

## ACCUMULATIVE TYPES OF COASTS OF THE NORTH-WESTERN COAST OF THE AZOV SEA

**Abstract:** The length of the Azov Sea coast, excluding the lake Sivash and Molochnyi Estuary is 799,8 km, of which 471,9 km (59,1%) recedes with an average rate of 0,2- 4,8 m / year. At 155,2 km (19,4%) of the shoreline is characterized by the development of accumulative forms. In other parts of the coast (172,7 km - 21,5%) the modern accumulation of sediment dominates which is stable or dynamically stable. The general pattern of structure and formation of the coast of the Azov sea is caused not only by the diversity of tectonic structures of adjacent land, but also by the physical-geographical conditions of the basin - the position of the sea level, its dynamics, which are more largely dependent on climatic change than on neotectonics.

Sand bars and spits are developed on the North-West coast of the Azov Sea from the mouth of the Berda river to the shallow lake Sivash (Krivaya, Belosarayskaya, Berdyanskaya, Obitochnaya bars, Milk Estuary spit, Fedotova, Arabatskaya Strelka), stretch from North-East to South-West. The structure of the indigenous coast of the bars is presented by sandy-clayey rocks of Pliocene and Quaternary age. Depending on the distribution and intensity of one or another process, on the coast of the Azov Sea there are the following types of banks [18]: abrasion-landslide, abrasion-landslip, ancient-abrasion, accumulation-abrasion, original-accretion, accretion aligned, delta, dynamic "neutral with wind drying", anthropogenic. The article presents the results of personal geological survey of accumulative types of coasts of North-Western coast of the Azov Sea, created by the interaction of the processes of abrasion and accumulation: from the border of the Kherson region (Fedotov bar) to Berdyansk bar inclusive - 5 sites in all.

**Keywords:** accumulation; abrasion; coast; North-Western coast; Azov Sea; the sea level; transgression; neotectonics; dynamics; Azov «type bar»; offset; North-Western direction..

---

### Authors information:

#### Lyudmila Datsenko

Professor, Doctor of Geological Sciences  
Tavriysk State Agrotechnological University

#### Alexander Nepsha

Senior Lecturer  
Melitopol State Pedagogical University named after  
Bogdan Khmelnytsky

**В**ведение. При изучении типов берегов, разработке их классификации следует обращать внимание, прежде всего на генезис и черты исходного эндогенного и экзогенного расчленения окраин материков, островов. Поэтому, современный уровень развития геологии предполагает изучение как суши, так и территорий, занятых морями и океанами.

Азовское море – доступный район шельфа Украины; здесь продолжают многие нефтегазоносные структуры. По берегам моря и под водой залегают киммерийские железные руды, а вдоль северных берегов известны россыпи редких металлов. Протяженность берегов Азовского моря в районе исследования без учета оз. Сиваш и Молочного лимана составляет 799,8 км, из которых 471,9 км (59,1%) отступает со средней скоростью 0,5-1,0 м / год, максимальная 2,5 м/год. На 155,2 км (19,4%) береговая линия характеризуется развитием аккумулятивных форм. На других участках берега (172,7 км - 21,5%) преобладает современная аккумуляция наносов, которые стабильны или динамично стабильны. Общая закономерность строения и формирования берегов Азовского моря обусловлена не только разнообразием тектонических структур прилегающей суши, но и особенностями физико-географических условий бассейна – положением уровня моря, его динамикой, которые в большей степени зависят от климатических изменений, чем от неотектоники. Здесь слабо проявился такой весомый фактор берегообразования, как влияние трансгрессий (карангатская, новоэвксинская, азово-черноморская) и регрессий (посткарангатская); конечно же, они отражены в геологическом строении реликтовых аккумулятивных образованиях. Но формирование

современных берегов происходило как под влиянием морских факторов (волновой деятельности моря, течений), так и непосредственном влиянии рельефа суши и его подводного склона, литологического состава и дислокации горных пород, гидродинамического режима поступления наносов, направленностью и интенсивностью тектонических движений, особенно современных.

**Целью** наших исследований является изучение динамики геолого-геоморфологических процессов северо-западного побережья Азовского моря (в пределах Украины), создание надежной основы для проведения поисково-разведочных работ и проектирования курортного строительства на побережье Азовского моря. В данной статье мы излагаем результаты геологического исследования аккумулятивных типов берегов северо-западного побережья Азовского моря, созданных в результате взаимодействия процессов абразии и аккумуляции.

