

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЇ, ГЕОГРАФІЇ І ЕКОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ**

**ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА  
АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ**

**Кваліфікаційна робота (проект)**

на здобуття ступеня вищої освіти “магістр”

Виконала: студентка 2 курсу, 213-м групи

Спеціальності 103 Науки про землю

Освітньо-наукової програми Науки про землю

Антонюк Вікторія Олександрівна

Керівник к.геогр.н., доцент Котовський І.М.

Рецензент к.геогр.н., доцент Богасьорова Л.М.

Херсон – 2020

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>РОЗДІЛ 1. АРАБАТСЬКА СТРІЛКА – ЯК АКУМУЛЯТИВНА ФОРМА</b> .....	7
1.1. Географічне розташування та етимологія назви .....	7
1.2. Коротка історія дослідження геолого-геоморфологічних умов.....	9
1.3. Морфогенетичне визначення .....	11
1.4 Місце Арабатської Стрілки в морфосистемах Азовського моря....	15
<b>РОЗДІЛ 2. ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ</b> .....	18
2.1. Тектонічні умови та складові морфоструктури.....	18
2.2. Походження Арабатської Стрілки.....	21
2.3. Літологічна будова Арабатської Стрілки.....	25
<b>РОЗДІЛ 3. ГЕМОРФОЛОГІЧНІ УМОВИ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ</b> .....	28
3.1. Згінно-нагонові як домінуючий фактор рельєфоутворення.....	28
3.2. Морфографічна характеристика.....	30
3.3. Морфологічні умови.....	35
<b>РОЗДІЛ 4. АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРОЦЕСИ РЕЛЬЄФОУТВОРЕННЯ В МЕЖАХ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ</b> ..	40
4.1. Вплив підхідного каналу до порту Генічеськ.....	40
4.2. Вплив будівництва шляхів сполучення та видобутку корисних копалин.....	42
4.3. Вплив рекреаційної діяльності.....	45
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	47
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	49

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Для берегової зони Азовського моря характерна велика кількість різноманітних природних об'єктів, з різноманітними геолого-геоморфологічними особливостями. Найбільшим об'єктом берегової зони являється Арабатська Стрілка, яка розташована в західній частині відповідного моря у вигляді потужного берегового бар'єру.

Досліджувана акумулятивна форма, в геополітичному відношенні, представляє собою дуже важливий стратегічний об'єкт, а в економічному - це один з найбільших рекреаційних центрів України. Саме тому, подальший розвиток району Арабатської Стрілки може бути пов'язаний виключно з розвитком рекреації та шляхів сполучення. У відповідних умовах раціональне природокористування може бути впроваджено лише за наявності інформації про геолого-геоморфологічне середовище.

Детальний аналіз фахових літературних джерел, свідчить, що останні дослідження геолого-геоморфологічного середовища проводились біля п'ятнадцяти років тому. В той же час антропогенний тиск на відповідне середовище постійно збільшується, саме тому інформація про його стан повинна постійно оновлюватися. Відповідно тема кваліфікаційної роботи має значну актуальність.

***Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.***

Наведена кваліфікаційна робота підготовлена в контексті реалізації ініціативної науково-дослідної теми кафедри екології та географії: «Морфологія і динаміка берегової зони Азово-Чорноморського басейну України» (номер державної реєстрації 0118U00402).

***Мета дослідження*** - проаналізувати геолого-геоморфологічні умови Арабатської Стрілки.

Для досягнення відповідної мети роботи перед нами були поставлені наступні **завдання**:

1. Проаналізувати природні умови Арабатської Стрілки та визначити її місце в берегових морфосистемах Азовського моря.
2. Визначити геологічні особливості досліджуваної акумулятивної форми.
3. Проаналізувати морфографічні умови поверхні та берегової зони Арабатської Стрілки.
4. Дослідити морфологічні особливості відповідної акумулятивної форми.
5. Проаналізувати антропогенний вплив на геолого-геоморфологічні умови Арабатської Стрілки.
6. **Об'єкт дослідження:** геолого-геоморфологічне середовище Арабатської Стрілки.
7. **Предмет дослідження:** визначення особливостей сучасного стану геолого-геоморфологічного середовища Арабатської Стрілки.

При написанні відповідної кваліфікаційної роботи були використанні наступні методи наукового дослідження:

*Метод літературного аналізу* - який був використаний при дослідженні природних особливостей та антропогенної трансформації Арабатської Стрілки.

*Метод аналізу картографічних джерел* - був використаний для аналізу морфологічних, морфодинамічних та еколого-геоморфологічних.

*Метод польових досліджень* - був використаний при вивченні геолого-геоморфологічних особливостей Арабатської Стрілки під час експедицій.

*Метод статистичного аналізу* - впроваджений при проведенні обробки матеріалів польових спостережень, в лабораторних умовах.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному:

- вперше був проведений морфографічний аналіз поверхні та берегової зони Арабатської Стрілки, визначений зв'язок між розчленуванням берегової смуги та структурними особливостями відповідної акумулятивної форми. Морська частина відповідного півострова характеризується

вирівняним характером, в той час як лагунна, навпаки має складно розчленований характер, зумовлений наявністю корінних останців.

- вперше був деталізований характер впливу антропогенних видів діяльності на процеси рельєфоутворення, як поверхні так і берегової зони Арабатської Стрілки. Найбільш важливими у рельєфоутворюючому значенні видами антропогенної діяльності являються будівництво та функціонування підхідних каналів, створення різноманітних шляхів сполучення та поширення рекреаційної забудови.

**Практичне значення одержаних результатів.** Матеріали, отримані під час написання кваліфікаційної роботи, можуть бути впроваджені під час різноманітних видів природокористування в межах поверхні та берегової зони Арабатської Стрілки. Насамперед, це стосується будівництва автошляхів, поширення рекреаційних закладів та відновлення портової діяльності, а також наведені матеріали можуть бути застосовані для підвищення стратегічної безпеки нашої країни.

**Апробація результатів дослідження.** Наведена кваліфікаційна робота пройшла апробацію під час науково-методичних семінарів кафедри екології та географії, факультету біології, географії та екології, Херсонського державного університету.

При підготовці відповідної кваліфікаційної роботи була підготовлена до друку стаття на тему: «Морфографічні особливості Арабатської Стрілки». Відповідна публікація оприлюднена у найближчому випуску «Наукових записок Херсонського відділу Українського географічного товариства».

**Структура роботи.** Загальний об'єм роботи 54 сторінки. В структурі роботи виділяється зміст, вступ, чотири розділи, висновки та список використаних джерел.

**Вступ.** У відповідній складовій частині роботи відображена її актуальність, зв'язок із науковими темами, визначена мета та завдання роботи, об'єкт та предмет дослідження. Проаналізовані методи дослідження,

наведена наукова новизна, практичне значення та результати апробації матеріалів кваліфікаційної роботи.

*Розділ 1.* В межах даної частини роботи проаналізовані природні особливості Арабатської Стрілки, наведена кратка історія дослідження геолого-геоморфологічних умов відповідної форми, а також визначено її місце серед морфосистем Азовського моря.

*Розділ 2.* В даному розділі проаналізовані особливості геологічного середовища досліджуваної акумулятивної форми, визначені тектонічні, генетичні та літологічні умови.

*Розділ 3.* У відповідній частині роботи наведені матеріали польових досліджень з геоморфології Арабатської Стрілки. Наведені матеріали загальної характеристики рельєфу поверхні та берегової зони, зроблений морфографічний та морфологічний аналіз акумулятивної форми.

*Розділ 4.* В цій частині роботи проаналізовані основні види антропогенної діяльності в межах Арабатської стрілки та визначено їх рельєфоутворююче значення.

*Висновки.* Наведені основні результати проведеного дослідження.

*Список використаних джерел* складається з 50 видань.

## РОЗДІЛ 1

### АРАБАТСЬКА СТРІЛКА - ЯК АКУМУЛЯТИВНА ФОРМА

#### 1.1. Географічне розташування та етимологія назви

Арабатська Стрілка представляє собою крупний півострівний масив суходолу, розташований в західній частині Азовського моря (рис. 1.1) та витягнутий із південного сходу на північ, від кореневої частини Керченського півострова до Генічеського виступу Причорноморської низовини, своїм тілом відокремлює акваторію лагуни Сиваш [17].

Територіально досліджуваний нами півострів відноситься до Присивасько-Кримської низовинної фізико-географічної області, з характерними рисами палеогеографії, геологічної будови, рельєфу, контурів берегової лінії, клімату, поверхневих і підземних вод, ґрунтового покриву, рослинного і тваринного світу [25, 32, 36]. Відповідно, шляхи і ступінь господарського засвоєння відрізняються від тих, які притаманні сусіднім територіям.

Довжина Стрілки досягає 112 км, починається вона від вершини Арабатської затоки біля селища Каменського (на півдні) і закінчується протокою Тонкою біля м. Генічеськ (на півночі). Ширина відповідного утворення змінюється від 220 м (на півдні) до 12650 м (в районі корінних виступів) [32].

Арабатська Стрілка представляє собою полігенетичне утворення, до складу якого входять глинисті ділянки, складені неоген-антропогеновими суглинками і супісями, а також акумулятивні ділянки сформовані піщаними, черепашковими та детритовими відкладами [45]. Глинисті ділянки не мають відношення до наносної Арабатської Стрілки - це масиви корінного суходолу, які виникли задовго до утворення акумулятивної частини.

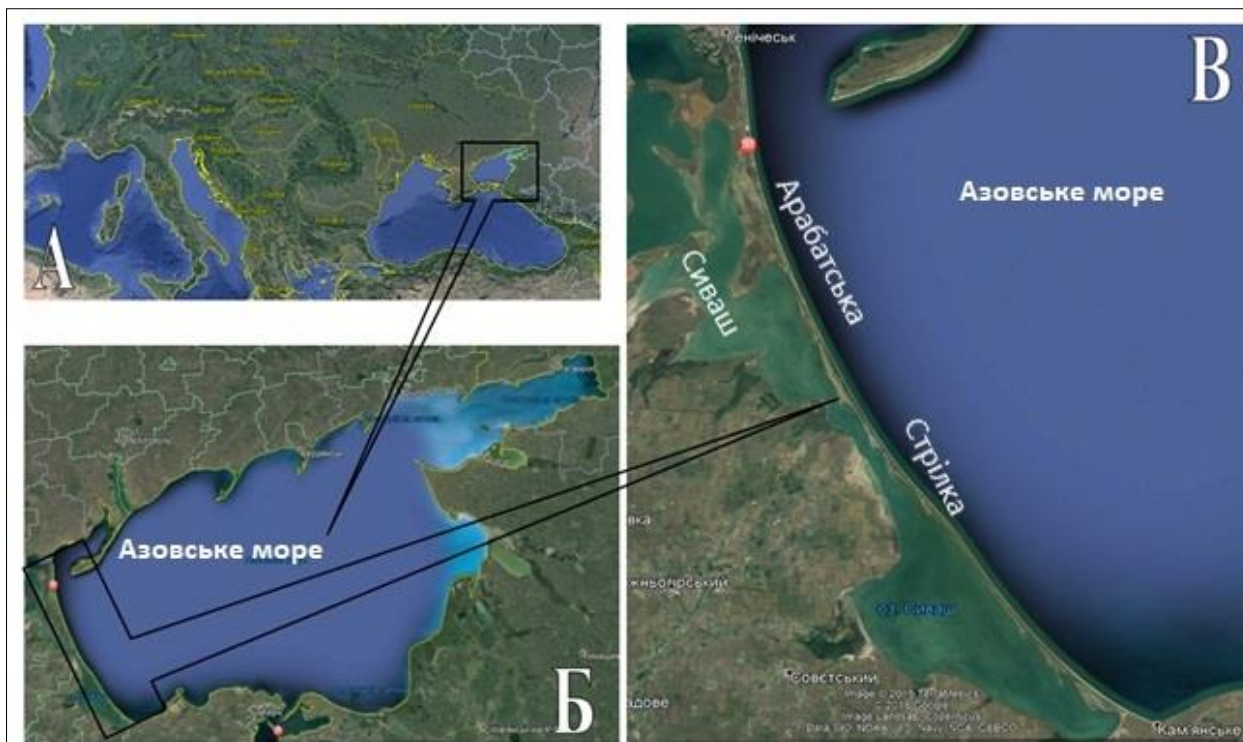


Рис. 1.1. Географічне розташування Арабатської Стрілки: а - Азовське море на карті Південно-східної Європи; б - Азовське море та місце розташування півострова; в - Північно-західна частина Азовського моря та Арабатська Стрілка (космічні знімки з ресурсу GoogleEarth).

Саме тому вони підвищуються над навколишніми територіями у вигляді виступів і створюють велику розчленованість поверхні та берегової смуги із боку затоки. Корінні ділянки з боку лагуни утворюють урвисті миси і півострова, з чітко вираженими активними кліфами. В межах узбережжя затоки Сиваш вони піддаються абразії з середніми швидкостями 0,1 - 0,5 м/рік, а на деяких ділянках, наприклад, на півострові Семенівський Кут и Стрілковий Кут вони перевищують 2 м/рік [46]. Відповідну динаміку важливо враховувати під час рекреаційної забудови та ведення господарства. На поверхні корінних ділянок розташовані населенні пункти Генічеська Горка, Приозерне, Щасливцеве, Стрілкове, а також пасовища, виноградники, городина та інші сільськогосподарські угіддя.

Слід зауважити, що корінні виступи і утворюють каркас, до якого кріпиться наносна Арабатська Стрілка, яка розташована з боку Азовського



моря. Саме тому берегова лінія з боку Сиваша звивиста, а з морської частини - вирівняна і розвивається під впливом морських хвиль [16, 32].

Етимологія подвійної назви Арабатська Стрілка походить від турецької фортеці «Арабат», руїни якої розташовані в межах її південної частини, а також від особливостей зовнішнього вигляду. Безпосередньо назва «Арабат», в перекладі з тюркської визначається як - «передмістя, прикордонний пункт, фортеця або укріплення» [50]. Існує й інше тлумачення, а саме, що назва походить від татарського *\*araba-öl*; дослівно: «шлях для гарби», «дорога для гарби» [25, 50]. Ця дорога існувала ще за часів Київської Русі і вела до Тмутараканського князівства. Можливо, назва фортеці, в свою чергу походить від згаданого шляху, згодом перенесена на косу - Арабатська. Найменували косу російські солдати під час кримських походів 1737 - 1739 рр. [25]. На сучасному етапі, місцеве населення для відповідного природного об'єкту використовує назви - «Стрілка», «Тонка» або «Арабатка».

