені Тараса Шевченка
03022, Київ, вул. Васильківська, 90
E-mail: v.nesterovski@ukr.net
ORCID 0000-0002-7065-8962

М.А. Деяк, канд. геол. наук, старш. наук. співроб.,
ДНУ «МорГеоЕкоЦентр НАН України»
01054, Київ, вул. Олеся Гончара, 55б
E-mail: nayk@ukr.net
ORCID 0000-0002-9330-2766

А.К. Тарновецький, аспірант,
ДНУ «МорГеоЕкоЦентр НАН України»
01054, Київ, вул. Олеся Гончара, 55б
E-mail: youketeroamano22@gmail.com

СУЧАСНІ ПЛЯЖЕВІ ВІДКЛАДИ ДУНАЙСЬКО-ДНІСТРОВСЬКОГО СЕГМЕНТУ ЧОРНОГО МОРЯ (ЛІТОЛОГІЯ ТА ГЕНЕЗИС)

Досліджено акумулятивно-пляжеві відклади північно-західного узбережжя Чорного моря на ділянці від с. Лиман (коса Катранка) до с. Кароліно-Бугаз (Одеська область). Довжина берегової лінії на ділянці дослідження складає близько 86 км. Тут поширені наступні форми пляжевих відкладів: коси, пересипи, прихилі пляжі. З усіх типів пляжевих відкладів за єдиною методикою в літній період відібрано та проаналізовано 35 проб. Відбір проводився на всіх доступних для відбору місцях пляжевих відкладів з середньої частини у прихилі пляжах (між урізом води та берегом) та на відстані 5–7 м від урізу води на пересипах та косах в період відсутності штормів. Для цього використовувалися стандартні пластикові контейнери ємністю 1 л. Проби відбиралися з глибини 30 см від поверхні з площею зачистки 30 × 30 см. В кожній точці проводився опис будови берегової зони та характер пляжних відкладів, які фіксувалися в журналі та були прив'язані до координат системою GPS.

Проведено гранулометричний та мінералогічний аналізи. Встановлено, що в гранулометричному складі серед усіх типів пляжевих відкладів переважають фракції 0,25–0,5 мм, що становить 66 %, та 0,1–0,25 мм — 30 % відповідно. В мінімальних кількостях присутні крупнозернисті та алевропелітові фракції. Основними місцями локалізації дрібнозернистих псамітових та алевропелітових фракцій є ділянки з пониженим впливом вздовж берегових хвильпробійних процесів. Проте в періоди збільшення гідродинамічної активності (осінь—зима) відбувається додатковий перерозподіл матеріалу, що призводить до вимивання з відкладів дрібних фракцій та їх відгону в бік моря.

Цитування: Нестеровський В.А., Деяк М.А., Тарновецький А.К. Сучасні пляжеві відклади Дунайсько-Дністровського сегменту Чорного моря (літологія та генезис). *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2022. **18**, № 2: 30–46. <https://doi.org/10.15407/gpimo2022.02.030>

Пляжеві відклади на 90–95 % складені кварцом. Другорядні — кальцит, польовий шпат, слюди, техногенні утворення. Рудні мінерали представлені магнетитом, залізними сфероїдами, ільменітом, акцесорні — гранатами, ставролітом, актинолітом.

Основними джерелами теригенного матеріалу для формування пляжевих відкладів на досліджуваній ділянці узбережжя є: підводний бенч, річковий стік Дністра та берегова абразія. Вирішальним в розподілі наносів є направленість вздовж берегової течії у напрямку від м. Одеса в бік Дунаю.

В цілому пляжеві відклади цього сегменту узбережжя є екологічно чистими, відсутні радіоактивні мінерали, а вміст техногенного матеріалу не перевищує 0,1 %.

Ключові слова: Чорне море, пляжеві відклади, літологія, гранулометричний склад.

Вступ

Пляжеві відклади внутрішніх морів відіграють важливу роль у життєдіяльності людини. Ними активно користуються у створенні рекреаційно-оздоровчих і туристично-розважальних комплексів. Матеріал пляжевих відкладів застосовують у будівництві та видобутку корисних копалин. Оскільки ці відклади розташовані на межі суходолу і морського середовища, то вони першими зазнають трансформації навколишнього середовища і техногенного впливу. Саме тому пляжеві відклади є маркерами екологічного стану узбережжя.

Останніми роками антропогенне навантаження на пляжеві відклади північно-західного узбережжя Чорного моря суттєво зросло. Чинниками цього є різке зменшення рекреаційно-оздоровчих зон в Україні внаслідок анексії Російською федерацією Кримського півострова та збільшення кількості відпочиваючих на узбережних територіях Одеської, Миколаївської та Херсонської областей. На деяких зонах відпочинку цього регіону навантаження зросло до 3-х і більше разів. Особливо це відчувається на узбережжі Одеської області. Для задоволення зростаючого попиту на відпочинок тут проводиться активна забудова пересипів і кіс, а там, де вони відсутні, — і берегової зони. Помітно збільшилась кількість забудівель на Дністровській та Будацькій пересипах. Перспективним планом розвитку Одеської області до 2030 р. передбачається забудова Жебріянської пересипи (с. Приморське), яка відділяє озеро Сасик від Чорного моря. Тут планується забудувати територію площею понад 500 гектарів, на якій будуть розміщені зони відпочинку, ігрові та концертні зали, казино, готелі на 20 тисяч номерів, набережна протяжністю до 10 км тощо. Це збільшить кількість туристів в цьому регіоні до 6 млн щорічно.

Активна урбанізація узбережжя призведе до суттєвого збільшення загально-го антропогенного навантаження на пляжеві відклади цього регіону.