Песчаные косы и пересыпи развиты на северо-западном побережье Азовского моря от устья р. Берда до мелководного оз. Сиваш (косы Бердянская, Обиточная, Пересыпь Молочного лимана, Федотова, Арабатская Стрелка), вытянуты с северо-востока на юго-запад, кроме Арабатской стрелки. Строение коренного берега кос представлено песчано-глинистыми породами плиоценового и четвертичного возраста. Изучением геологического развития, строения, вещественного состава кос, геоморфологии занимались И.Н. Лобанов (1940) [1, 2], П.К. Заморий и Г.И. Молявко (1946) [3], Л.И. Карякин (1954) [4], А.А. Аксенов (1955) [5], В.И. Буданов (1956) [6], Б.А. Шлямин [7], В.П. Зенкович (1958) [8], Ф.А. Щербаков (1961) [9], В.Х. Геворкян (1964) [10], В.А. Мамыкина, Ю.П. Хрусталева (1966, 1981) [11, 12, 13], Ю.Д. Шуйский (1984, 1987, 2000) [16, 17, 18], Матишов Г.Г. (2008) [21] и др. С 1964 г. Изучением геологического строения и перспектив рудоносности акватории Азовского моря занимаются сотрудники Института геологических наук НАН Украины под руководством Е.Ф. Шнюкова [14, 15]. Перечень изученных нами работ явно свидетельствует о том, что в последние 30-20 лет не уделялось должного внимания геологическому изучению непосредственно аккумулятивных образований северо-западного побережья Азовского моря; в связи с этим считаем проведенные полевые исследования достаточно актуальными.

**Материалы и методы исследований.** Научно-исследовательская работа кафедры физической географии и геологии Мелитопольского государственного педагогического университета им. Б. Хмельницкого связана с изучением динамики геолого-геоморфологических процессов Северо-Западного Приазовья, геоэкологических проблем приморских территорий. В основу статьи положены современные геологические данные о строении и конфигурации кос северо-западного побережья Азовского моря, результаты собственных геологических исследований (2011-2013 гг.). При определении типов берегов северо-западного побережья Азовского моря авторы использовали работы В.Р. Зенковича и Ю.Д. Шуйского [8, 18], результаты личных полевых экспедиционных и стационарных исследований в береговой зоне Азовского моря.

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

К экзогенным геолого-геоморфологическим процессам, имеющих наибольшее влияние на формирование береговых склонов побережья Азовского моря, относятся абразия, оползни, обвалы, аккумуляция. В зависимости от распространения и интенсивности того или иного процесса, на побережье Азовского моря выделяются следующие типы берегов [18]:

1. Абразионно-оползневый (высота более 20 м, сложенный преимущественно четвертичными глинистыми породами с прослоями неплотных геологических пород палеоген-неогенового возраста; береговая линия отступает со скоростью 0,1-1,5 м / год; развитие берегов происходит в условиях дефицита наносов).

2. Абразионно-обвальный (широко распространен, интенсивность волновой переработки этого типа берегов регулируется преимущественно накоплением наносов, геологическим строением, крутизной подводного склона, контурами береговой линии; береговая линия отступает со скоростью 0,5-6,0 м / год).

3. Древне-абразионный (характеризуется повсеместным распространением в виде коротких участков (менее 10-15 км); характерными формами рельефа выступают отмершие

клифы и наносные террасы, которые окаймляют склоны таких клифов (ширина свыше 100 м); часто вдоль склонов формируются причленованные конечности кос или баров (например коса Бердянская).

4. Аккумулятивно-абразионный мелкобухтовый первичного расчленения в глинистых породах (характерен для участков побережья заливов, лиманов и лагун; береговые процессы заторможены, развиваются в условиях очень малой покатости подводного склона, низкого волнового энергетического потенциала; господствует острый дефицит наносов, почти совсем отсутствуют вдольбереговые потоки наносов; преобладают неволновые процессы развития береговой зоны и стабильные формы рельефа; береговая линия отступает со скоростью 0,3-0,5 м / год).