## **1.2. Коротка історія дослідження геолого-геоморфологічних умов**

Район Арабатської Стрілки почав вивчатися науковцями різних галузей починаючи з XIX століття, але більшість досліджень носили епізодичний характер і були присвячені виключно комплексним фізико-географічним компонентам [41].

Перша найбільш детальна інформація про геолого-геоморфологічні умови досліджуваної нами акумулятивної форми з'являється в роботі Б.С. Шустова [48]. Він описав загальні фізико-географічні риси району, включаючи рельєф і геологічну будову. Автор проаналізувавши історико-картографічний матеріал, прийшов до висновку, що вік відповідної форми, в кілька сотень років.

У відповідній роботі наводиться опис західних берегів Арабатської Стрілки: «...конфігурація берегової лінії Сиваша з боку Арабатської стрілки

розгалужена, в її межах зустріти виступи і коси, які витягнуті з півночі на південь...».

Також, Б.С. Шустов висуває припущення, що корінні складові відповідної форми, а саме Чокрацький та Генічеський півострови, раніше були частинами сучасних півостровів Кримського (Княжича, Тюп-Кангилу, Тюп-Тархану та Тюп-Джанкою). Під час досліджень західного берегу Арабатської Стрілки, автор звернув увагу на явні сліди прорв в районі фортеці Арабата в районі Шакалінського звуження [48].

Спрямовані дослідження геолого-геоморфологічних умов берегової зони, почали проводитись у другій половині ХХ ст., серед науковців берегознавців слід згадати В.П. Зенковича [25, 26], А.А. Аксьонов [1, 2], В.А. Мамікіну [32], Ю.П. Хрустальова [32, 36], В.В. Корженевського [30], О.А. Клюкіна [30], Ю.Д. Шуйського [46] тощо.

Слід відзначити, що саме В.П. Зенкович [25, 26], припустив, що Арабатська Стрілка на перших етапах, з'явилася у вигляді підводного бару, при більш низькому рівні, коли край корінного суходолу знаходився східніше сучасного берега Сивашу. При продовженні трансгресії, бар повільно рухався в західному напрямку, приблизно 1500 - 2000 років тому він здійнявся над поверхню. Головною причиною його виходу на денну поверхню стало упирання тіла підводної форми у виступи корінного суходолу (п-ів Чоркак, п-ів Семенівський Кут).

В 1980 році вийшла у світ книга «Берегова зона Азовського моря», в якій вперше надана комплексна характеристика Арабатської Стрілки. Наведені морфометричні, морфологічні та літологічні умови берегової зони, описані морфо - та літодинамічні риси [32].

Дослідженнями які проводили співробітники кафедри фізичної географії та природокористування геолого-географічного факультету ОНУ ім. І.І. Мечникова під керівництвом Ю.Д. Шуйського, дозволили визначити значення штормових заплесків та згоново-нагонових коливань рівня для розвитку берегової зони [46, 47].

У роботах Михайлова В.А. [34] наведений опис сиваське узбережжя Арабатської стрілки, в межах якого виділяються невеликі коси «азовського типу» та наведені їх морфологічні та метричні характеристики.

Питанням геологічної та тектонічної будови присвячені роботи Хрустальова Ю.П. [32, 43], Шнюкова Е.Ф. [45], Варущенко С.І. [7].

Особливо слід відзначити роботи Е.Ф. Шнюкова [45], в яких наведені матеріали з геологічної історії, описані структурні та літологічні умови району Арабатської стрілки. В роботах Хрустальова Ю.П. [32, 43] описані тектонічні рухи різних частин відповідного району, виділені диз'юнктивні порушення субширотного і субмеридіонального поширення.

В роботі Варущенко С.І. [7], наводяться матеріали структурно-геоморфологічного аналізу Арабатської Стрілки, за яким були визначені зв'язки між умовами берегових валів та сучасними тектонічними рухами.

Отже можна сказати, що на даний час комплексної наукової роботи, як б описувала у повному обсязі геолого-геоморфологічні умови Арабатської Стрілки, до цих пір не створено. В умовах активного рекреаційного навантаження на даний об'єкт, активізацією кліматичних катаклізмів, антропогенного перетворення поверхні Стрілки, сучасні наукові дослідження повинні допомогти оптимізувати природокористування території.

### **1.3. Морфогенетичне визначення**

Акумулятивні форми в залежності від генезису, особливостей еволюції та складу наносів характеризуються виключною різноманітністю, як у морфометричному, так і в морфологічному плані. Саме тому існує дуже багато різноманітних класифікацій акумулятивних форм, які основані на їх загальній типізації [25, 26, 39].

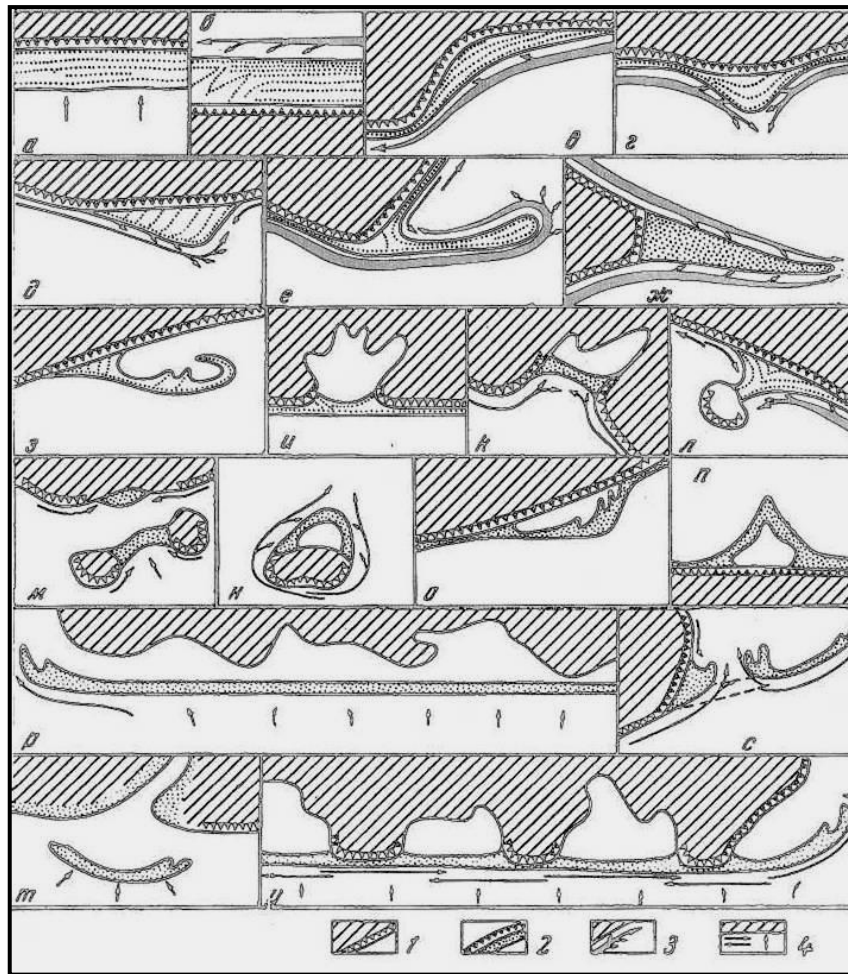


Рис.1.2. Типи акумулятивних берегових форм [26]. *Притулені*: а - тераса донного живлення, б - тераса вздовж берегового живлення, в - тераса, що заповнила ввігнутість, г - симетричний виступ двобічного живлення, д - асиметричний виступ однобічного живлення; *Вільні*: - коса (однобічне живлення), ж - стрілка (двобічне живлення), з - коса у вирівняного берегу; *Замикаючі*: и - пересип в гирлі бухти, к - пересип в середній частині бухти, л - перейма, м - між острівна перейма; *Облямовуючи*: н - скобоподібна коса (двобічне живлення), о - кривульна коса (однобічного живлення), п - симетрична подвійна облямовуюча коса; *Відмежовані*: р - береговий бар, с - акумулятивний острів, що виник при розриві тіла коси, т - акумулятивний острів; у - береговий бар, притулений до виступів берегу.

Умовні позначки: 1 - материковий суходіл та активний кліф; 2 - відмерлий кліф та берег, обрамлений пляжем; 3 - потік наносів та постачання

матеріалів до берегу та в бік моря; 4 - міграція наносів вздовж краю акумулятивної форми и постачання матеріалу зі дна.

За характером розташування акумулятивних форм по відношенню до корінних берегів їх розділяють на: притулені, вільні, замикаючі, облямовуючи та відмежовані.

*Притулені* акумулятивні форми сполучені з корінним берегом на великій протяжності свого внутрішнього боку. До наведених наносних форм відносять різноманітні берегові тераси та акумулятивні виступи. Серед берегових терас, виділяються тераси вирівняних берегів, тераси заповнених бухт, ввігнутостей та вхідних кутів берегової смуги. Акумулятивні виступи зазвичай мають трикутну форму та поділяються на симетричні та асиметричні виступи (рис. 1.2.).

Акумулятивні форми можуть представляти собою виступ, край якого висунутий в бік моря на відстань більшу, ніж ширина його основи. Акумулятивні форми з подібними характеристиками відносять до *вільних*, серед відповідних форм найчастіше зустрічаються різноманітні коси і стрілки.

Косами називаються ті акумулятивні форми, які живляться за рахунок одного потоку наносів та направлені паралельно загальної лінії берега або зігнуті в глибину заток чи ввігнутостей. Форми, які направлені у бік відкритого моря, та живляться за рахунок двох потоків наносів називаються «стрілками». Коси і стрілки сполучені із суходолом одним кінцем (корінним або притуленим), протилежний кінець, який вдається в бік моря є вільним та називається дистальним [25, 26, 39].

Акумулятивні форми, які сполучені з суходолом двома кінцями і замикають собою який-небудь водний простір (приклад: Арабатська стрілка на Азовському морі), в такому випадку ми маємо справу з новим типом – *замикаючі* [26, 32]. До відповідних форм належать берегові бари та пересипі. Останні перегороджують затоки в середній частині або відгороджують від

моря гирла заток і бухт. Бари на відміну від пересипів, витягнуті уздовж берегової смуги великої протяжності.

Пересипі іноді розчленовують контури берегової смуги, відповідно бари навпаки, за звичай вони тягнуться на деякій відстані від вхідних мисів, що обмежують затоки, іноді вони можуть торкатися виступаючих мисів. До замикаючих форм, також відносять так звані перейми - наносні утворення, що виникли у хвильовому затінку та сполучають суходіл з островом, або два острови один з одним [25].

Замикаючі форми, у яких обидва кінці сполучені з корінним суходолом, звичайно не виступають за межі загальної лінії берегу, а навпаки, випрямляють його або утворюють ввігнутість в гирлах заток. Тому опуклі в плані подвійні і кривульні коси, різноманітних і химерних контурів, відносяться до особливого класу форм *облямовуючих*. Вони містять в своєму тілі значні за розміром лагуноподібні озера та мають дистальний кінець, що спрямований у відкрите море [35].

Останній клас представляють *відмежовані* форми, які взагалі не сполучені з сушею. Частіше відмежованими формами бувають коси і стрілки які відмирають, тому що вони перестали одержувати наноси, внаслідок чого перемичка, що сполучала ці форми із суходолом виявилася розмитою. Також до цього класу відносять деякі берегові бари [26].

Відповідно акумулятивні форми мають велике різноманіття, яке зумовлено насамперед її генезисом та стадією еволюції. На різноманіття акумулятивних форм також впливають наноси якими складені ці форми, а також характер потрапляння цих наносів в тіло даної форми. Арабатська Стрілка у морфогенетичному відношенні належить до замикаючих берегових форм акумулятивного рельєфу [26, 31, 35, 39].

#### 1.4. Місце Арабатської Стрілки в морфосистемах Азовського моря

Довжина берегів Азовського моря без урахування затоки Сиваш і Молочного лиману становить 799,8 км, з яких 471,9 км (59,1%) належить до абразійних та відступає із середньою швидкістю 0,2 - 4,8 м/рік [3]. Вздовж 155,2 км (19,4%) берегова лінія характеризується розвитком акумулятивних процесів. На інших ділянках берега (172,7 км - 21,5%) умови виділяються як динамічно стабільні [25, 32].

Формування берегів Азовського моря відбувалось під впливом морських факторів, а саме хвильової діяльності, синоптичних коливань та прибережно-морських, тощо. Важливе значення також мали геоморфологічні умови, а саме рельєф суходолу та підводного схилу, літологічний склад і структурна дислокованість гірських порід, гідродинамічний режим надходження наносів, спрямованість та інтенсивність тектонічних рухів, зокрема сучасних [5].

До екзогенних геолого-геоморфологічних процесів, які мають найбільший вплив на формування берегів Азовського моря, відносяться абразія, зсуви, обвали, акумуляція. В залежності від поширення та інтенсивності того чи іншого процесу, на узбережжі Азовського моря виділяються такі типи берегів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1.