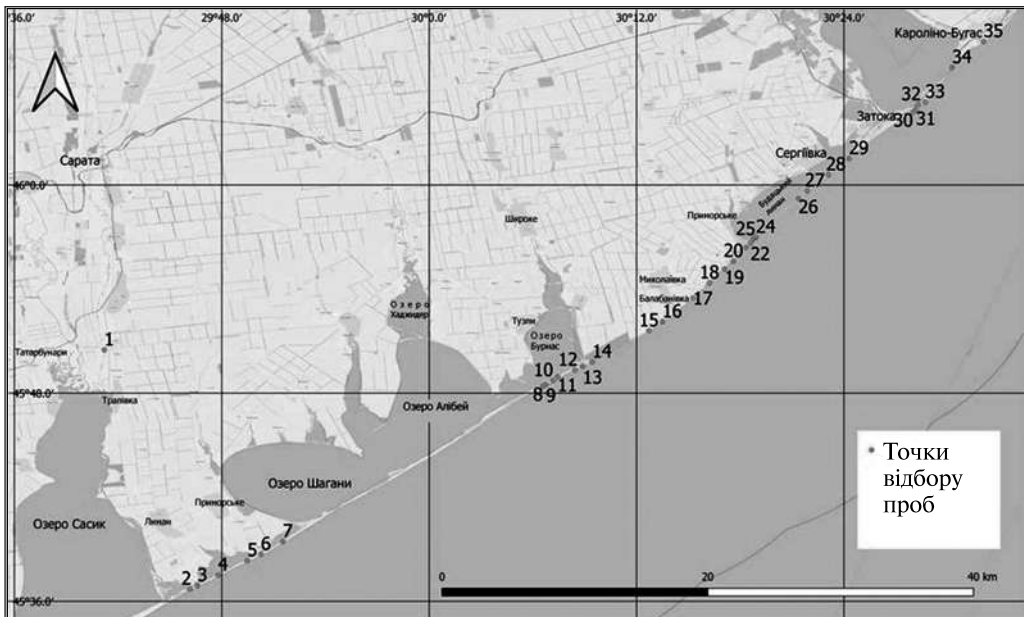
Загальні відомості, аналіз попередніх досліджень та постановка проблеми

Акумулятивно-пляжеві відклади морів утворюються вздовж узбережної зони на межі водного середовища та суходолу. Їх формування здійснюється внаслідок сумарної дії багатьох процесів, основними з яких є берегова абразія моря, привнесення теригенного матеріалу річковим стоком та дія хвилеприбійних явищ і морських течій. Об'єм та характер розподілу пляжевих відкладів вздовж берегу на кожному сегменті узбережної зони може відрізнятись. Це залежить від нахилу, відстані, мінерального наповнення живлячих провінцій, потужності річок та



Рис. 1. Відбір проб пляжних відкладів

Рис. 2. Схема розташування ділянок досліджень та відбору проб



морфології узбережжя. В кінцевому варіанті сумарна дія цих факторів відображається в речовинно-гранулометричному складі, потужності та ширині пляжів.

Дослідження узбережжя північно-західної частини Чорного моря було розпочато наприкінці XIX — початку XX ст. Це були комплексні роботи, присвячені вивченню геологічної будови морського басейну та характеру розповсюдження донних осадів. Серед них слід відмітити узагальнюючі публікації М.І. Андрусова [1, 2], А.Д. Архангельського [3], Н.М. Страхова [16, 17].

Важливі дослідження Чорного моря та прилеглих частин узбережжя були проведені у другій половині XX ст. Інститутом геологічних наук НАН України (Є.Ф. Шнюков [20], В.Х. Геворк'ян [8], О.Ю. Митропольський [11]), Інститутом океанології РАН (М.Г. Барковська [4, 5], Є.М. Невесський [14], З.Т. Новікова [15]), Одеським державним університетом (Ю.Д. Шуйський [21]), Інститутом мінеральних ресурсів (Ю.Ю. Юрк [25]). Вони стосуються всебічного вивчення шельфу Чорного моря та розподілу в його межах корисних копалин. Крім цього, досліджувалися морфологія дна прибережної зони, геологічна будова та літологічний склад четвертинних і сучасних відкладів цієї

зони. Результатом досліджень стало видання колективом авторів серії монографій під редакцією академіка НАН України Є.Ф. Шнюкова, присвячених різним аспектам геології шельфу України: Керченська протока (1981); Середовище, історія і методика дослідження (1982); Тверді корисні копалини (1983); Стратиграфія (1984); Лимани (1984); Літологія (1985). Роботами Шнюкова Є.Ф., Іноземцева Ю.І, Новикової З.Т. [19, 15] на суходолі з боку північно-західної частини Чорного моря виділено три основні живлячі мінералогічні провінції: Дунайську; Дунайсько-Дністровську та Дністровсько-Дніпровську. Також встановлено особливості формування розсипів на шельфі та їх металогенічна спеціалізація. У 1986 р. Шуйським Ю.Д. опубліковано загальною монографію «Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей», в якій розглядаються теоретичні та методологічні питання щодо чинників формування акумулятивних відкладів вздовж берегової зони морів. В ній розкриваються питання підводної та надводної абразії, річковий стік, механізм диференціації наносів [21].

За останні 20 років пляжеві відклади Дунай-Дністровського сегменту північно-західного узбережжя Чорного моря активно досліджувались колективом співробітників Одеського національного університету імені Мечникова (Ю. Шуйський [23, 24], Г. Вихованцев [7], А. Муркалов [13], Н. Берлінський [6], Н. Федорончук [18] та ін.). Основна мета цих досліджень — вивчення механізму накопичення і морфології вздовжберегових наносів. В той же час слабо вивченим залишається мінеральний склад акумулятивних тіл та джерела їх формування, особливо враховуючи те, що акумулятивно-пляжеві відклади постійно перебувають під впливом гідродинаміки моря. Також залишається відкритим питання стосовно генезису та можливості концентрації в цих відкладах рудних та техногенних компонентів.

Метою нашого дослідження є встановлення особливостей літологічного складу, генезису сучасних пляжевих відкладів на ділянці узбережжя від Дунаю до Дністра, що надасть змогу більш повного розуміння процесів формування, мінерального наповнення, динаміки і екологічного стану прибережно-акумулятивних тіл північно-західного узбережжя Чорного моря.

Фактичний матеріал та методика досліджень

Фактичний матеріал зібрано при виконанні бюджетної тематики ДНУ «МорЕкоЦентр НАН України» за темою «Літолого-мінералогічний склад акумулятивних прибережно-морських відкладів Чорного моря (в межах території України)».

Проби для лабораторних літолого-мінералогічних досліджень з Дунайсько-Дністровського сегменту узбережжя відбирались при проведенні польових робіт в липні 2019 р. за наступною методикою.

Відбір здійснювався на всіх доступних ділянках пляжевих відкладів з середньої частини у присхилових пляжах (між урізом води та берегом) та на відстані 5—7 м від урізу води на пересипах та косах в період відсутності штормів. Для відбору застосовувались стандартні пластикові контейнери ємністю 1 л. Проби відбиралися з глибини 30 см від поверхні з площею зачистки 30 × 30 см (рис. 1). В кожній точці проводився опис стану берегової зони та характер пляжевих відкладів. Точки відбору були прив'язані до координат за системою *GPS*.