5. Первоначально аккумулятивный тип берегов, которые деградируют и отступают (включает комплексы разнообразных форм рельефа, которые испытывают активное разрушение - косы, бары, пересыпи, террасы, которые часто связаны с прилегающими клифами, эоловыми и биогенными формами).

6. Аккумулятивный выровненный (включает лиманные и лагунные берега; композицию берегов затрудняют бары и косы (пересыпи), которыми приморские озера отделены от моря, а также косы, бары, клифы, террасы в лиманах и лагунах, клифы между соседними пересыпями).

7. Дельтовый (распространен вдоль морской окраины дельт малых рр. Берда, Обиточная, Молочная; возникает и развивается при взаимодействии речных и морских гидрогенных факторов, причем волновая энергия не в силах переработать все количество наносов, которую сбрасывают реки, и этих наносов накапливается достаточно для того, чтобы создать конусы выноса - речные дельты; в составе дельтового типа берегов представлены отдельные формы рельефа - подводные и надводные косы, волновые и приустьевые бары, промоины).

8. Берег динамично «нейтральный с ветровым пересыханием» и мелководным подводным склоном (распространен преимущественно в пределах береговой области оз. Сиваш; характеризуется ослабленным ветро-волновым влиянием, широкими отмелями и обширными подводными склонами; в состав этого типа берегов входят мелкие косы и террасы, сложенные песчано-раковинным материалом).

9. Антропогенный тип берегов (расположен на участках освоенных, улучшенных и преобразованных берегов; искусственными формами рельефа выступают берегоукрепительные сооружения, портовые волнорезы, молы и причалы, искусственные пляжи, навигационные каналы, дамбы, карьеры, но они составляют лишь часть берегового комплекса наряду с природными элементами и формами рельефа).

История современного формирования Азовского моря, лиманов и лагун связана с началом и последующим развитием голоценовой трансгрессии, когда море ингрессировало в пределы негативных структур и скульптур, в устья речных долин. Произошло формирование первичного контура береговой линии, а затем сформировались ингрессионные заливы, которые отделились от моря пересыпями (косами, барами). Одновременно коренные склоны между заливами были срезаны морем, оказались выровненными, а вместе с пересыпями образовали соответствующие выровненные контуры береговой линии, которые мы относим к аккумулятивно-абразионным и аккумулятивным выровненным типам берегов. В результате проведенных полевых исследований (2011-2013 гг.) отдельных участков данных типов берегов мы составили их геолого-геоморфологическую характеристику, а краткую ее аннотацию представляем для обсуждения в данной статье.

К аккумулятивно-абразионным и аккумулятивным выровненным типам берегов относятся берега кос «азовского типа», пересыпь Молочного лимана и небольшие участки (0,1-0,4 км) около устьев рр. Домузла, Корсак, Лозоватка, Обиточная, Куца Бердянка, Берда. Косы «азовского типа» [6] (Федотова, Обиточная, Бердянская) в геометрическом плане имеют вид треугольников, прилегающих своей основой к береговому уступу, образованного абразией в континентальных породах. Эта характерная черта говорит об одинаковых условиях их образования, почти одинаковом геологическом строении и возрасте. Возраст азовских кос, по оценке разных авторов, составляет 1800 лет [14,15]. Процессы абразии и аккумуляции на

участках этих типов берегов проходят по разному в зависимости от экспозиции береговой линии.

1. Первый аккумулятивно-абразионный участок находится на Федотовой косе, начинается от южной окраины с. Степок и простирается на юг до границы с Херсонской областью. Длина участка составляет 4,5 км, наибольшая ширина достигает 200 м, в северо-восточной части, возле с. Степок, она интенсивно размывается и ширина участка составляет всего 70-80 м. Юго-восточный берег участка равнинный, за исключением части с активным проявлением абразивных процессов. Северо-западный берег имеет множество небольших заливов с густыми зарослями тростника. Тело косы в пределах участка бугристое, относительная высота не превышает 2 м, поросшее солеросами, тамариксом, лохом серебристым.

Пляжные отложения представлены светло-серыми, желто-серыми разнородными песками с большим количеством (до 60-70%) раковин солоновато-водных и морских моллюсков. Активизация абразионных процессов на участке началась в 80-х годах XX века [16,17,19]. Наиболее интенсивно размывается часть участка, прилегающая к с. Степок. Здесь образовалась серповидная промоина с глубиной захвата тела косы более 150 м и длиной до 1,5 км. При такой скорости абразии (1-3 м/год) коса в этой части в ближайшей время может быть перемыта полностью.