Характеристика типів берегів акваторії Азовського моря [36]

Група типів берегів	Характеристика типів берегів	
	Типи берегів	Окремі форми рельєфу
Рівнини, що руйнуються	1. Абразійно-зсувні в глинистих породах	Зсувні амфітеатри і циркули, кліфи
	2. Абразійно-обвальні в глинистих породах	Абразійні, абразійно-обвальні, хвилеприбійні ніші і вторинні мікроформи
	3. Абразійно-акумулятивні дрібнобухтові береги первинного розчленування в глинистих породах	Активні кліфи чергуються з акумулятивними терасами і «кишеньковими» пляжами в умовах відносно рівного контуру берегів
	4. Абразійно-акумулятивні великобухтові береги вторинного розчленування	Абразійно-обвальні, абразійно-зсувні кліфи в глинистих породах, акумулятивні піщано-черепашкові коси, тераси
	5. Давньоабразійні	Відмерлі кліфи і ерозійно-вивітрені схили ескарпів

Акумулятивні нанесені форми і такі, що розмиваються	6. Дельтові	Дельтові, хвильові, полігенетичні пасма, бари, коси, пляжі
	7. Акумулятивні вирівняні а) лиманні б) лагунні	Тераси, пляжі, бари, які нарастають - коси, пересипі, бари лиманів і лагун
	8. Береги «нейтральні з вітровим присиханням» і мілководним прибережним дном	Епізодично, іноді затоплені псевдовати, ерозинці, малоактивні кліфи, фітогенні пляжі
	9. Первинно акумулятивні, які деградують і відступають	Генетично суміжні з активними кліфами пересипі, тераси, бари, коси, які розмиваються і відступають
	10. Антропогенні	Штучні пляжі, тераси, схили, кар'єри, бетонні і кам'яні буни, траверси, ескарпи та інші форми позитивного і негативного рельєфу

## Продовження таблиці 1.1.

Група типів берегів	Характеристика типів берегів	
	Типи берегів	Окремі форми рельєфу
Динамічні явища в береговій зоні моря	11. Вздовж берегові потоки наносів	Результативний рух наносів вздовж берега в одному напрямі, але на фоні збереження нетривалих різноспрямованих зміщень наносів
	12. Режим поперечних міграцій наносів	Результативний рух наносів з підводного схилу у напрямі берега на фоні збереження поперечних і вздовж берегових нетривалих переміщень водотоків
	13. Потрапляння осадового матеріалу в берегову зону	Скид осадового матеріалу в берегову зону за рахунок абразії активних кліфів і бенчів, стоку річкових наносів і непостійних потоків тощо
	14. Скид вздовж берегових потоків і поперечної міграції наносів	Акумуляція (акреція) наносів під час часткового або остаточного їх вилучення зі вздовж берегових потоків, поперечних міграцій, еолових осередків, річкових гирл
	15. Горизонтальні величини деформацій берегової лінії	Змінні багаторічні швидкості відступання (- в чисельнику) і нарощування (+ в знаменнику) берегової лінії моря
	16. Вертикальні деформації поверхні надводних і підводних форм рельєфу	Змінні багаторічні швидкості зниження (- в чисельнику) і підвищення (+ в знаменнику) поверхні рельєфу

Вздовж берегової зони Азовського моря виділяються чотири берегові морфосистеми, а саме: Північна, Арабатська, Керченсько-Таманська, Кубанська та Північно-Східна (рис. 1.3.) [32].



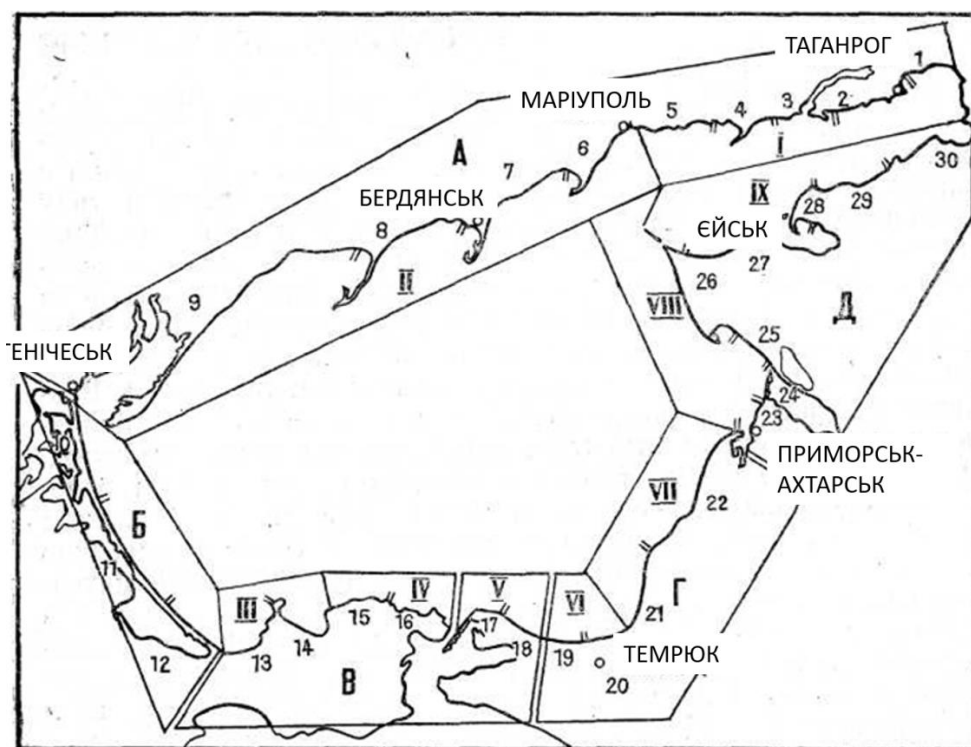


Рис. 1.3. Схема районування берегів Азовського моря: А, Б, В, Г, Д - берегові області; I - IX берегові райони; 1 - 30 - ділянки берегу [32].

Досліджувана нами акумулятивна форма розташована в межах Арабатської берегової морфосистеми, в її межах три складові частини, а саме: північна, центральна та південна. Характерна особливість відповідної морфосистеми зумовлена спрямованістю уламкового матеріалу вверх по схилу, під час поперечного руху наносів. Відповідно за еволюційним спрямуванням відповідна морфосистема належить до акумулятивних [26].

## РОЗДІЛ 2

### ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ

#### 2.1. Тектонічні умови та складові морфоструктури

В структурному відношенні територія Арабатської Стрілки розташована в межах чотирьох тектонічних утворень, а саме: Північно-Азовського (Сиваська западина) і Індоло-Кубанського (Індольська западина) прогинів, Середньоазовського підняття (Стрілковського) (рис. 2.1.) [7, 13, 45].

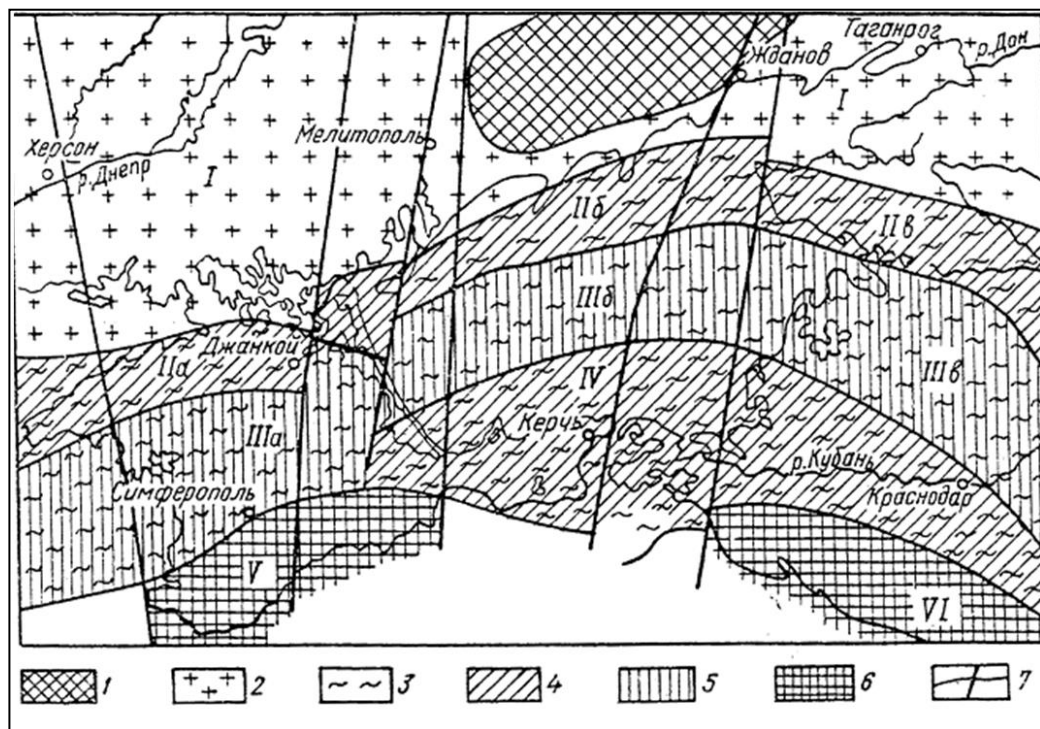


Рис. 2.1. Схема структурно-тектонічного районування акваторії Азовського моря [45]: 1 - виходи на поверхню древніх кристалічних порід; 2 - занурені області докембрійського кристалічного фундаменту; 3 - область з епігерцинським фундаментом; 4 - прогини; 5 - підняття; 6 - складчасті райони; 7 - межі геоструктур та розривні порушення.

I - Північна зона Причорноморської западини (північний борт); II - Зона Причорноморських прогинів: IIa - Північнокримський прогин; IIб -

Північно-Азовський прогин; Пв - Єйський прогин; Ш - Зона причорноморських піднять: Ша - Центральнокримське підняття; ШБ - Азовське підняття (вал); Шв - Канєвсько-Березанське підняття; IV - Індоло-Кубанський прогин; V - Гірський Крим; VI - Великий Кавказ.

Стрілковське підняття, за даними сейсморозвідки, являє собою складно побудовану антиклінальну структуру, що здіймається в північно-східному напрямку. Амплітуда Стрілецького підняття, по подошві відкладень палеогену, становить 75 м. Звід структури ділиться невеликим поперечним прогином на дві частини - західну й східну. В межах Арабатської Стрілки простежується лише незначна частина підняття, а більша, розташована в межах акваторії моря [32, 45].

В межах регіону дослідження виділяють досить складні диз'юнктивні порушення. Східною межею Сиваської депресії є зона інтенсивного диз'юнктивного субмеридіонального порушення. Подібними розривними порушеннями обмежено з півночі й півдня Стрілковське підняття. Два розломи, що обмежують із заходу й сходу Арабатську Стрілку, простягаються від наведеного підняття до міста Генічеськ, а невеликий розлом простежується уздовж північно-західного берега острова Бірючий.

Структурний поверх району Арабатської Стрілки, який поєднує осадову товщу, характеризується спокійним заляганням шарів. Так, для Індольської западини кути падіння меотичних вапняків на південному крилі становлять 10 - 12°, а на північному 2 - 3°. Різниця у величині опускання між осьовою частиною западини й крилами на покрив лімеотиса становить 220 м. Більш молоді відклади характеризуються меншими кутами падіння й відповідно меншою амплітудою прогинання [45].

Північно-азовський грабеноподібний прогин простягається вузькою смугою в північній частині Азовського моря. На півночі він межує з Приазовським виступом щита, відділяючись від нього розламом, що простягається уздовж північного берега Азовського моря по південних окраїнах кос Обитічної і Бердянської. На сході системою розколин Північно-

азовський прогин причленовується до Сійського. У західній частині прогину виділяють Сиваську западину.

Індоло-Кубанський прогин, у західній частині якого виділяється Індольська западина, являє собою велику тектонічну депресію, що сформувалася у період загального здіймання складчастої споруди Кримсько-Кавказької гірської країни в олігоцен-неогеновий час. У межах Скіфської мезозойської плити він накладений на структури більш ранньої генерації.

На заході прогин обмежується Нижньогорським блоком Центрально-Кримського підняття. Південна межа збігається з Ахтирським глибинним розломом, що відмежовує складчасту область Кавказу. На захід від Джигінської поперечної ступені ця межа зміщується до південного заходу по розламу, уздовж якого відбувається різке занурення крейдових відкладень.

Відповідно дуже значну роль у тектоніці акваторії Азовського моря та його окраїн належить розломам, які визначають будову великих регіональних геоструктур, а також форму, розміри й простягання структур більш низьких порядків. Системи розломів розділяються на глибинні, коріння яких урізаються в мантію Землі, похідні від глибинних, що проявляються до різних стратиграфічних рівнів фундаменту й осадової товщі та поверхневі, поширені виключно в межах осадового шару [7, 32, 45].

Глибинні розлами представляють зону дроблення кори шириною до 15 - 20 км, що часто розширюється у верхніх поверхах до 40 км і простягається на сотні кілометрів. Зона глибинного розламу, це складна система супутніх розривів різної амплітуди й різного проникнення, інтенсивна дислокація порід і складне зчленування дрібних блоків.

Окрім розломів, важливе структурне та рельєфоутворююче значення мають неотектонічні голоценові рухи, які насамперед зумовлюють умови осадконакопичення.

Згідно зі схемою голоценових рухів берегів і дна Азовського моря (рис. 3.2.) [43], середньорічна швидкість негативних вертикальних неотектонічних рухів складає в північній частині Арабатської стрілки від - 1 до - 2 мм/рік, в

центральної частині від - 2 до - 3 мм/рік, а в південній частині перевищила - 3 мм/рік.

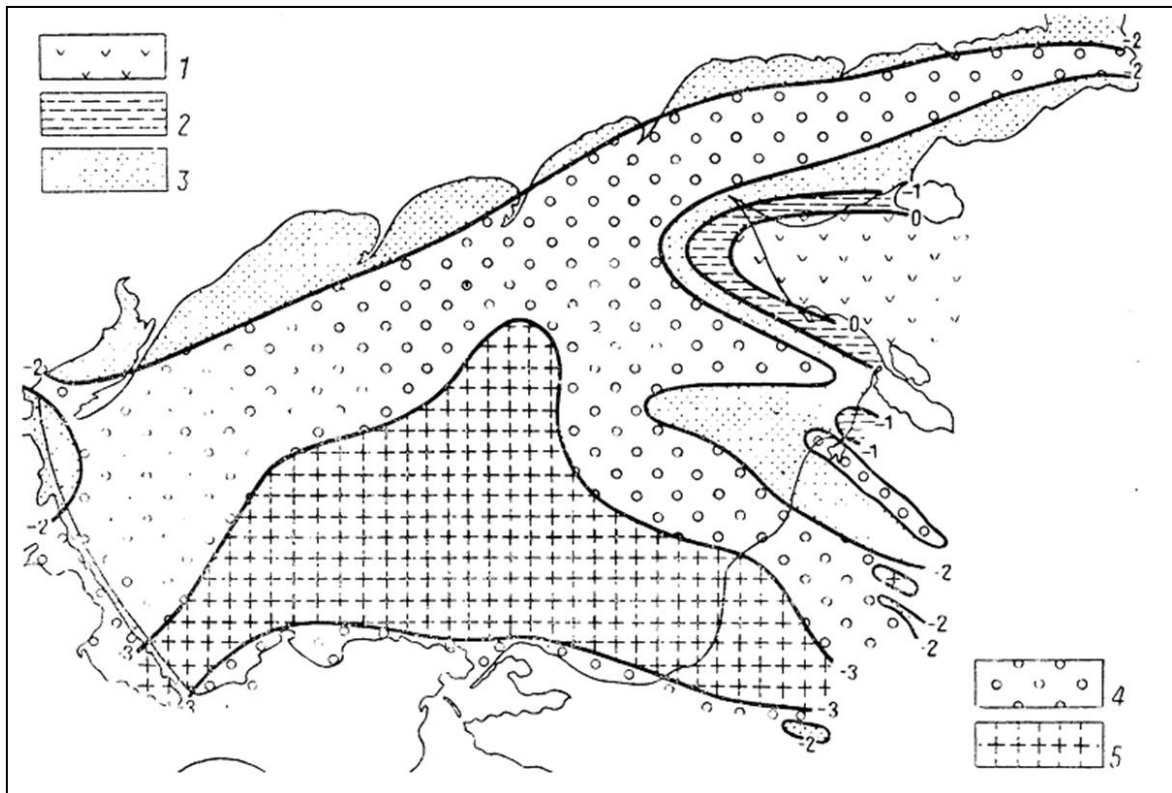


Рис. 2.2. Схема голоценових рухів берегів і дна Азовського моря, мм/рік (за Хрустальовим Ю.П., Щербаковим Ф.А. [43]): 1 - швидкість тектонічних рухів від + 1 до 0; 2 - від 0 до - 1; 3 - від -1 до - 2; 4 - від -2 до -3; 5 - >- 3.