Разом на цій ділянці відібрано 35 проб. Протяжність берегової зони, що досліджувалась, складає 86 км (рис. 2).

В лабораторних умовах проводились їх попереднє просушення, а потім квартування за прийнятою методикою. Для виконання ситового гранулометричного аналізу бралась наважка 0,5 кг. Він проводився на стандартному наборі сит з наступними фракціями (мм) >10; 10–7; 7–5; 5–3; 3–2; 2–1; 1–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,1; <0,1. Кожна з отриманих фракцій зважувалась на лабораторних вагах з точністю до 0,1 г, дані зважування потім були перераховані у відсотки. За результатами гранулометричного ситового аналізу були побудовані кругові та лінійні гістограми фракційного розподілу. Вивчення мінерального складу проводилося пофракційно. Для цього з кожної фракції магнітом Сочнева були виділені електромагнітні, магнітні і не магнітні мінерали, які потім детально досліджувались з використанням мікроскопа МБС 10, растрового електронного мікроскопа і електронно-зондового мікроаналізатора. Деякі проби було розділено в бромформі для отримання важких та легких фракцій мінералів.

Результати досліджень

Під пляжевими відкладами ми розуміємо первинну елементарну акумулятивну форму екзогенного рельєфу, що утворився за рахунок прибережно-морських наносів в береговій зоні моря. Отже, пляжеві відклади народжуються, локалізуються і змінюються під постійним впливом хвилеприбійного потоку на берегову зону. Вони складаються з підводної і надводної частини. За розрахунками встановлено [22], що межа підводної границі пляжу проходить на глибині початку обвалу штормових хвиль (0,6–0,7 м), а надводна границя пляжу розташовується на лінії верхнього заплеску прибійного потоку, і для північно-західної частини Чорного моря становить 0,5–1,5 і 1,0–2,5 м.

На Дунайсько-Дністровському сегменті північно-західного узбережжя Чорного моря акумулятивно-пляжеві відклади представлені двома основними типами: відкритими пляжами, що формуються на пересипах та косах, і присхилівими, що утворюються безпосередньо біля скельного берегу. На досліджуваній ділянці поширені коса Катранка, пересипи Дністровська, Будацька, Шагани-Алібей-Бурнаська, Сасикська. Загальна протяжність пляжів від Приморського до Кароліно-Бугаз становить 97 км. З них на коси та пересипи припадає близько 78 км, а на присхиліві пляжі — біля 19 км.

Коси та пересипи з одного боку межують безпосередньо з водами лиманів (Дністровським, Будацьким, Шаганинським, Алібейським, Бурнаським, Сасикським), а з іншого — з Чорним морем. Їх ширина коливається від декількох десятків метрів до декількох сотень метрів, а їх висота над рівнем моря становить 1–3 м. Крутизна схилів пересипів та кіс у бік моря зазвичай більша ніж до лиманів.

В поперечному профілі пересипів і кіс можна виділити два або три вали, що відповідають різній інтенсивності хвиль. Перший вал знаходиться ближче до урізу води і має в середньому висоту 0,4–0,5 м над рівнем моря, другий на відстані 8–12 м від урізу води з висотою до 1–1,4 м, а третій на відстані 25–35 м від урізу води з висотою до 2–3 м. Останній вал утворюється внаслідок значних штормових хвиль, що проявляються тут в осінньо-зимовий період. Інколи цей вал виглядає окремими кучугурами, що пов'язано з посиленою еоловою діяльністю вздовж берегової лінії.



Рис. 3. Загальний вигляд узбережжя на ділянці розвитку присхилових пляжів



Рис. 4. Типовий вигляд розвитку обвальних процесів на ділянці берегової лінії Лебедівка — Курортне

Присхилі пляжі поширені в береговій зоні лише на ділянці між селами Лебедівка — Курортне. Ширина пляжу становить від 2—3 м до 10—15 м. В деяких місцях надводна частина пляжу відсутня і тоді скельна частина берегової лінії впритул підходить до урізу води. Тут розвиваються кліфові форми наносів. В цілому ж на ділянці розвитку вздовж схилових пляжів берегова зона являє собою круті обривисті ($70\text{--}90^\circ$) стінки з висотою до 20 м і більше, на яких активно розвиваються зсувні та обвальні процеси (рис. 3, 4). У підніжжя крутих схилів спостерігаються глибокі ніші, що орієнтовані, в більшості, на північний-захід, північ і вказують напрямком штормових хвиль з південного сходу на північний захід. Берегова лінія присхилових пляжів в цілому слабохвиляста, прямолінійна.

В геологічній будові узбережжя, яка безпосередньо контактує з морем і знаходиться вище рівня моря беруть участь четвертинні відклади. На ділянці між се-

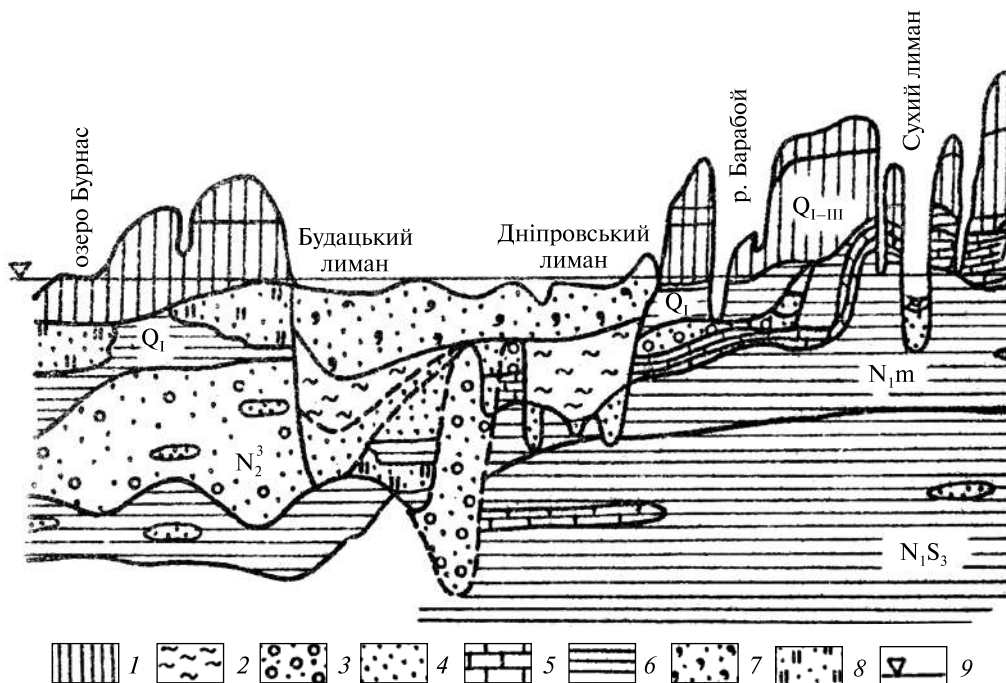


Рис. 5. Схематичний вздовжбереговий геологічний розріз на ділянці Лебедівка-Кароліно-Бугаз: 1 — суглинки лесовидні; 2 — мули; 3,4 — піски крупно- та дрібнозерністі відповідно; 5 — вапняки; 6 — глини; 7 — пісок з черепашками; 8 — мули, середньозерністі піски; 9 — рівень моря [10]