2. Второй аккумулятивно-абразионный участок находится на Федотовой косе, начинается от северо-восточной окраины с. Степок и тянется к коренному берегу возле санатория «Кирилловка». Длина участка 7,5 км. Высота берегового уступа постепенно уменьшается от с. Степок, где составляет 2-3 м, до 1,0-1,5 м у коренного берега. Поверхность косы на этом участке спланирована, поскольку почти по всей длине застроена разнообразными рекреационно-оздоровительными учреждениями. Ширина косы в пределах участка составляет от 1,5-1,7 км (в районе с. Степок и на протяжении 2 км к северо-востоку от села) до 0,2-0,3 км у коренного берега возле санатория. Юго-восточный и северо-западный берега косы на этом участке аналогичные берегам первого аккумулятивно-абразионного участка. Пляжные отложения представлены разнородными песками, светло-серыми и желтовато-серыми песками с содержанием целых раковин и детритуса солоновато-водных и морских моллюсков (40-50%). Ширина пляжа при высоте волн до 0,25 м не превышает 10 м. Скорость абразии – до 0,2 м/год.

3. Третий аккумулятивно-абразионный участок - Пересыпь Молочного лимана - тянется от западного до восточного берегов лимана. Длина пересыпи 15 км, наибольшая ширина достигает 1 км в средней части и 0,2-0,3 км вблизи правого и левого берегов лимана. Большая, западная часть пересыпи, почти вся застроена рекреационно-оздоровительными учреждениями, детскими оздоровительными центрами (ДОЦ). Восточная часть является государственным заказником с относительно ненарушенными природными условиями. Поверхность этой части пересыпи неровная, с песчаными дюнами, расположенными параллельно уреза воды, густо поросшими травянистой растительностью и камышом в пониженных местах рельефа. Отметки поверхности 1,0-1,4 м. Пляжные отложения представлены разнородными светло-серыми, желтовато-серыми песками с включениями ракушек солоновато-водных и морских моллюсков (до 40%). Со стороны Молочного лимана пески глинистые. Ширина пляжа при волнах высотой до 0,25 м - 15-30 м. Скорость абразии - до 0,5 м/год.

Коса Федотова и Пересыпь Молочного лимана подвержены незначительному смещению в сторону суши во время нагонных штормов, однако вдольбереговой поток наносов здесь достаточно насыщенный, поэтому эти косы можно отнести к «условно стабильным» [19]. При нагонах во многих местах вода переливается через косы. «Условная стабильность» кос обеспечивается поступлением в береговую зону огромного количества пляжеобразующего материала от абразии клифа, подводного берегового склона и раковин моллюсков.

4. Четвертый аккумулятивно-абразионный участок - Обиточная коса - является заказником общегосударственного значения с природными, относительно ненарушенными условиями. Длина косы составляет 30 км. Широкая (до 5 км) прикоренная часть косы

заболоченная; восточный берег расчленен небольшими заливами, лагунами и озерами. Максимальная ширина косы в средней части составляет 100-150 м. Конечная часть косы шириной 1,0-1,5 км засажена хвойными деревьями, робинией псевдоакацией. Высота берегового уступа на этом участке косы 1-2 м. Начиная с 80-х годов XX века конечная часть косы интенсивно размывается с многократным переотложением осадков.

Пляжные отложения в средней и конечной частях косы представлены светло-серыми, желтовато-серыми разнородными песками с ракушками солоновато-водных и морских моллюсков (до 80%). Ширина пляжа при высоте волн до 0,25 м от 2-3 м в конечной части косы до 8-12 м в коренной части. Наиболее интенсивно размывается конечная часть косы при волнениях западных, южных и восточных румбов. Скорость абразии – до 2,5 м/год.

5. Пятый аккумулятивно-абразионный участок - Бердянская коса. Большая часть косы используется для отдыха и оздоровления населения, застроена санаториями, базами отдыха, ДОО. Конечная часть косы имеет природоохранный статус со сравнительно ненарушенными природными условиями. Это позволяет изучать динамику процессов аккумуляции как в естественных, так и в условиях, нарушенных техногенной нагрузкой.