Внаслідок проявлення відповідних рухів, в межах регіону Азовського моря відбулось занурення під рівень Азовського моря лісовидних порід з прошарками похованих ґрунтів. При впливі на рельєфоутворення в береговій зоні відповідні рухи зумовили інтенсифікацію певних абразійних ділянок, формування чисельних лиманів та затоплення новоазовських терас.

## 2.2. Походження Арабатської Стрілки

Формування тіла Арабатської Стрілки відбувалось одночасно із утворенням затоки Сиваш, саме тому для відтворення уявлення про генезис

відповідної акумулятивної форми, розглянемо палеогеографічні гіпотези походження Сивашу.

Всі палеогеографічні гіпотези утворення відповідної затоки можна об'єднати в дві великі групи: *трансгресивна теорія та гіпотеза протоки* [25, 45].

Прибічниками трансгресивної теорії являються В.П. Зенкович та Е.Ф. Шнюков. Згідно відповідної теорії, формування бару розпочалось при значно меншому рівні Азовського моря і набагато східніше його сучасного положення. Повільне здіймання рівня моря та перевідкладення річкових відкладів, спричинило формування підводного бару, який під вплив хвиль східного напрямку поступово зміщувався на захід (рис. 3.3.).

На певному етапі підводний бар зіткнувся із корінними виступами та почав повільно збільшуватись у вертикальному напрямку, поступово перетворившись на острівний бар. За тілом бару утворилася лагуна, в якій почали відкладатися мулисті відклади. Розташовані в північній частині бару корінні останці повністю припинили його рух, в той час як в південній частині бар продовжував зміщуватись, насуваючись на мулисті відклади. Проведене під час досліджень поверхневе буріння, вказало на наявність під шаром піску та черепашки, лагунного мулу [9, 11].

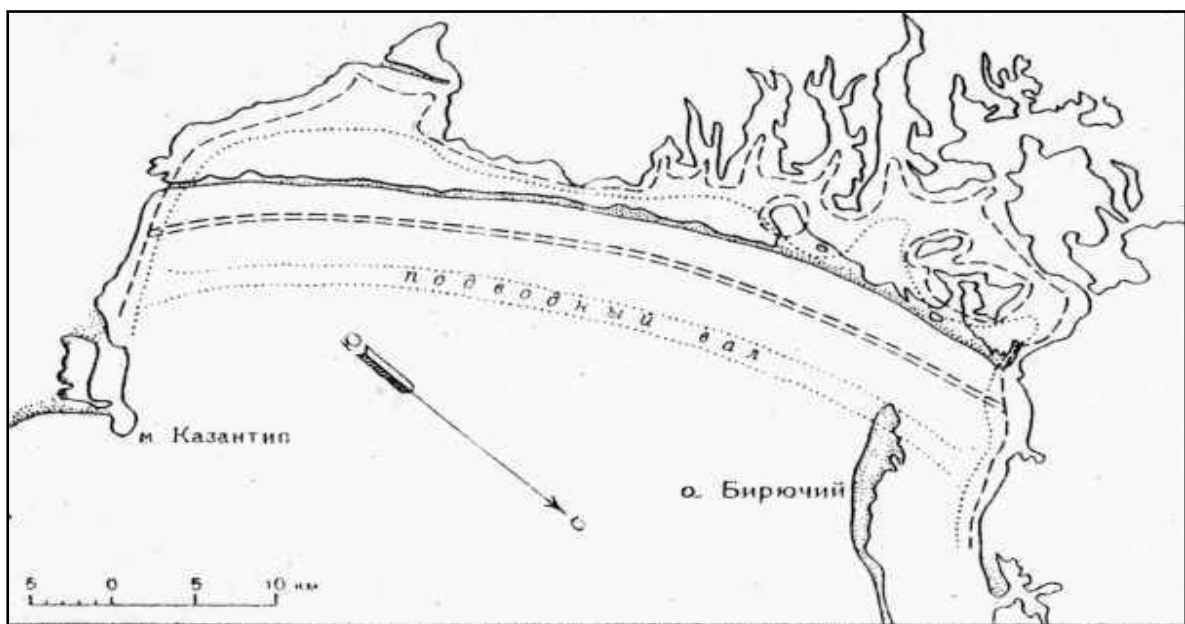


Рис. 2.3. Еволюція Арабатської Стрелки та утворення затоки Сиваш [25].

У районі затоки Сиваш, неодноразово проводилося буріння, але в жодному разі під лагуновими мулами не було знайдено сучасних або новітніх відкладень Азовського моря з характерною для нього фауною. Відповідна теорія про трансгресивно походження затоки Сиваш має літологічні підтвердження.

**Гіпотеза про існування протоки** в районі Перекопського перешийка належить П.С. Палласу (1795, 1803). На підставі аналізу геологічних матеріалів він дійшов до висновку, що джерелом солі в озерах перекопської групи була залишкова морська вода [14].

Насичення води сіллю, відбувалось шляхом висолювання берегових порід. Відповідно до цієї гіпотези, породи відкладені на морському дні на певному етапі активно вбирали в себе морську сіль. Підтвердження відповідної гіпотези Паллас знайшов в описі Плінія Старшого, який припустив існування протоки на півночі кримського виступу в той час [32, 49].

Подібна гіпотеза була висловлена О.К. Леонтьєвими [31]. Згідно цієї гіпотези, на місці сучасної затоки Сиваш, біля двох тисяч років тому існувала протока. Безпосередньо затока була розташована південніше, а від протоки вона була відгороджена пересипом.

До відповідних висновків автор дійшов проаналізувавши матеріали буріння з глибини 40 - 42 м. В розрізі відкладів лагуни, спостерігаються зміна лагунових мулів пісками (на глибині 15 м), які потім знову змінюються мулистими донними відкладами (на глибині 23 м). Шар піщаних відкладів приймаються авторами за давню пересип [31].

Під час літологічних досліджень відкладів Сивашу [45], автор прийшов до висновку, що момент формування Арабатської Стрілки повинен збігатися з часом зникнення зелених і появою сталеве - і блакитнувато-сірих, позбавлених фауни, мулів. Відповідне зникнення фауни в сталеве-сірих мулах пояснюється тим, що виникнення Арабатської Стрілки сприяло швидкому осолоненню лагуни. Відповідно, формування Арабатської Стрілки відбулось 1000 - 1200 років тому [49].

Матеріали отримані при дослідженні мулів, надали можливість скласти уявлення про характер басейну, що існував на місці Сиваша на початку нашої ери (рис. 3.4)

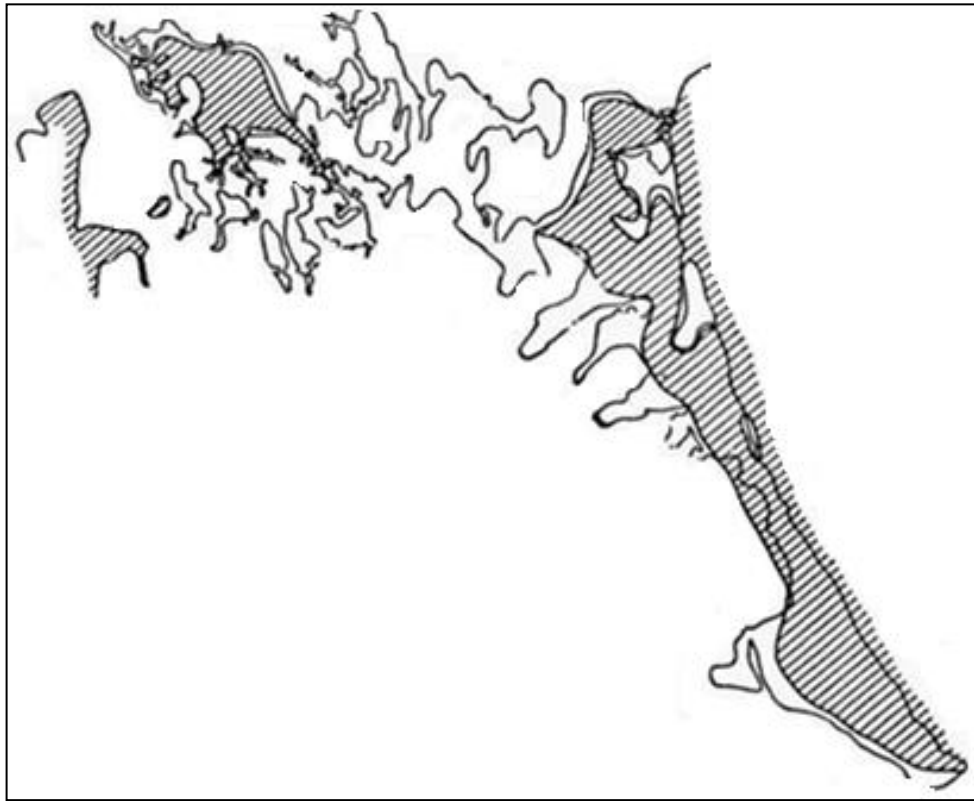


Рис. 2.4. Палеореко́нструкція затоки Сиваш, на початку нашої ери [45].

Аналіз наведеної схеми свідчить, що на місці Сиваша існували два басейни: величезне озеро між Перекопським перешийком та Чонгарським півостровом, а також затока між наведеним півостровом та Арабатською Стрілкою [45].

Відповідно, формування Арабатської Стрілки в будь-якому випадку зумовило формування затоки Сиваш, саме тому в межах відповідної водойми донні відклади кардинально відрізняються від подібних Азовського моря.

Безпосередньо тіло акумулятивної форми утворилося внаслідок взаємодії підводного бару та корінних останців, розташованих в межах затоки Сиваш. Внаслідок чого, Арабатська Стрілка - це складне морфогенетичне утворення, в межах якого виділяється акумулятивна складова та корінні ділянки.



### 2.3. Літологічна будова Арабатської Стрільки

В літологічному відношенні Арабатська Стрілька представляє собою крупний береговий вал складений піщаними та черепашковими відкладами (рис.2.5.). Потужність відповідних відкладів змінюється в межах від 8 м на півночі до 13 м на півдні, відповідна ситуація зумовлена особливостями сучасних тектонічних рухів в регіоні дослідження. Для північної частини форми характерні негативні тектонічні рухи - 1 до - 2 мм/рік, в центральній частині дорівнює - 2,8 мм/рік, в південній - -3,7 мм/рік [32, 46].

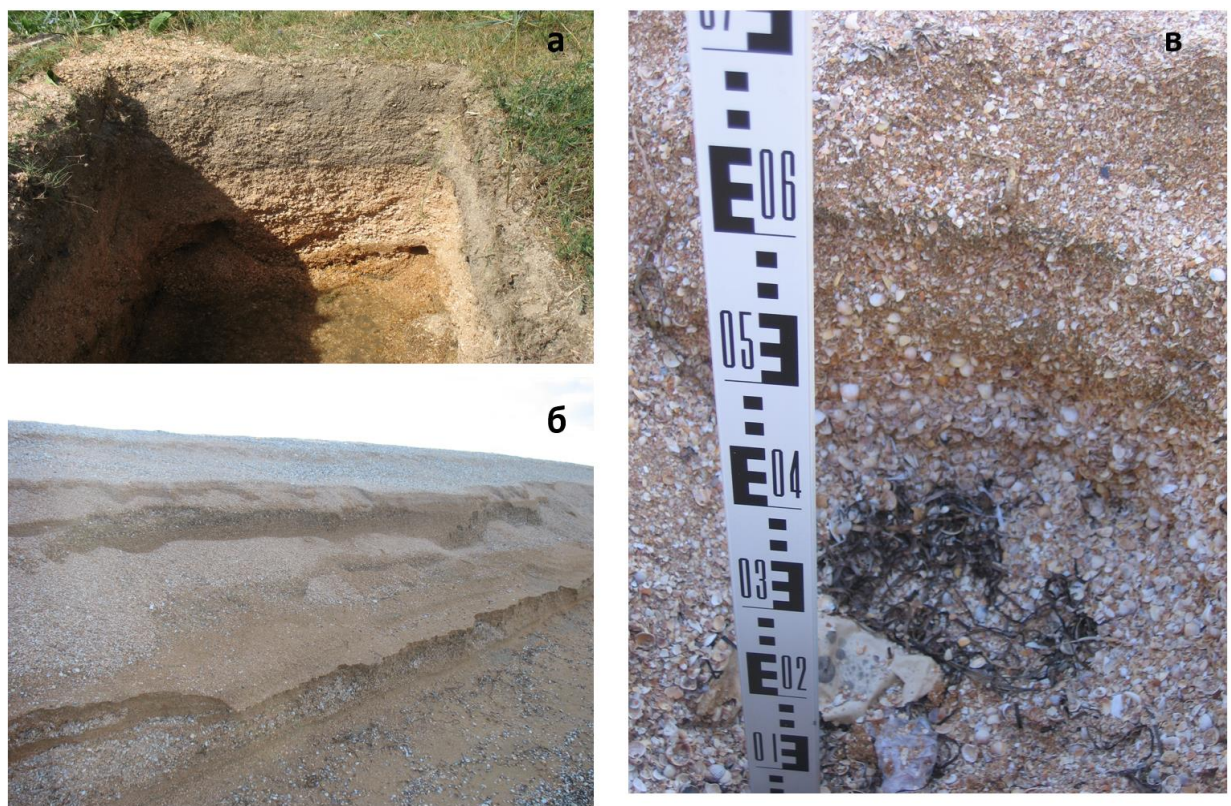


Рис. 2.5. Літологічна будова тіла Арабатської стрільки: а - шурф в межах лиманної зони; б - структура берегового валу; в - шурф в межах берегової зони (фото автора).