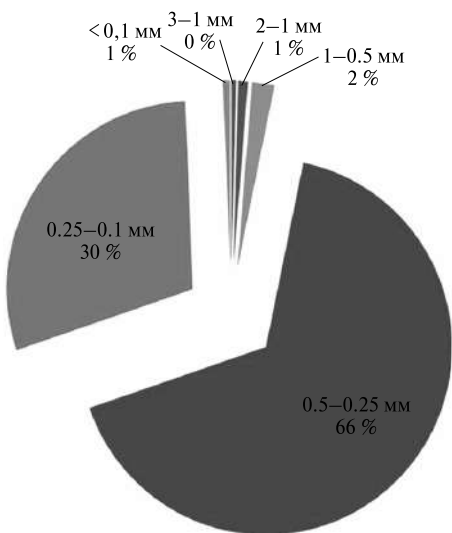


Рис. 6. Загальний розподіл фракцій в акумулятивно-пляжевих відкладах на ділянці Дунай — Дністер

лами Лебедівка — Курортне вони представлені, переважно, континентальними фаціями лесоподібних суглинків, глин та викопних ґрунтів, в підшві яких залягають червоно-бурі глини (рис. 5). Надводна частина червоно-бурих глин збільшується у напрямку від с. Лебедівка до смт Кароліно-Бугаз. Ці відклади залягають на різних породах сармату, міоцену і пліоцену. Загальна потужність четвертинних відкладів разом із підводною частиною складає близько 36 м, а на пересипах до 55 м [10].

На досліджуваній ділянці узбережжя в акваторію Чорного моря розвантажуються дві крупні водні артерії: Дунай та Дністер. Вони постачають велику кількість зваженого і теригенного матеріалу, який частково осідає в дельтах, лиманах та прируслових валах. Частина цього виносу досягає моря. Розрахунки річкового стоку до акваторії Чорного моря за даними різних авторів відрізняються. За даними румунських дослідників за останні 155 років середнє значення стоку всіх наносів Дунаю складало 51,2 млн т/рік (до за-

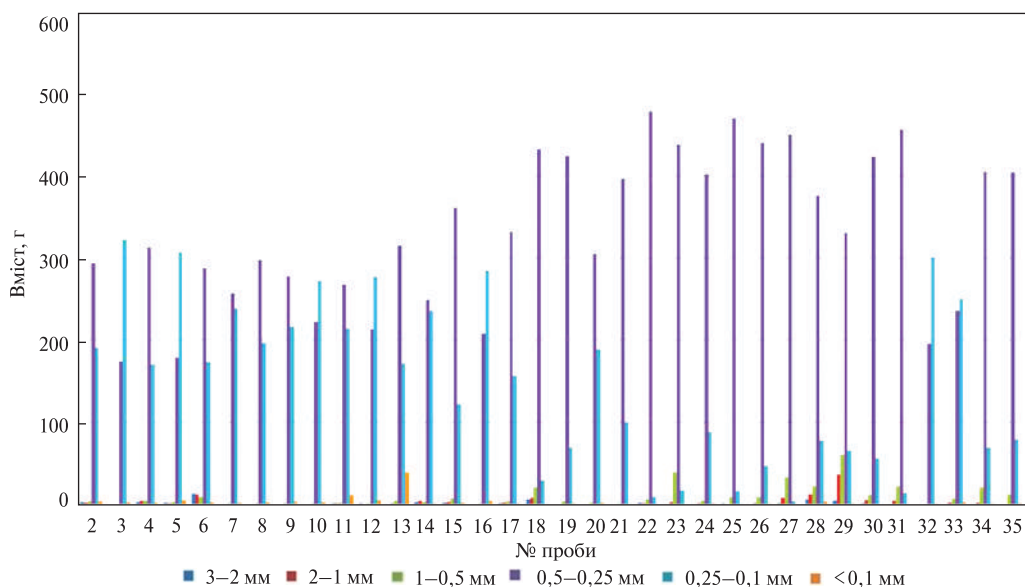


Рис. 7. Гранулометричний склад акумулятивних пляжевих відкладів на ділянці с. Лиман (коса Катранка) — Кароліно-Бугаз (Одеська область)

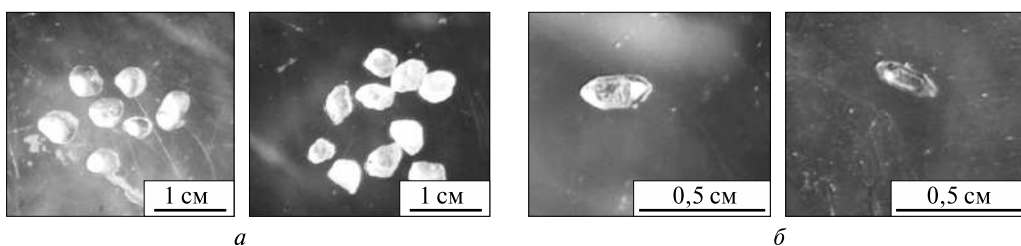


Рис. 8. Морфологія зерен та кристалів кварцу: а — фракція 0,1–0,5 мм; б — кристали фракції менше 0,1 мм

регулювання 87,8 млн т/рік) [26, 9]. З них близько 9–12 % є донними, які осідають в дельті та на гирловому узбережжі і не беруть участь в процесі морського накопичення осадів [12]. Річний стік Дністра за розрахунками Ш. Джаошвілі становить 1,73 млн т/рік (до зарегулювання 2,5 млн т/рік) [9]. Дністер утворює заболочену дельту, яка висунена в глибину Дністровського лиману. Останній є проміжним мілководним басейном, в якому і відбувається розвантаження більшої частини твердого стоку Дністра і вже безпосередньо до акваторії потрапляє його менша частка.

Відомо, що у межах території досліджень з північного-сходу на південний захід вздовж узбережжя діє головний циклонічний потік, який постійно впливає на переніс матеріалу у напрямку від м. Одеса до дельти Дунаю, тому привніс матеріалу р. Дунай для цього сегменту пляжевих відкладів є мінімальним. Основний його стік розвантажується південніше м. Вилкове.

За результатами гранулометричного аналізу встановлено, що в складі акумулятивних пляжевих відкладів даного сегменту узбережжя, в цілому, переважають псамітові середньозернисті (0,5–0,25) та дрібнозернисті (0,25–0,1) фракції (рис. 6).

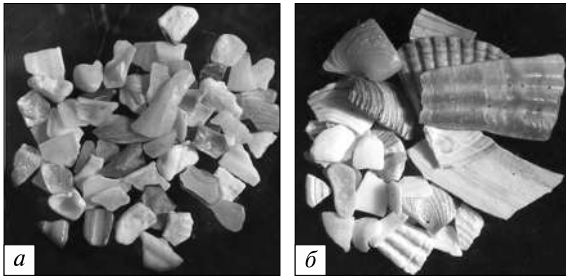


Рис. 9. Загальний вигляд детриту: а — фракція 0,5–1 мм; б — фракція 1–2 мм

ки. У фарватерній частині різко збільшується роль дрібнозернистих фракцій, а після неї до ділянки Кароліно-Бугаз відмічається знову переважання середньозернистої фракції (рис. 7).

Крупнозерниста (0,5–1 мм) фракція поширена локально. Її вміст, в цілому, незначний і в середньому становить біля 2 %. Найбільший вміст цієї фракції (12 %) зафіксовано в пляжних відкладах між Будацькою і Дністровською пересипами. Точки максимальної концентрації крупнозернистої фракції співпадають з точками збільшення вмісту середньозернистої фракції. Вміст грубозернистої псамітової фракції (2–1 мм) коливається в межах від 0 до 8 %. Її розподіл не закономірний, має точково-локальний характер. Гравійна фракція представлена розмірністю 2–3 мм і має спорадичний характер розподілу. Максимальні її концентрації пов'язані з точками накопичення грубих псамітових фракцій.

Вміст алевропелітової (<0,1 мм) фракції також є незначним, коливається в межах від 0 до 7 % і має локальний характер. Такий розподіл вказує на активну гідродинаміку в прибережній зоні, значні процеси постійного перемивання та переносу тонких фракцій углиб акваторії.

Основними місцями локалізації дрібнозернистих псамітових та алевропелітових фракцій є ділянки з пониженим впливом вздовж берегових хвилеприбійних процесів. Проте в періоди збільшення гідродинамічної активності (осінь–зима) відбувається додатковий значний перерозподіл матеріалу, що ще більше призводить до вимивання з відкладів дрібних фракцій. Так в поперечному профілі на пересипах і косах у напрямку від урізу води до третього валу спостерігається збільшення ролі крупних фракцій. Там з'являються також наноси із вмістом гравійної і галькової фракцій.

Отже відбувається динамічне сортування матеріалу на всіх ділянках акумулятивних зон. Формуються тимчасові наноси, локальні тіла бароподібної форми, підводні та поздовжні берегові коси, пересипи, присхилові пляжі з переважанням у всіх точках спостереження середньозернистих фракцій.

Мінеральний склад акумулятивно-пляжних відкладів Дунайсько-Дністровського сегменту в цілому є одноманітним. Головним мінералом всіх типів відкладів є кварц. На його частку припадає в середньому 90–95 %; другорядними мінералами є кальцит та кальцитовий детрит (3–6 %), польовий шпат (1–3 %).

Електромагнітні та магнітні фракції складають в цілому 1–2 %. Найбільший їх вміст фіксується в фракціях 0,25–0,5 та 0,1–0,25 мм, де вони приблизно розподілені в однакових кількостях.

При цьому слід зауважити, що в пробах, відібраних з пересипів і кіс на ділянці Лиман-Лебедівка, дрібно та середньозерниста фракції знаходяться в приблизно однакових кількостях, а починаючи від с. Лебедівка в напрямку Будацького лиману зростає роль середньозернистої фракції. Такий розподіл триває до фарватеру Дністровської протоки.



Рис. 10. Типова морфологія зерен магнетиту з фракції 0,5—0,25 мм

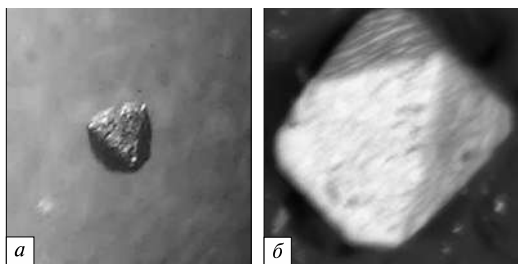


Рис. 11. Октаедричні кристали магнетиту: *a* — бінокуляр, *б* — електронний мікроскоп

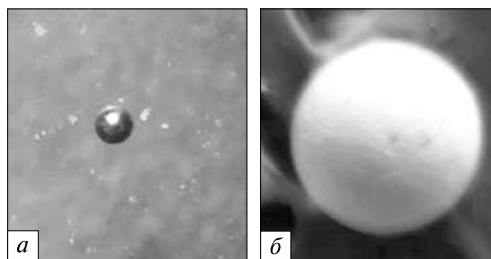


Рис. 12. Залізні сфероїди: *a* — бінокуляр, *б* — електронний мікроскоп

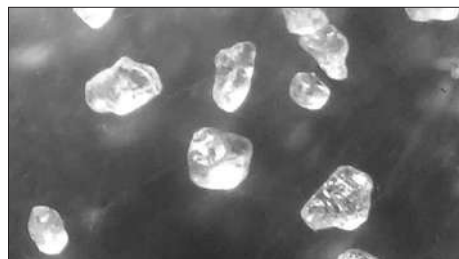


Рис. 13. Альмандин, фракція 0,25—0,5 мм

У складі магнітної фракції встановлено магнетит, залізні сфероїди, залізні техногенні утворення. Серед мінералів електромагнітної фракції — ільменіт, гранати, ставроліт, актиноліт.

Основна маса важкої фракції — гранати. Також в поодиноких зернах є циркон, рутил, гідроксиди заліза, піроксени, біотит, техногенне скло та шлаки.