Піщано-черепашкові відклади в більшості випадків перекривають сиваські мули, потужність яких біля 22 м, на окремих ділянках вони перекривають четвертинні лісовидні суглинки (рис. 2.6). Загальна кількість піску та ракушки надзвичайно велика, враховуючи довжину утворення в 110

км, при середній ширині в 500 м, а потужності в 6 м, можливо отримати загальну кількість біля 300 млн. м<sup>3</sup>.

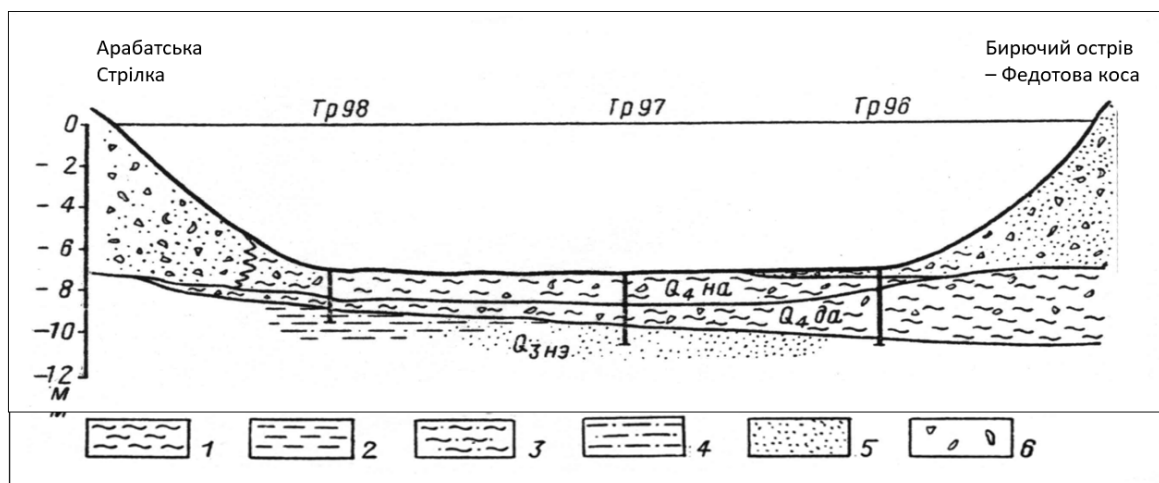


Рис. 2.6. Літологічний розріз прибережних відкладів району Арабатської Стрілки. Умовні позначення: 1 - глинистий вал, 2 - глина, 3 - алевритовий мул, 4 - алеврит, 5 - пісок, 6 - черепашковий детрит [25].

Відповідно, досліджувана нами форма дуже давня, а в її межах зосереджений матеріал не лише із сучасної берегової зони, а з поверхні підводного схилу шириною в 2 км, до глибини в 4 м.

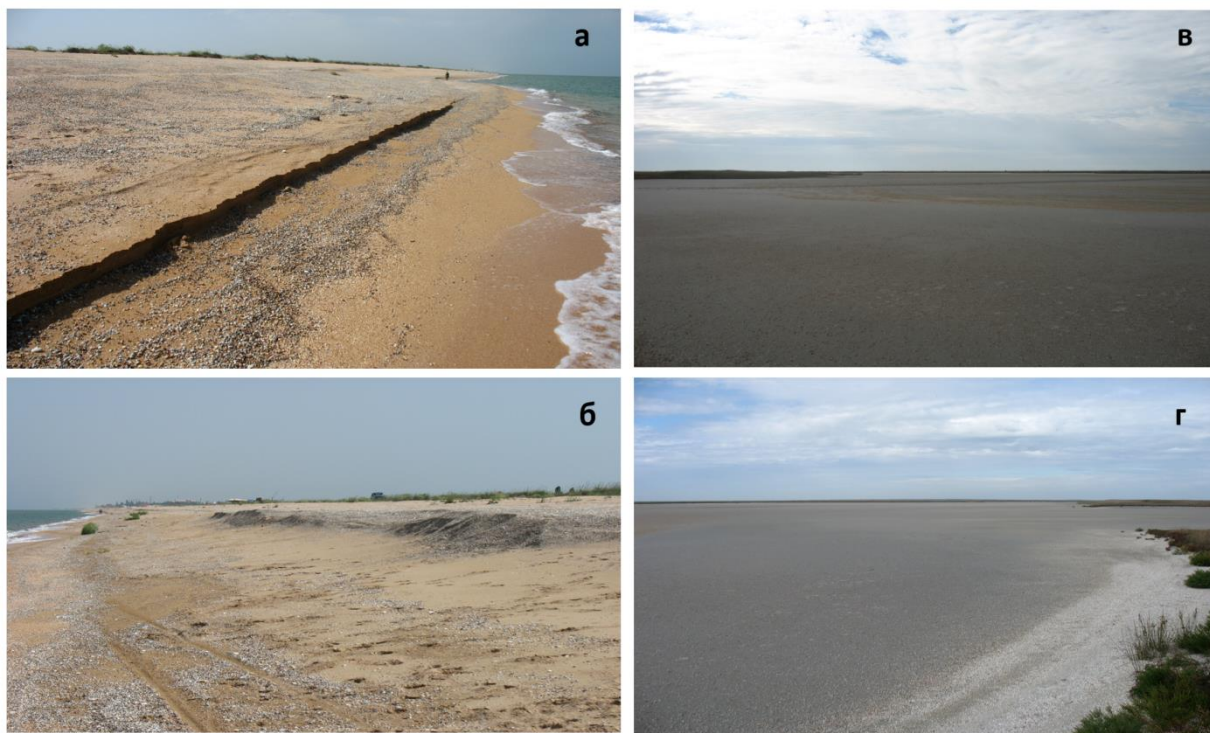


Рис. 2.7. Літологічна будова берегової зони Арабатської Стрілки: а, б - морська частина; в, г - лагунна частина (фото автора).

Вздовж всього периметру морської частини акумулятивної форми поширені пляжі шириною в 20 - 30 м, складені виключно піщаними фракціями, складеними цілими та подрібненими уламками черепашок. В межах лагунної частини, пляжі мають ширину до 5 м, вони складені сильно замуленими піщано-черепашковими відкладами (рис. 2.7.).

Відповідна літологічна будова Арабатської Стрілки зумовлена домінуванням поперечного живлення, саме тому в літодинамічному відношенні відповідна форма берегового рельєфу є складовою берегової системи акумулятивного типу.

## РОЗДІЛ 3

### ГЕОМОРФОЛОГІЧНІ УМОВИ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ

#### 3.1. Згінно-нагонові коливання як домінуючий фактор рельєфоутворення

Азовське море представляє собою замкнений, без припливний, мілководний басейн, для якого характерні коливання рівня з амплітудою більше 4 - 5 м і тривалістю в 3 - 4 дні [4, 6, 11, 12, 15, 33]. Відповідні коливання мають певну специфіку проявлення, вона дуже подібна до сейшевих явищ з однією вузловою лінією, яка проходить приблизно через центр моря. Важливе значення має той факт, що на сучасному етапі, в межах регіону Азовського моря відбувається інтенсифікація згінно-нагонових коливань, на загальному фоні до здійснення рівня моря.

В межах берегової зони Арабатської Стрільки максимальна амплітуда згінно-нагонових коливань зафіксована в районі Генічеська, де вона складає 423 см, з якої мінімальна відмітка - 187 см [6], а максимальний підйом відповідає висоті рівня в + 236 см [19].

Аналіз літературних джерел [11, 12, 19, 20, 21, 44], дозволив нам визначити закономірність проявлення синоптичних катастрофічних явищ. Так, в північній частині Арабатської Стрільки 1 раз в 10 років можуть фіксуватись штормові нагони з висотою біля 210 см, раз в 25 років - 240 см, а періодичністю в 50 років - 250 см, і один раз в 100 років - 260 см. В межах відповідного району, явища згонів можуть сягати - 180 см, при проявленні один раз в 10 рік, рівень - 200 см може відбуватися раз на 25 років, падіння рівня - 210 см реєструється раз в 50 років, а більше 220 см фіксується не частіше одного разу на 100 років.

Аналіз історичний подій, свідчить, що в 1962 році в північній частині Арабатської Стрільки був зафіксований нагінний рівень + 236 см. Відповідне здійснення рівня було пов'язано з дією східного вітру із швидкістю 28 м/с,

подібне явище тривало в період з 30 січня по 4 лютого. В результаті підйому рівня, частина міста Генічеськ та розташована поряд дельта протоки були затоплена, а Арабатська Стрілка в багатьох місцях перепліскувалася [19]. Слід зазначити, що подібні нагони проявляються не часто.

Серед інших сильних штормових нагонів, слід виділити підйом, зафіксований у 1954 році, він був пов'язаний з дією східного вітру зі швидкістю 20 - 24 м/с, і тривав з 21 по 30 листопада. В результаті підйому рівня, північна частина акумулятивної форми і прилегла частина Генічеська були затоплені.

Потужний підйом відбувся 6 - 10 січня 1969 року в районі дельти Генічеської протоки, висота рівня + 2,25 м. Даний штормовий нагін був зумовлений дією південно-східного вітру зі швидкістю 25 м/с. В результаті відповідного нагону поверхня північної частини Арабатської стрілки була повністю затоплена, а в межах дельти утворилася друга протока - Промоїна. Специфіка нагону була зумовлена температурним режимом повітря: після нагону сильно знизилася температура і водна поверхня швидко вкрилася кригою. Крига характеризувалася активним рухом в бік Сивашу, а це призвело до часткового руйнування залізниці [19].

В останні десятиліття кількість нагонів істотно збільшилася, але підйоми рівня з висотою більше двох метрів не спостерігалися (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1.

Максимальні нагони в районі Генічеської дельти (з 2009 по 2018 рр.) [19].

Дата	Напрямок вітру	Швидкість вітру (м/с)	Висота рівня (м)
16 – 17 грудня 2009	схід-північний-схід	23 – 28 м/с	1,13
18 – 20 січня 2010	схід-північний-схід	24 – 28 м/с	1,46
3 – 4 квітня 2011	схід-південний-схід	20 – 25 м/с	1,04
25 - 27 січня 2012	схід-північний-схід	28 – 34 м/с	1,56
15 – 16 квітня 2013	Схід	24 – 28 м/с	1,16
29 – 30 січня 2014	схід-північний-схід	20 – 28 м/с	1,14
28 – 29 березня 2015	Схід	25 – 30 м/с	1,15
12 – 13 жовтня 2016	південний-схід-схід	20 – 28 м/с	1,18
25 – 29 вересня 2017	схід-північний-схід	16 – 18 м/с	0,7
28 – 30 листопада 2018	схід-північний-схід	20 – 24 м/с	1,33



Слід зауважити, що на початку XXI століття істотно розширився час проявлення штормових нагонів: якщо у другій половині XX століття, більша частина катастрофічних коливань проявлялася у холодний період (з жовтня по березень), але в останні роки, вони все частіше реєструються і в теплий період (з квітня по вересень) [22, 23]. Відповідна ситуація зумовлена змінами в структурі вітрового режиму над регіоном Азовського моря, яка проявилася у збільшенні повторюваності східних вітрів (рис. 3.1.) [28, 29].

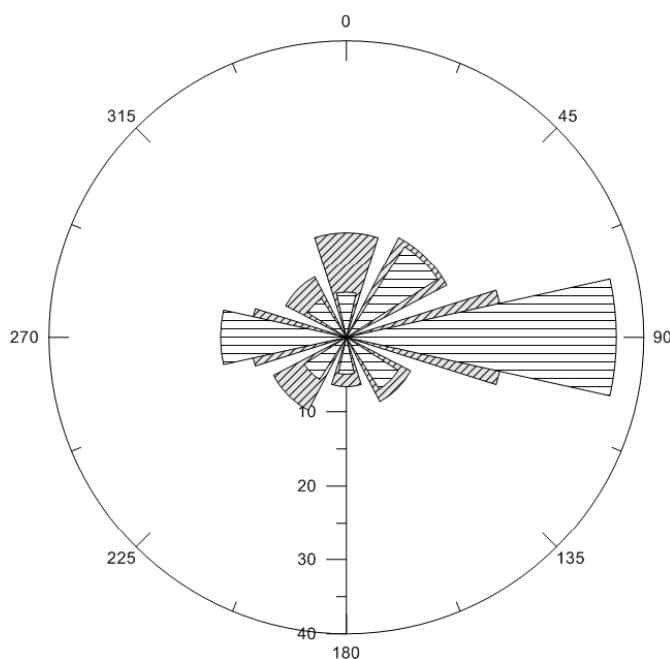


Рис. 3.1. Аналіз повторюваності вітру по гідрометеорологічній станції Генічеськ за різні періоди:  1966-1990 ;  2011-2018 [19, 28, 29].

### 3.2. Морфографічна характеристика

У морфографічному відношенні Арабатська Стрілка характеризується вирівняною морською (фронтальною) частиною та істотно розчленованою лиманною (тильною) частиною.

Морська частина Арабатської Стрілки досить однорідна, вона представлена пляжами, шириною від 20 - 30 до 50 - 60 м. Морфологічно пляжі представляють собою схили потужного берегового валу, висотою від 3

до 5 м, з вирівняною формою пересіку, переважно - ввігнутою. Крутизна пересіку схилу лежить в інтервалі від 0,5 до 0,25, слід зазначити, що відповідні величини узгоджені з відкосами природного похилу, складених чурупковим детритом з невеликим вмістом піску. Відповідна морфологія пляжу підтверджує той факт, що він формується не лише під впливом вітрових хвиль, важливе значення мають і сильні штормові нагонів.