У складі грубоуламкового матеріалу гравійної і галькової фракцій встановлені уламки пісковиків, вапняків, кременистих утворень.

Більша частина кварцу (99 %) розподілена в фракціях менше 0,5 мм. В фракціях 0,1—0,5 мм він представлений майже ізометричними прозорими, добре або середньо обкатаними зернами, безбарвними та білого кольору (рис. 8, *a*). В деяких зернах спостерігаються включення залізистих мінералів — ільменіту та гематиту. В фракціях менше 0,1 мм його обкатаність різко зменшується і він спостерігається у формі кристалів. Ці кристали мають типовий призматично-діпірамідальний габітус і видовжений обрис. Серед мікрочастин поширені два кольорових різновиди: безбарвний — гірський кришталь та рожевий (рис. 8, *б*).

Карбонатний детрит поширений у фракціях крупніше 0,25 мм. Найбільша його кількість припадає на крупнозернисту та грубозернисту псамітову фракції. Він представлений уламками фрагментів черепашок сплющеної або пластинчастої форми (рис. 9), різноманітний за кольором і видовим складом. Обкатаність детритових уламків помітно збільшується із зменшенням розмірності. В фракціях >2 мм зустрічаються цілі форми черепашок. Вони належать молюскам *Cardium*, *Venus*, *Mytilus*, *Tapes* тощо. Кількість черепашкового детриту в деяких місцях пляжів досягає значної кількості, але в цілому зменшується від урізу води вглиб пляжу.

Зерна кальциту сірі, непрозорі, мають ромбоїдну або овальну форму з шорсткою поверхнею, концентруються в фракціях більше 0,25 мм. У фракціях менше 0,25 мм їх вміст різко зменшується.

Польовий шпат представлений заокругленими, непрозорими або напівпрозорими призматичними зернами сіро-жовтого, жовто-бурого кольору. Розподіл його по фракціям не закономірний, але все ж таки помітні його концентрації спостерігаються в дрібних фракціях.

Зерна магнетиту добре обкатані, мають овальну, близьку до ізометричної форму (рис. 10). Колір коричневий різних відтінків за рахунок процесів окислення і появи зверху плівки гідрооксидів заліза. Рідше в пробах також зустрічаються поодинокі кристали магнетиту октаедричного габітусу чорного кольору з металевим блиском на гранях (рис. 11).

Залізні сфероїди встановлені у фракціях 0,1—0,5 мм. Вони різнорозмірні, мають досконалу кулеподібну форму з гладкою блискучою поверхнею (рис. 12), складені на 97,7—98 % залізом. Домішкові компоненти представлені магнієм, алюмінієм, кремнієм (табл. 1). Ці сфероїди були встановлені приблизно в третині досліджених проб, де вони знаходяться в одиничних екземплярах.

Серед гранатів переважає альмандин. У меншій кількості присутні перехідні різновиди між альмандином та спесартином із вмістом MnO до 26 %, ще рідше зустрічаються різновиди від альмандину до піропу із вмістом MgO до 12 %.

Альмандин представлений в більшості ізометричними прозорими, слабо або майже не обкатаними зернами світло-рожевого кольору (рис. 13).

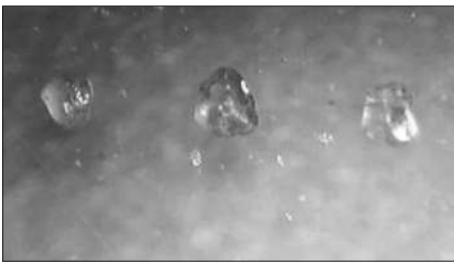


Рис. 14. Гранати альмандин-спесартинового ряду, фракція 0,25—0,5 мм

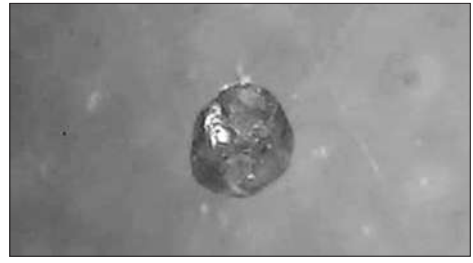
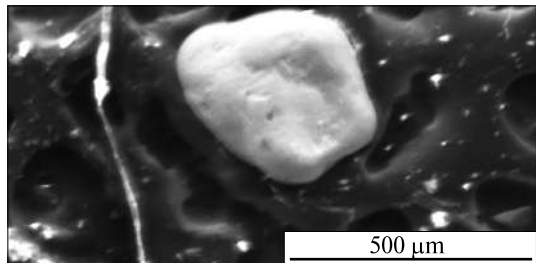
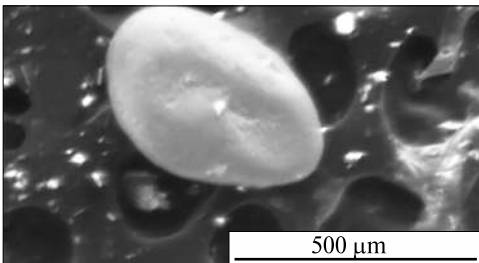


Рис. 15. Гранати альмандин-піропового ряду, фракція 0,25—0,5 мм



а

Рис. 16. Ільменіт: а — бінокуляр; б — електронний мікроскоп



б

Рис. 17. Зерна ставроліту під бінокляром, фракція 0,25—0,5 мм

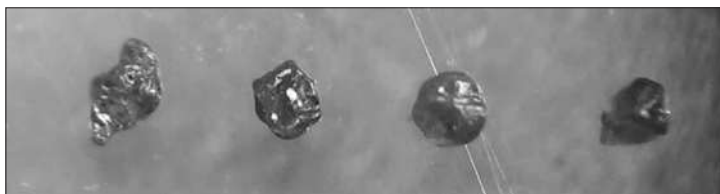


Рис. 18. Кристали актиноліту під бінокляром, фракція 0,25—0,5 мм

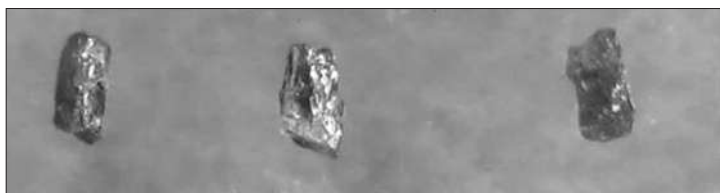


Рис. 19. 3. Сплави заліза техногенного походження під бінокляром, фракція 0,25—0,5 мм



Таблиця 1. Хімічний склад залізних сфероїдів

Зразок	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	FeO	Сума
26_2	0,44	0,26	1,58	97,73	100

Гранати проміжного складу між альмандином та спесартином забарвлені в помаранчевий, помаранчево-червоний колір і є прозорими. Вони дещо краще обкатані ніж альмандини і являють собою майже ізометричні зерна (рис. 14).

Гранати проміжного складу між альмандином та піропом мають насичений рожево-червоний колір, прозорі і мають ізометричну форму зерен (рис. 15).

Характерною особливістю всіх різновидів гранатів є їх кольорова виразність, прозорість та ізометричність форм.

Ільменіт представлений непрозорими слабо обкатаними зернами чорного кольору із блискучою поверхнею (рис. 16). Він зустрічається в усіх пробах і займає друге місце за поширенням після гранатів.

Ставроліт зустрічається майже в усіх пробах і є досить розповсюдженим. Його присутність в деякій мірі корелюється із гранатами. Він представлений прозорими, в більшості необкатаними, рідше напівобкатаними зернами коричневого кольору різних відтінків (рис. 17). Для нього характерні часті включення інших мінералів, зокрема ільменіту, кварцу, магнетиту та апатиту.

Кристали актиноліту фіксуються не у всіх пробах, мають незначне поширення. Вони представлені прозорими поодинокими індивідами призматично-видовженої форми зеленого кольору (рис. 18). Характерною особливістю цих кристалів є їх добра збереженість, вони майже не зазнали процесів обкатування та впливу далекого переносу.

Техногенні утворення представлені сплавами заліза із кремнієм, алюмінієм та магнієм. Мають скалково-гострокутну форму, непрозорі, зверху часто окис-

ненні. На свіжих зламах мають металевий блиск (рис. 19). Присутні майже у всіх пробах, але в кількісному відношенні їх вміст дещо збільшується в напрямку від Дунайського до Дністровського сегменту узбережжя. В поодиноких пробах встановлена присутність скла (фракції 0,25—0,5 мм) та мікропластику (фракції <0,25 мм). Їх вміст низький і не перевищує 0,1 %.

Висновки

1. Прибережно-пляжеві відклади північно-західної частини Чорного моря мають важливе рекреаційно-туристичне значення для розвитку зон оздоровлення та відпочинку.

2. Акумулятивні прибережно-пляжеві відклади на ділянці між р. Дунай та р. Дністер формуються вздовж усієї берегової зони і представлені відкладами пересипів, кіс та прихилкових пляжів. Їх загальна протяжність становить біля 97 км. Основна частина пляжевих відкладів припадає на пересипи і коси, а частка прихилкових пляжів складає близько 20 % досліджуваної території.

3. Матеріал для формування акумулятивно- пляжевих відкладів на досліджуваній території надходить з декількох джерел. Значні об'єми піщаного матеріалу, що формують пляжеві відклади пересипів і кіс, надходять з бенчу, який безпосередньо контактує з ними або знаходиться на незначній відстані від них. З розмиву бенчу до берега надходить кварцовий пісок та детрит. Другим важливим джерелом є винос уламкового матеріалу з Дністровського лиману, який, враховуючи напрямок вздовжберегової течії, розвантажується на пляжах в напрямку Жєбріанської бухти. Третім джерелом слугують породи скелястого берега, що розмивається. Але, беручи до уваги їх фракційно-літологічний склад (суглинки та глини), продукти їх розмиву поповнюють баланс пляжевих відкладів в досить обмежених кількостях. Більша їх частина хвилеприбійними процесами виносяться вглиб акваторії.

4. Сумарні процеси, що діють в прибережній зоні, призводять до постійного руху матеріалу і його фракційного перерозподілу у межах різних ділянок пляжу, проте головна тенденція цього перерозподілу зберігається і є в цілому сталою.

5. Серед усіх типів пляжевих відкладів переважають фракції 0,25—0,5 мм, що становить 66 %, та 0,1—0,25 мм — 30 %. В мінімальних кількостях присутні фракції >0,5 мм. Основними місцями локалізації дрібнозернистих псамітових та алевропелітових фракцій є ділянки лише з пониженим впливом вздовжберегових хвилеприбійних процесів.

6. Пляжеві відклади на 90—95 % складені кварцом. Другорядні складові — кальцит, польовий шпат, слюди, техногенні утворення. Рудні мінерали представлені магнетитом, залізними сфероїдами, ільменітом, а акцесорні — гранатами, ставролітом, актинолітом.

7. Вміст техногенного матеріалу в пляжевих відкладах дослідженої ділянки є мінімальним, в цілому не перевищує 0,1 %. Його вміст дещо збільшується в пляжевих відкладах Дністровської пересипи (Затока).