Вздовж тильної частини відповідної акумулятивної форми виділяються наступні географічні об'єкти: гирлова область Генічеської дельти, Генічеське розширення, затока Генічеської Горки, півострів Семенівський Кут, острова Папанін, Лисий та Камиш, Чокракський півострів.

В морфологічному відношенні в межах поверхні Арабатської Стрілки виділяється три складові частини: дельта Генічеської протоки, район корінних останців, виключно акумулятивна (3.2.).



Рис. 3.2. Морфологічне районування Арабатської Стрілки (розроблено автором на базі ресурсу GoogleEarth).

Дельта Генічеської протоки має площу біля 16,5 км<sup>2</sup>, довжина її морської частини 6,47 км. Поверхня дельти представляє собою розгалужену систему двох проток Тонкої та Промоїни, в комплексі із каналами стоку нагонових вод, розділених між собою системою акумулятивних островів, загальною кількістю біля 20 (рис.3.3). Абсолютні висоти поверхні дельти не перевищують 1 м, але на певних ділянках мають місце штучні підвищення до 2 - 3 м. Глибини проток, на окремих ділянках можуть сягати 3 м, але в середньому їх глибина не перевищує 1,2 м.

Морфологічний вигляд дельти та її висунутість в бік затоки Сиваш, свідчить про домінуючий морфогенетичний вплив нагонових вод з боку Азовського моря.

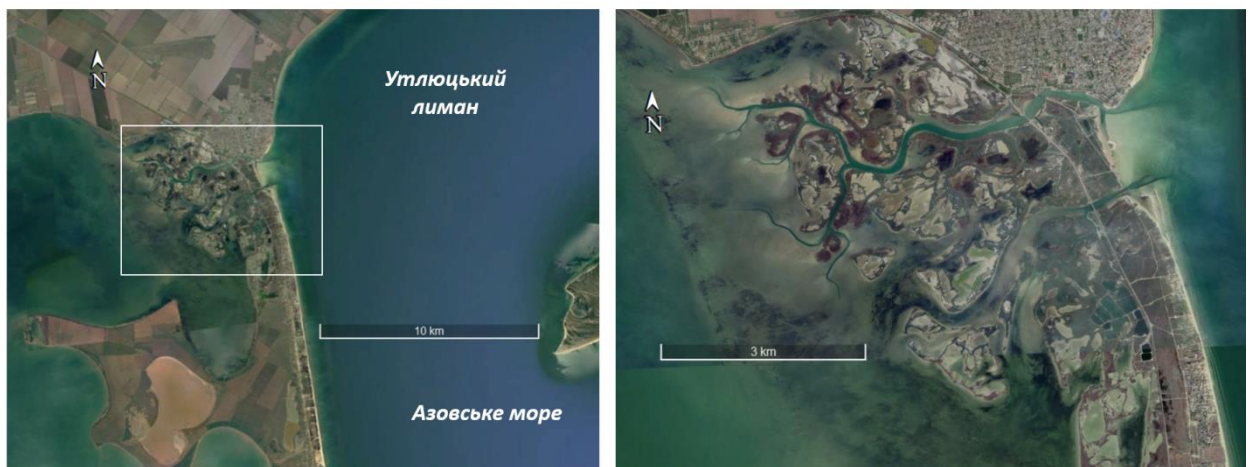


Рис. 3.3. Розташування дельти Генічеської протоки в північній частині Арабатської Стрілки (ліворуч) та збільшене зображення (праворуч) (розроблено автором на базі ресурсу GoogleEarth).

Район корінних останців має довжину морської частини 27,6 км, в його межах виділяються два корінних півострова (Семенівський та Чокрацький), а також акумулятивне зниження (Арталанське) між ними (рис.3.4).

Півострів Семенівський Кут займає північно-західну частину відповідного району, він представляє собою приморське плато із складним та розгалуженим зовнішнім виглядом. Вздовж його периметру виділяється



більш дрібні виступи: Генічеський Кут, Чонгарський Кут та Каянловський Кут.

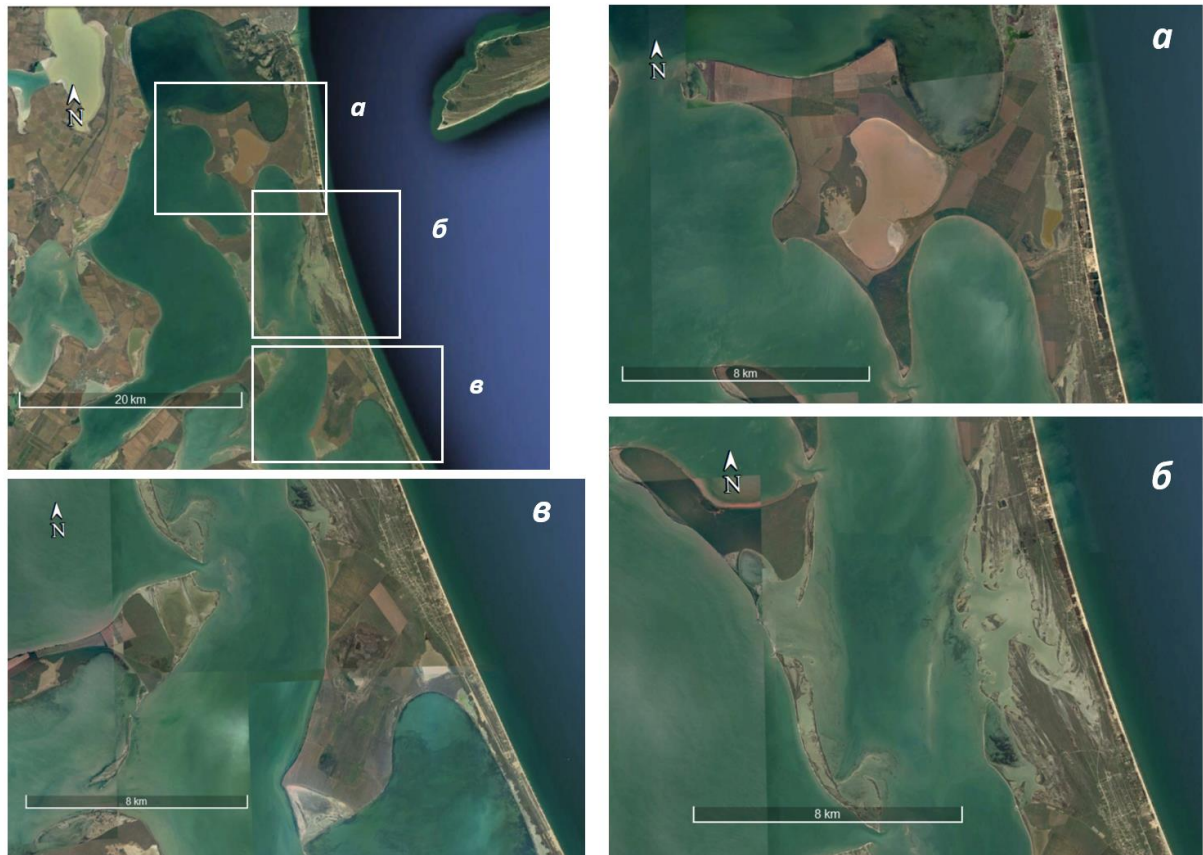


Рис. 3.4. Морфографія району корінних виступів: а - півострів Семенівський Кут; б - Арталанське зниження; в - півострів Чокрацький (розроблено автором на базі ресурсу GoogleEarth).

В центральній частині півострова розташовано озеро Генічеське, рівень поверхні якого - 1,2 м, нижче рівня затоки Сиваш. Вздовж всього контуру берега розташовані кліфи висотою від 2 до 13 метрів [3].

Розташований південніше острів Папанін має материковий генезис, його максимальна висота 16,8 м, вздовж берегової зони панують абразійні кліфи, висота яких від 2 до 6м. Розташовані південніші острова Лисий та Камиш, представляють собою дрібні акумулятивні форми із висотою менше 1,2 м [48].

Арталанське зниження розташовано між корінними останцями, півостровами Семенівський Кут та Чокрацький, довжина морської частини біля 15 км. По висоті територія суттєво розрізняється, в районі берегу затоки

Сиваш висоти не перевищують відмітку в 0,5 м, а в межах морського боку вони досягають відміток 4,5 м [3].

Чокрацький півострів також є корінним утворенням, але зі значно спрощеною морфологією. Максимальна висота утворення 7,6 м, воно розташовано в центральній частині півострова, пересічні висоти коливаються в межах 3 - 5 м [7].

Виключно акумулятивна частина має загальну довжину приблизно 77,9 км, ширина коливається від 200 м до 1,5 км, вона поширюється від Чокрацького півострова до притуленої частини Керченського (рис.3.5.).



Рис. 3.5. Географічне розташування виключно акумулятивної частини Арабатської Стрілки (розроблено автором на базі ресурсу GoogleEarth).

Морська частина має слабо увігнутий характер, та представляє собою пляж шириною від 35 до 55 м. Висоти берегового валу коливаються від 2 до 4,9 м. З лиманного боку, берег істотно розчленований, в його межах виділяються другорядні акумулятивні форми, які деякі дослідники відносять до кос «азовського типу». Висоти в береговій зоні істотно знижуються до 0 м

і навіть до - 0,4 м, саме тому в тілі відповідної частини зустрічаються місця колишніх прорв та перепліскувань [40, 42].

### 3.3. Морфологічні умови

В межах Арабатської Стрілки за морфологічними умовами виділяється чотири складові частини: дельта протоки, північна, центральна та південна.

Дельта протоки представляє собою найбільш низьку частину Арабатської Стрілки, яка складена мулистими, піщано-мулистими, піщано-черепашково-мулистими відкладами. Відповідна поверхня має найменші уклони та характеризуються значною розчленованістю протоками та гирлами. У Генічеської (Тонкої) протоки підводний схил має ухилів середньому 0,008 - 0,009 [32].



Рис. 3.6. Морфологічні рис Генічеської дельти: а - берегова зона Утлюцького лиману, фронтальна частина дельти; б - гирло протоки Промоїна; в - внутрішня частина дельти в районі протоки Тонка; г - внутрішня частина дельти в районі протоки Промоїна (фото Давидов О.В.).



В межах поверхні північної ділянки Арабатської Стрілки, пляжі мають ширину 30 - 40 м і утворюють полого-хвилясту поверхню нахилenu в бік моря, характерні ухили 0,025 - 0,45. На відміну від інших ділянок відповідної форми тут спостерігається підвищений (до 20 - 30%) вміст піску, а також проявляється переважання детриту у відкладах пляжів.

В напрямку до затоки Сиваш до пляжів примикають гряди древніх берегових валів, які місцями притулені до глинистих корінних останців. Весь внутрішній контур берегу відповідної частини Арабатської Стрілки розчленований вузькими затоками, які глибоко вдаються в суходіл та його виступи. Берега корінних виступів складені м'якою глиною та характеризуються ознаками активної абразії. Однак внаслідок мінливості рівня абразія відбувається лише при сильних нагонах, при відсутності підйомів рівня до кліфів примикають широкі бенчі, вкриті нагромадженнями фітогенних залишків.



Рис. 3.7. Морфологічні риси поверхні Арабатської Стрілки в межах північної частини: а - берегова зона Азовського моря; б - лиманна зона; в -

низький кліф узбережжя Сивашу; г - фітогенні відклади в береговій зоні Сивашу (фото Давидова О.В.).

В межах центральної частини Арабатської Стрілки, висота штормового валу збільшується до 5 - 5,5 м, з морського боку до нього прилягає поверхня пляжу 30 - 50 м з ухілами 0,006 - 0,15. Відклади пляжу представлені в більшості випадків черепашковим детритом та цілими раковинами *Cardiumedule*. Для профілю пляжу характерна увігнута форма, на окремих ділянках спостерігаються фестони, які виступають в бік моря на 3 - 7 м при ширині 15 - 30 м. Після штормового валу знаходиться широка від 300 до 500 м лиманна зона, з висотою поверхні 0,1 - 0,5 м. В центрі відповідної зони розташована мілководна лагуна, з глибинами - 0,02 - 0,05 м, яка переходить у штормовий шал берегової зони затоки Сиваш.

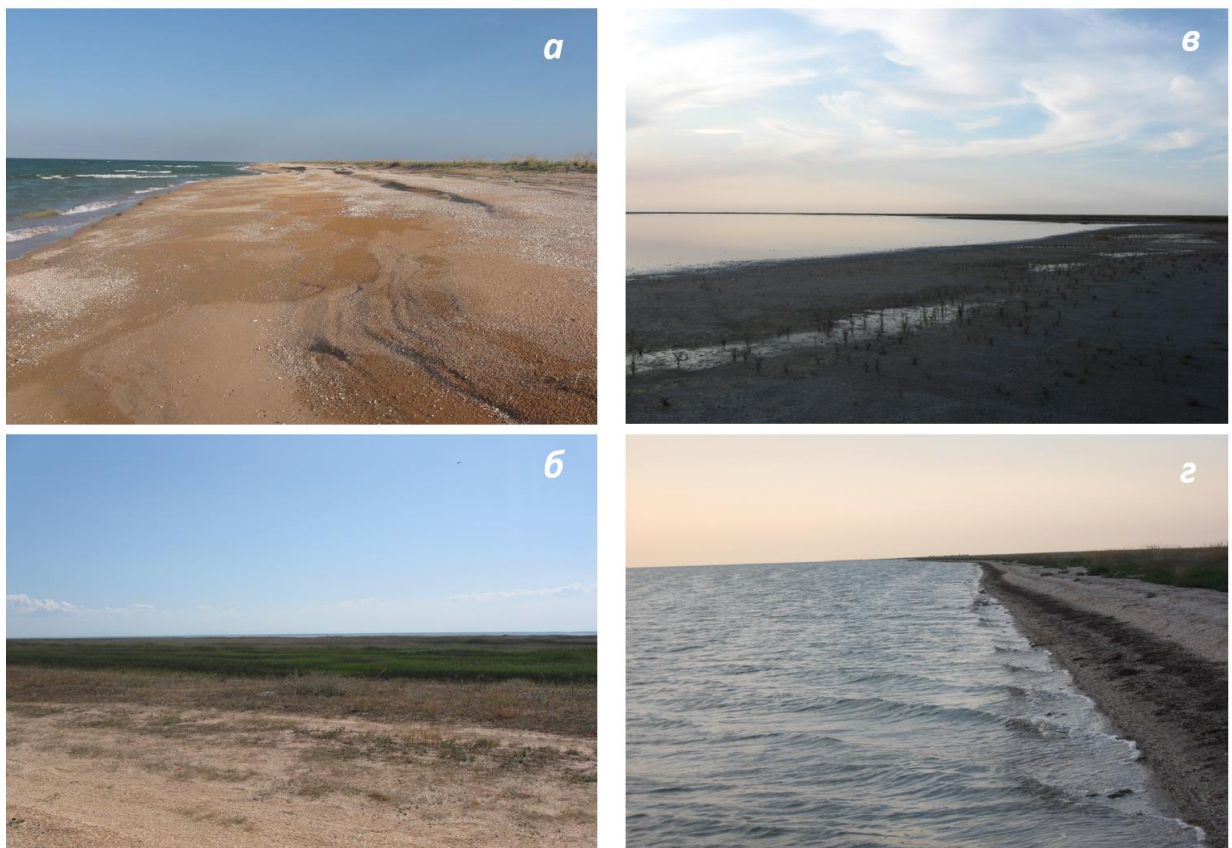


Рис. 3.8. Морфологічні риси центральної частини Арабатської Стрілки: а - берегова зона Азовського моря; б - з вершини штормового валу вид на лиманну зону; в - осушка в межах внутрішньої лагуни; г - берегова зона затоки Сиваш (фото автора).

Потужність тіла акумулятивної форми в цій частині коливається від 4 до 7 м. Залягають піщано-черепашкові відклади безпосередньо на мулистих відкладах.

У південній частині Арабатської Стрілки пляжі шириною від 20 до 30 м, притулені до берегового валу висотою близько 2 м, який складений детритом та мушлями. В цій частині акумулятивної форми дуже часто з'являлися прорви, реліктові залишки яких зараз ускладнюють поверхню лиманної зони. В останній час, в межах відповідної ділянки Арабатської Стрілки, періодично проявляються процеси переплескування штормового валу, як наслідок конуси виносу уламкового матеріалу наповзають на лиманні відклади.

Потужність піщано-черепашникової товщі за даними буріння коливається від 6 до 9 м. Зовнішня межа акумулятивної форми проходить по розколіні в межах притуленої частини Керченської протоки (рис. 3.9).

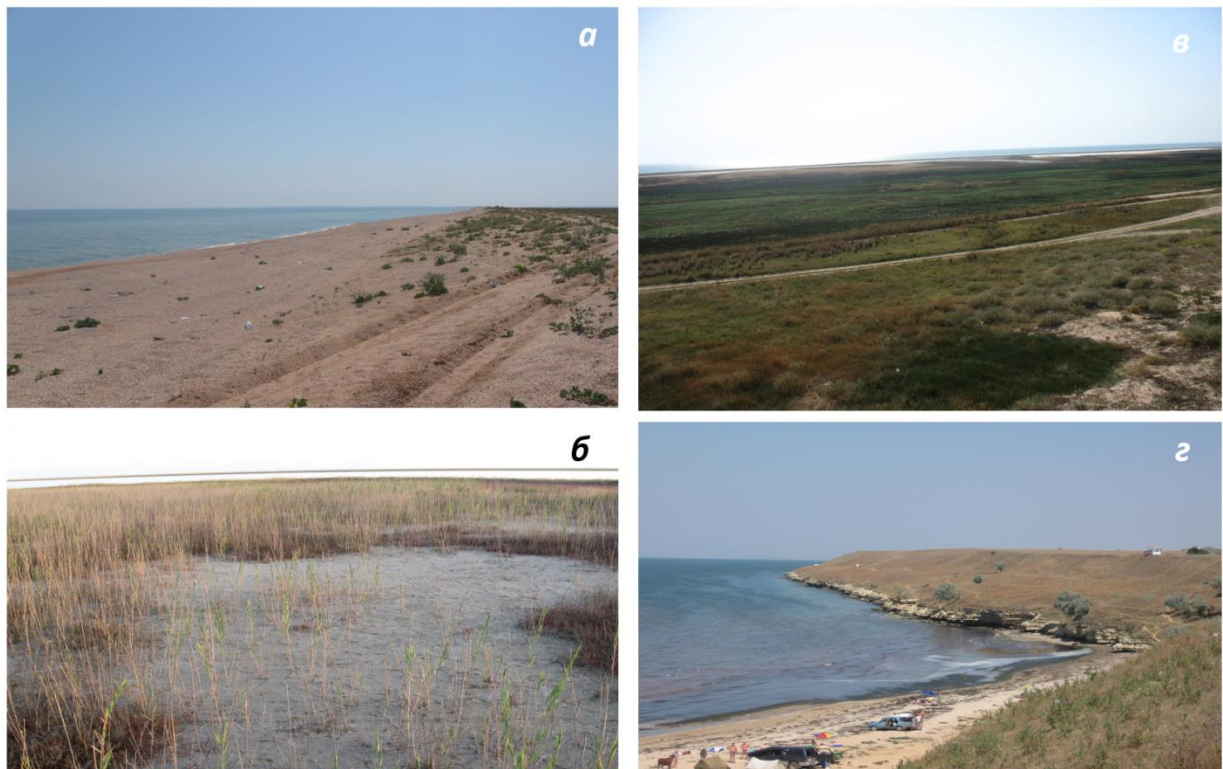


Рис. 3.9. Морфологічні риси південної частини Арабатської Стрілки: а - берегова зона Азовського моря; б - конус переплеску; в - лиманна зона; г -

місце притулення акумулятивної форми до Керченського півострова (фото О.М. Роскоса).

Слід зауважити, що вздовж всієї морської частини Арабатської Стрілки, в морфологічній будові проявляються форми пов'язані із локальним розмивом, що може бути зумовлено підвищенням хвильової активності чи зменшенням загальної кількості черепашки, як основного джерела берегових наносів.

## РОЗДІЛ 4

### АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРОЦЕСИ РЕЛЬЄФОУТВОРЕННЯ В МЕЖАХ АРАБАТСЬКОЇ СТРІЛКИ

#### 4.1. Вплив підхідного каналу до порту Генічеськ

Найбільш північна частина Арабатської Стрілки, яка в морфогенетичному відношенні виділяється як дельта протоки (підрозділ 3.2.), розвивається в умовах активного антропогенного тиску [18].

Відповідний тиск зумовлений такими факторами як будівництво та подальше існування автомобільних шляхів (в минулому залізничних), видобуток ракушки, але найбільш потужне рельєфоутворююче значення має підхідний канал до порту Генічеськ.

Як відомо [8, 27], все підхідні до портів канали розвиваються в умовах дуже сильного впливу природних факторів, насамперед спрямованих на заповнення їх прибережно-морськими наносами. В той же самий час функціонування каналів дуже сильно впливає на характер підводного схилу і прилеглих ділянок берега.

Аналіз фахових літературних джерел [8, 9, 10], свідчить, що саме наявністю підхідних каналів пояснюються багаточисленні випадки абразії підводного схилу та руйнування берега, що в кінці кінців призводить до загального відступання берегової лінії.

В межах узбережжя Азовського моря об'єктивна потреба в спорудженні підхідних каналів виникла у ХІХ столітті, коли осадка суден зрівнялася або перевищила глибини на підходах до акваторії морських портів.

Морські підхідні канали (з *лат. canalis* - жолоб) - це штучні русла або штучні прорізи, виїмки з безнапірним рухом води, що влаштовуються в межах суходолу або на підводних схилах певних водойм [35].



На топографічних картах середини XIX століття в районі гирла Генічеської дельти протоки розташована невелика угнутість берегової лінії, яка за своїми розмірами істотно менше за аналогічну у другій половині XX століття (рис. 4.1.).

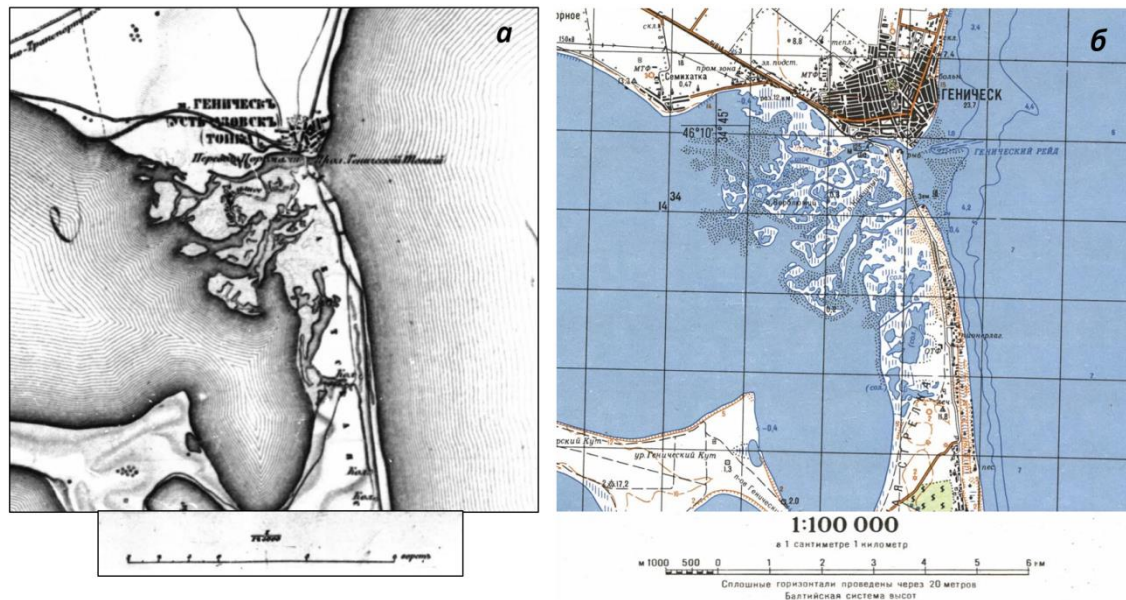


Рис. 4.1. Історико-картографічний аналіз морфології Генічеської дельти протоки, яка розвивається під впливом підхідного каналу: а - фрагмент карти Шуберта (1863 р.); б - фрагмент карти генерального штабу (1986).

В той же час, на підводному схилі Утлюцького лиману, в районі порту Генічеськ, упродовж більше 100 років існує підхідний канал, завдовжки близько 2 км, при ширині до 60 м і глибині 4,5 м [19].

Слід зазначити, що літологічні умови відповідного підводного схилу достатньо динамічні, внаслідок чого піщані та черепашкові відклади активно пересуваються. За таких умов, відповідний підхідний канал періодично, мілішав, внаслідок занесення мулами і прибережно-морськими наносами. Відповідно, для відновлення робочої глибини судноплавного підхідного каналу періодично проводилися днопоглиблювальні роботи.

Останній раз масштабне поглиблювання каналу було здійснено у 1984 році, коли з дна відповідної штучної форми рельєфу, було витягнуто біля 1 500 000 тис. м<sup>3</sup> мулу, піску та черепашки.

За умов існування підхідного каналу до Генічеського порту відбувався активний розмив та здійснювалось активне відступання морської частини дельти та як наслідок сформувалася увігнутості берегової смуги. Останнє поглиблення каналу було здійснено у 2002 року, але воно носило виключно косметичний характер, бо вибрано було біля 300 000 м<sup>3</sup> нанесених відкладів.

Відсутність днопоглиблювальних робіт за останні декілька років спричинило проявлення не лише стабілізації морського краю дельти, почали проявлятися процеси накопичення (рис. 4.2.). На сучасному етапі, відповідний канал знаходиться у занедбаному стані, для його відновлення необхідна сума у 2 млн. доларів.



Рис. 4.2. Процеси акумуляції в районі Генічеської дельти протоки (серпень 2019 року): а - формування другорядного берегового бару; б - формування острівного бару (фото автора).

Аналіз наведеної інформації дозволяє нам стверджувати, що функціонування підхідних судноплавних каналів істотно впливає на динаміку берегової зони Арабатської Стрілки.

#### **4.2. Вплив будівництва шляхів сполучення та видобутку корисних копалин**

З кінця XIX століття і до 1970 року на поверхні Генічеської дельти протоки та більшої частини Арабатської Стрілки функціонувала залізниця,



штормових нагонів, за рахунок наявності насипних перешкод, вони сприяють їх підвищенню.

Слід зауважити, найбільш важливе значення відповідний фактор має на поверхні низовинних частин досліджуваної нами акумулятивної форми, де періодичне проявляються максимальні нагони або переплескування.

Важливим фактором антропогенної трансформації поверхні Арабатської стрілки був видобуток корисних копалин, а саме розробка ракушки для потреб птахівництва. Саме для отримання ракушки, з тильного боку штормового валу був закладений кар'єр (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Розташування кар'єрів з видобутку ракушки в межах Арабатської Стрілки: а - географічне розташування кар'єрів; б - вигляд кар'єрів з космосу; в, г - сучасний вигляд та морфологія кар'єрів (розроблено на базі ресурсу GoogleEarth), (фото Давидова О.В.).

Після серії штормових нагонів наприкінці 60 та початку 70 років ХХ століття, до відповідних кар'єрів потрапили морські води, а подальший видобуток був припинений. На сучасному етапі кар'єри представляють собою техногенні форми рельєфу, лінійно витягнутої форми, глибиною до 6 - 7 м, частково заповнені водою, загальною довжиною біля 30 км [37].



### 4.3. Вплив рекреаційної діяльності

Важливим антропогенним фактором рельєфоутворення вважається рекреаційна діяльність. Висока естетичність природи, одночасно з цілющими властивостями природних ресурсів, створює передумови для постійного розширення площі рекреаційних об'єктів, в межах поверхні Арабатської Стрілки [24].

Значна забудова поверхні відповідної акумулятивної форми суттєво трансформувало рельєф берегової та лиманної зони в межах таких населених пунктів як Генічеська Гірка, Щасливцеве, Стрілкове. Внаслідок перепланування берегового валу, істотно знижується абсолютна висота морської частини Арабатської Стрілки, а також засипається зниження в межах лиманної зони (рис.4.4.).