8. Значне зростання зон відпочинку і збільшення антропогенного навантаження на узбережну зону має призвести до суттєвого зростання у складі акумулятивно-пляжевих відкладів техногенного матеріалу і зміни його фракційного складу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусов Н.И. Предварительный отчет об участии в Черноморской глубоководной экспедиции 1890 г. *Изв. Рус. геогр. о-ва. Геогр. изв.* 1890. **26**, вып. 2. С. 380—400.
2. Андрусов Н.И. Палеогеография Причерноморья. *Природа*. 1927. № 6.
3. Архангельский А.Д., Страхов В.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. Ленинград: Изд-во АН СССР, 1938. 226 с.
4. Барковская М.Г. Закономерности распределения тяжелых минералов в полосе пляжа и на шельфе советского побережья Черного моря. *Труды Ин-та геологии Латвийской ССР*. Рига, 1960. С. 71—82.
5. Барковская М.Г. Некоторые закономерности образования в водоемах промышленных концентраций тяжелых минералов. *Геология руд. месторождений*. 1963. № 1. С. 50—64.
6. Берлинский Н.А. Некоторые закономерности формирования полей взвешенных наносов в устьевой области Дуная. *Вісник Одеського національного університету: Географічні та геологічні науки*. 2014. **19**, № 1. С. 34—42.
7. Выхованец Г.В., Муркалов А.Б., Стоян А.А. Динамическая устойчивость размеров песчаных пляжей в береговой зоне Черного моря. *Вісник Одеського національного університету: Географічні та геологічні науки*. 2014. **19**, № 1. С. 53—68.
8. Геворкьян В.Х., Павлов А.В., Митин Л.И. и др. Подводные исследования Каламитского поля конкреций с помощью глубоководного аппарата. *Докл. АН УССР*. Сер. Б, 1981. № 1. С. 6—9.
9. Джаошвили Ш. Реки Черного моря. Европейское агентство по охране окружающей среды, Технический отчет. 2003. **71**. 58 с.
10. Зелинский И.П., Корженевский Б.А., Черкез Е.А., Шатохина Л.Н., Ибрагимзаде Д.Д., Цокало Н.С. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. Київ: Наук. думка, 1993. 227 с.
11. Митропольский А.Ю., Моисеева Я.Я. О концентрировании микроэлементов из морской воды с помощью хелатных ионитов. Проблемы гидрогеологии и инженерное грунтоведение. 1975, **4**. С. 171—175.
12. Михайлова М.В. Формирование дельты выдвигания Килийского рукава и баланс наносов в устье Дуная. *Водные ресурсы*. 1995. **22**, № 4. С. 489—495.
13. Муркалов А.В., Неведюк В.В. Наносы морских пляжей как индикатор современного состояния пересыпи Днестровского лимана, побережье Черного моря. *Вісник Одеського національного університету: Географічні та геологічні науки*. 2011. **16**, № 1. С. 34—45.
14. Невесский Е.Я. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. Москва: Наука, 1967. 255 с.
15. Новикова З.Т. Характерные черты и динамика образования терригенно-минералогических провинций северо-запада Черного моря. *Океанология*. 1973. **13**, № 2. С. 297—302.
16. Страхов Н.М. К познанию диагенеза. Львов: Изд-во Львовского. ун-та, 1956. 3/4. С. 7—26.
17. Страхов Н.М. Типы накоплений марганца в современных водоемах и их значение для познания марганцево-рудного процесса. *Литология и полез. ископаемые*. 1965, № 4.
18. Федорончук Н.О. Літологія донних відкладів та умови формування розсіпів на Північно-Західному шельфі Чорного моря: автореф. дис. ... канд. геол. наук. Київ. 2001. 20 с.
19. Шнюков Е.Ф., Иноземцев Ю.И., Лялько В.И. и др. Геология шельфа УССР. Твердые полезные ископаемые. Киев: Наук. думка, 1983. 200 с.
20. Шнюков Е.Ф., Огородников В.И., Иноземцев Ю.И., Францева И.А. Терригенно-минералогическое районирование современных осадков Черноморского шельфа УССР. *Докл. АН УССР*. Сер. Б, 1981. № 1. С. 42—45.
21. Шуйский Ю.Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. Ленинград: Гидрометеиздат. 1986. 239 с.
22. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-Западной части Черного моря. Москва: Недра, 1989. 198 с.
23. Шуйский Ю.Д., Муркалов А.Б. Закономерности развития естественных прислоненных односклонных пляжей на абразионных берегах Черного моря. *Вісник Одеського національного університету: Географічні та геологічні науки*. 2012. **17**, № 3. С. 8—31.

24. Шуйский Ю.Д., Орган Л.В. Основные закономерности развития вдольберегового потока наносов в береговой зоне Черного моря. *Austria-science*. 2017. 6. С. 4—8.
25. Юрк Ю.Ю., Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А., Еременко Г.К., Яловенко И.П. Алмазы песчаных отложений Украины. Киев: Наук. думка, 1973. 167 с.
26. Bondar С., Blendea V. Water and Sediment Transport by the Danube into the Black Sea during 1840—1995. IOC-BSRC Workshop «Black Sea Fluxes». Workshop Report No. 145. Paris: UNESCO, 2000. P. 58-63.

Стаття надійшла 21.02.2022

V.A. Nesterovskiy, Dr. Sci. (Geol.) Prof.
Taras Shevchenko National University of Kyiv
90, Vasylykivska Str, Kyiv, Ukraine, 03022
E-mail: v.nesterovski@ukr.net
ORCID 0000-0002-7065-8962

M.A. Deiak, PhD (Geol.), Senior Researcher
SSI «MorGeoEkoCenter» of NAS of Ukraine, Kyiv
55-b, O. Honchara str., Kyiv, Ukraine, 01054
E-mail: nayk@ukr.net
ORCID 0000-0002-9330-2766

A.K. Tarnovetskiy, graduate student
SSI «MorGeoEkoCenter» of NAS of Ukraine, Kyiv
55-b, O. Honchara str., Kyiv, Ukraine, 01054
E-mail: youketeroamano22@gmail.com

CURRENT BEACH DEPOSITS OF THE DANUBE-DNIESTER SEGMENT OF THE BLACK SEA (LITHOLOGY AND GENESIS)

The acumulative beach deposits of the western-north coast of the Black Sea in the area from the village of Liman (Katran spit) to the village of Carolino-Bugaz (Odessa region) have been studied. The length of the coastal line in the study area is approximately 86 km. The following forms of beach areas are widespread here: spit, spills, sloping beaches. 35 samples were taken and analyzed from all types of beach depressions by the same methodology during the summer period. The sampling was carried out at all accessible for sampling places of beach deposits from the middle part of the near-shore beaches (between the water level and the shore) and at a distance of 5—7 m from the water's edge on the headlands and spits in the period when there are no storms. For this purpose standard plastic containers with a capacity of 1 liter were used. The samples were taken from a depth of 30 cm from the surface with a stripping area of 30×30 cm. At each point the description of the coastal zone structure and the character of beach deposits was carried out, then recorded in the logbook and were connected to the coordinates by GPS system.

Granulometric and mineralogical analysis was carried out. It was determined that fractions 0,25—0,5 mm prevail in the granulometric composition among all types of beach deposits, which makes 66% and 0,1—0,25 mm — 30%. In the minimum quantities there are coarse-grained and aleuropelite fractions. The main places of localization of drilled-grained psammite and aleuropelite fractions are the areas with low influence of coastal tidal processes. However, during the periods of increased hydrodynamic activity (autumn-winter), additional resuspension of material takes place, which results in displacement of other fractions from the deposits and their transfer to the seaside. Beach sediments are 90—95% quartz. The other — calcite, feldspar, mica, technogenic substances. Ore minerals are represented by magnetite, lime spheroids, ilmenite, acerbic garnets, stavrolite, actinolite. The main sources of terrigenous material for the formation of beach deposits on the studied area of the coastline are: underwater bench, river flow of the Dniester and the coastal abrasion. The direction along the coastal stream from Odessa to the Danube is the strongest in the distribution of sediments. In general, the beach deposits of this segment of the coast are environmentally clean, with no radioactive minerals and the content of man-made material does not exceed 0,1%.

Key words: Black Sea, beach deposits, lithology, granulometric composition.