Рис. 4.4. Трансформація поверхні Арабатської Стрілки під час впровадження рекреаційної діяльності: а - перепланування схилу берегового валу; б - засипання поверхні лиманної зони; в - висота зниження поверхні берегового валу; г - перепланування лиманної зони (фото Давидова О.В.).

Наведенні морфологічні перетворення поверхні Арабатської Стрілки, а також процес ущільнення відкладів берегової та лиманної зон (під тиском маси нових порід і антропогенних споруд), спричиняє зростання ймовірності перепліскування поверхні акумулятивний форми під час сильних штормових нагонів.

На сьогоднішній день найбільш небезпечними, з позиції штормового затоплення, вважаються ділянки Арабатської Стрілки між Генічеськом та Генічеською Гіркою, між Генічеською Гіркою і Щасливцеве. Слід зауважити, що саме ці ділянки характеризуються найбільш потужним антропогенним перетворенням берегової та лиманної зони.

На нашу думку, зупинити рекреаційне освоєння Арабатської Стрілки неможливо, саме тому, за таких умов альтернатива переплануванню та фундаментальній забудові, може бути знайдена серед легких переносних конструкцій. Відповідні спорудження не створюють істотного тиску на осадові породи, а це виключає проявлення просідання. Їх важливою перевагою також є мобільність, тобто спроможність в будь-який момент змінити своє розташування.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження ми дійшли наступних висновків:

1. Арабатська Стрілка представляє собою найбільшу акумулятивну форму Азовського моря, загальною довжиною біля 110 км та максимальною висотою 17 м. В генетичному відношенні відповідна берегова форма представляє собою складне утворення, в межах якого виділяється береговий бар та корінні глинисті виступи. Вік відповідного утворення біля 1500 – 2000 років. В межах берегових морфосистем Азовського моря, досліджувана форма займає крайнє західне положення, утворюючи власну літодинамічну систему, акумулятивного характеру.

2. В тектонічному відношенні Арабатська Стрілка розташована на поверхні трьох структур, які характеризуються різними швидкостями вертикальних рухів. Наведена неотектонічна ситуація зумовлює різну потужність акумулятивних відкладів, в північній, центральній та південній частинах. В літологічному відношенні акумулятивна форма складена переважно ракушкою, детритом та піском, наведені породи насунуті на мулисті відклади затоки Сиваш. Корінні виступи складені глинистими та лесовими породами, що свідчить про їх генетичну подібність виступам Кримського півострова.

3. За морфографічними умови в межах Арабатської Стрілки виділяється фронтальна або морська частина та тильна або лагунна. Морська частина акумулятивної форми має дуже простий вигляд, в її межах не існує будь-яких істотних виступів. Зовнішній контур відповідної частини представлений пляжами як розташовані на схилах штормового валу. Лагунна частина, навпаки характеризується значною розчленованістю, зумовленою корінними виступами півостровів Семенівський Кут та Чокрацький в північній частині та вторинними акумулятивними формами в південній

частині. Відповідно її межах розташовані як абразійні так і акумулятивні ділянки.

4. В морфологічному відношенні в межах Арабатської Стрілки виділяється чотири складові частини, які характеризуються власними морфологічними рисами берегової зони та поверхні. До відповідних частин належать: дельта Генічеської протоки, як найнижча складова акумулятивної форми; район корінних виступів, як найвища складова; центральна частина, це складова максимального поширення штучних кар'єрів; південна частина, як найбільш вузька складова, в межах якою проявляються часті перепліскування.

5. В межах Арабатської Стрілки проявляються різні види антропогенної діяльності, але найбільше на геолого-геоморфологічне середовище впливає функціонування підхідного каналу, будівництво та функціонування шляхів сполучення, створення кар'єрів та поширення рекреаційно-спрямованих територій. Наявність підхідного каналу зумовлює деструктивний режим розвитку північної частини акумулятивної форми. Функціонування автошляхів, розташованих на насипах, сприяє підвищенню рівня штормових нагонів та послідуочого заболочення. Перепланування берегової та лиманної зон, під час рекреаційної забудови, створює умови для можливого переплескування та ущільнення відкладів Арабатської Стрілки.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксенов А.А. Морфология и динамика северного берега Азовского моря // Труды ГОИНа. - 1955. - Вып. 29 (41). - С. 107 - 143.
2. Аксенов А.А. Некоторые особенности абразии берегов Азовского моря // Труды ГОИНа. - 1957. - Вып. 34. - С.36 - 40 .
3. Артюхин Ю.В. Межгодовая изменчивость поступления абразионного материала в береговую зону Азовского моря и его роль в прибрежном осадконакоплении / Береговая зона моря: Сб. научн. трудов. - Москва: Наука, 1981. - С. 67 - 73
4. Атлас экстремальных ветровых колебаний уровня Азовского моря. [Электронный ресурс]. [www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52](http://www.oceanography.ru/index.php/2010-03-15-15-57-22/2010-03-15-15-59-06/255-2012-03-26-06-44-52)
5. Байрак Г., Методи геоморфологічних досліджень: навч. посібник / Галина Байрак. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. - 292 с.
6. Беспалова Л.А. Опасные штормовые нагоны и разрушения берегов Азовского моря / Л.А. Беспалова, А.Е. Цыганкова, Е.В. Беспалова, С.А. Мисиров // Наука юга России, 2019. - Том 15. - № 2. - с. 29 - 38.
7. Варущенко С.И. Сафьянов Г.А. Структурно-геоморфологический анализ Арабатской стрелки на Крымском полуострове // Известия Харьковского отделения Географического общества Украины. - 1974. - №XI.
8. Виноградов А.К. Подходные каналы и их значение в функционировании экосистем акваторий морских портов / А.К. Виноградов, Ю.И. Богатова, И.А. Синегуб // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання природних ресурсів. - 2012. - 26 (1). - С. 34 - 47.
9. Воровка В.П. Історія двох проток / В.П. Воровка // Мелитопольский краеведческий журнал. - 2016. - № 7. - С. 85 - 88

10. Воровка В.П. Особливості гідрологічного зв'язку Сивашу з Азовським морем / В.П. Воровка // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. - 2013. - Т. 2 (29). - С. 84 - 89.
11. Герман В.Х. Спектральний аналіз коливань рівня Азовського, Чорного і Каспійського морей моря в діапазоні частот від одного циклу за декілька годин до одного циклу за декілька днів / В.Х. Герман // Труды ГОИН, 1970. - вып.103. - С. 52 - 73.
12. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море / Ю.П. Ильин, В.В. Фомин, Н.Н. Дьяков, С.Б. Горбач; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. - Севастополь, 2009. - 400 с.
13. Давидов О.В. Аналіз тектонічної зумовленості геоморфологічних умов берегової зони Херсонської області / О.В. Давидов, І.М. Котовський та ін. // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки. - 2017. - Вип. 6. - с. 134 - 140.
14. Давидов О.В. Голоценові історія та генезис Арабатської стрілки / О.В. Давидов, О.М. Роскос, Н.О. Роскос / Актуальні екологічні проблеми Півдня України. Зб. наук. праць. - Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2009. - Вип. 2. - с. 45 - 55
15. Давидов О.В. Причини та наслідки штормового нагону в береговій зоні Бердянської затоки 11 листопада 2007 року / О.В. Давидов, О.М. Роскос // Фальц-Фейнівські Читання. Зб. наук. праць [головн. ред. С.В. Шмалей]. - Херсон: ПП Вишемирський, 2009. - С. 74-82.
16. Давидов О.В., Роскос Н.О., Роскос О.М. Природні умови виникнення штормових нагонів у районі Генічеської дельти // Вісник ОНУ том 24 Вип. 2 (35) 2019 ст. 40 - 51
17. Давидов О.В., Роскос О.М. Огляд природних умов Арабатської Стрілки // Екологічні та географічні проблеми Півдня України. Збірка наукових праць кафедри екології та географії. – Херсон: П.П Вишемирський. - 2011. - С. 44 - 56.

18. Давидов О.В., Роскос О.М. Особливості проведення берегозахисних робіт на берегах що розвиваються в умовах домінування штормових нагонів. - Теоретические и прикладные проблемы современной географии. Материалы международной научной конференции, памяти академика Г.И. Швобса. - Одесса: Изд-во ВМВ, 2009. - С. 59 - 61

19. Давыдов А. В. Катастрофические синоптические колебания уровня моря в пределах мелководных заливов Чёрного и Азовского морей / А. В. Давыдов // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 13 - 23 июня 2019 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. - С. 158 - 161.

20. Давыдов А.В., Роскос Н.А., Роскос А.Н. Геоморфологические условия проявления штормовых нагонов в районе Генической дельты // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. Вып. 4. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. - с. 134 - 141.

21. Доценко С.Ф. Природные катастрофы Азово-Черноморского региона / С.Ф. Доценко, В.А. Иванов // Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. - 174 с.

22. Дьяков Н.Н. Синоптические условия возникновения аномальных колебаний уровня Азовского моря / Н.Н. Дьяков, В.В. Фомин // Труды Укр НИГМИ, 2002. - С. 332 - 341.

23. Жиляев А.П. Расчет колебаний уровня Азовского моря / А.П. Жиляев // Океанология. - 1972. - 12(1). - С. 49 - 56.

24. Зелененко О.Г., Роскос О.М. Особливості організації території приморських заповідників (На прикладі Чорноморського біосферного заповідника) // Культура народів Причорномор'я. - №85. - 2006. - С. 54 -58.

25. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. - Москва: Георгафгиз, 1958. - 316с.
26. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. - Москва: Изд-во АН СССР, 1962. - 710 с.
27. Инжебейкин Ю.И. Формирование опасных течений в Азовском море / Ю.И. Инжебейкин, А.Ю. Московец // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов («Опасные явления»): материалы Международной научной конференции. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. - С. 53 - 57.
28. Климатический атлас Азовского моря 2006 (Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006). Сайт NOAA «National Oceanographic Data Center (NODC)». [Электронный ресурс]. <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2006/start.html>
29. Кліматичний Кадастр України Державна гідрометеорологічна служба Укр НДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. [Електронна версія] <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?dv=pos-klim-kadastr>
30. Клюкин А.А., Корженевский В.В. Дюны Крыма / А.А. Клюкин, В.В. Корженевский. - Физическая география и геоморфология. - Киев: Наукова думка, 1986. - № 3. - С. 38 - 45.
31. Леонтьев О.К. К вопросу о генезисе и закономерностях развития лагунных побережий / О.К.Леонтьев. - Труды Океанограф. Комиссии АН СССР. - 1957. - Т. 2. - С. 86 - 103.
32. Мамыкина В.А. Береговая зона Азовского моря / В.А. Мамыкина, Ю.П. Хрусталеv. - Р/Д: РГУ. - 1980. - 174 с.
33. Матишов Г.Г. Природные катастрофы и опасные явления в прибрежных зонах в Азово-Черноморском бассейне / Г.Г. Матишов // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов («Опасные явления»):

материалы Международной научной конференции. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. - С. 5 - 7.

34. Михайлов В.А. Свободные и отчлененные береговые аккумулятивные формы залива Сиваш / Михайлов В.А. / Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «География». - Симферополь: 2014. - Том 27 (66) - №2 - с. 65 - 74.

35. Морская геоморфология: Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / науч.ред. В.П.Зенкович, Б.А.Попов. - Москва: Мысль, 1980. - 280 с.

36. Північно-Західне Приазов'я: геологія, геоморфологія, геолого-геоморфологічні процеси, геоекологічний стан: монографія / Л.М. Даценко, В.В. Молодиченко, О.В. Непша та ін.; відп. ред. Л.М. Даценко. - Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. - 308 с.

37. Роскос А.Н., Давыдов А.В. Современное антропогенное воздействие на состояние Арабатской Стрелки. - Молоді науковці - географічній науці / під ред. проф. Я.Б. Олійника. - К.: Обрії, 2008. - Вип.. IV. - С. 146 - 149

38. Роскос О.М. Особенности геолого-геоморфологической будовы заповідних територій на узбережжі Чорного моря / Актуальні екологічні проблеми півдня України. - Херсон: П.П Вишемирський В.С., 2006 р. - 204 с.

39. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов / Г.А. Сафьянов. - Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1996. - 400 с.

40. Совершаев В. А. Расчет суммарной волновой энергии при штормовых нагонах / В. А. Совершаев // Теоретические проблемы развития морских берегов: сб. н. тр. [под ред. Ю. П. Хрусталева, Ю. В. Артюхина, Е. И. Игнатова]. М.: Наука, 1989. - С. 28 - 33.

41. Спиридонов А.И. Изучение морских берегов и форм рельефа побережий // Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. - Москва: Высш. школа, 1970. - с. 427 - 447.

42. Фомин В.В. Штормовые нагоны в Таганрогском заливе и затопление дельты Дона / В.В. Фомин, Д.И. Лазоренко, Д.В. Алексеев, А.А. Полозок // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря, 2015. - 1, С. 74 - 82.

43. Хрусталёв Ю.П., Щербаков Ф.А. Поздне четвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. Издательство Ростовского университета, 1974. - 152 с.

44. Черкесов Л.В. Численное исследование сгонно-нагонных процессов и течений Азовского моря в период экстремальных ветров / Л.В.Черкесов, Т.Я. Шульга, Н.Н. Дьяков, Р.Р. Станичная // Морской гидрофизический журнал, 2017. - №5 (197) - С. 3 - 20.

45. Шнюков Е.Ф. Геология Азовского моря / Е.Ф. Шнюков, Г.Н. Орловский, В.П. Усенко, А.В. Григорьев, В.А. Гордиевич. - К.: Наукова думка, 1974. - 248 с.

46. Шуйский Ю. Д. Природа Арабатской Стрелки на западном побережье Азовского моря / Ю. Д. Шуйский // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2007. - № 4. - С. 22 - 33.

47. Шуйський Ю.Д., Вихованець Г.В. Вплив антропогенного фактору на піщані коси в береговій зоні морів // Укр. географ. Журнал. - 1995. - №4. - С. 32-34.

48. Шустов Б.С. Восточный Сиваш и его берега / Б.С.Шустов. - Ученые записки МГУ. - 1938. - № 19.

49. Шутов Ю.И. Арабатская стрелка: путеводитель / Ю.И. Шутов - Симферополь: Таврия, 1983. - 80 с.

50. Янко М.Т. Топонімічний словник України: Словник-довідник - К.: Знання, 1998. - 432 с., <http://azovinfo.in.ua/>