По данным предыдущих исследований [2,11 13], надводная часть Бердянской косы с середины XX века увеличилась на 40 тыс. м<sup>3</sup>. Увеличение площади оконечности косы за счет процессов аккумуляции происходило к концу 70-х годов XX века, а с начала 80-х годов и по настоящее время в конечной части косы преобладают процессы абразии. Конечная часть косы размывается со средней скоростью 3 м/год. За последние годы процессы абразии активизировались вдоль всего восточного, юго-восточного, южного и юго-западного берегов косы, начиная от оз. Круглое. На участке косы от устья р. Берда до оз. Круглое абразия составляет величину 1,0-1,5 м/год, а далее на юг до оконечности косы абразия составляет 1,5-2 м/год. В конце 2005 г. в юго-западной конечной части косы образовалась промоина шириной до 200 м, которая отмыла полуостров Большой Дзендик от тела косы. Коренная часть Бердянской косы представлена отмершим клифом.

Интенсивный размыв косы вызван не только природными, но и техногенными факторами. Строительство различных берегозащитных сооружений проводится стихийно и хаотично, без соответствующей проектной документации, без государственных проектных выводов, без анализа эффективности защиты берегов различными сооружениями. Все каменно-глыбовые насыпи, подсыпки и буны размещали перпендикулярно береговой линии, несмотря на то, что коренной берег и берега кос значительно отличаются по азимуту экспозиции.

**Закключение.** Поднятие уровня Азовского моря на современном этапе, прогнозы на XXI столетие о глобальном потеплении [20] ставят перед нами вопрос о направленности развития северо-западного побережья Азовского моря. При сохранении нынешних темпов подъема уровня моря (спорным является вопрос о влиянии современных тектонических движений на развитие берегов Азовского моря), его величина за столетие может составлять 35-40 см, что приведет к интенсивности абразионных и аккумулятивных процессов. Интенсификация волнового режима, размыв пляжей, рост аккумулятивных форм в высоту приведет к постепенному их смещению в северо-западном направлении.

#### References:

1. Lobanov I.N. *Pro pohodzhennya kis na pivnichnomu poberezhzhi Azovs'kogo moray* [About the formation of the bars on the Northern coast of the Azov Sea]. *Geological journal*. 1940. T. VII. Ed. 1-2. pp. 163-166.
2. Lobanov I.N. *Geomorfologiya doliny r. Berdy* [The geomorphology of the valley of the river Berda]. *Ed. of the all-Union geographical society*. 1952. T.84. Ed. 6. pp. 627-631.
3. Zamoriy P.K., Molyavko G.I. *Geologichniy opys dolyny r. Molochnoyi i Molochnogo Lymanu* [Geological description of the valley of the river Molochnaya and Molochnyi Estuary]. К.; М., 1946. pp. 5-50.

4. Karyakin L.I. *O proishozhdenii kos na severnom poberezhiiye Azovskogo moray* [About the formation of the bars on the Northern coast of the Azov Sea]. *Ed. VGO*. 1954. T.86. Ed. 1. pp. 112-115.
5. Aksenov A.A. *Morfologiya i dinamika severnogo berega Azovskogo moray* [Morphology and dynamics of the Northern coast of the Azov Sea]. *Works of the state oceanography institute*. 1955. Ed. 29(41). pp. 107-143.
6. Budanov V.I. *Ob obrazovanii i razvitiu kos "Azovskogo tipa"* [About formation and development of the "Azov type" bars]. *Works of the oceanographical commission of the Academy of Sciences of the USSR*. Investigation of sea coasts and reservoir shores. M., 1956. T.1. pp. 90-97.
7. Shlyamin B.A. *Konfiguraziya kos Azovskogo moray* [Configuration of the Azov Sea bars]. *Nature*. 1956. №12. P. 93-95.
8. Zenkovich V.P. *Berega Chernogo i Azovskogo morey* [Coasts of the Black and Azov Seas]. M.: Geography., 1958. 374 p.
9. Shcherbakov F.A. *K istorii razvitiya severnogo i zapadnogo poberezhiiye Azovskogo moray v svyazi obrazovaniy pribrezhnyh morskikh rossypei* [To the history of development of the Northern and Western coasts of the Azov Sea in connection with formation of the coastal sea spits]. *Works of the oceanographical commission of the Academy of Sciences of the USSR*. 1961.T. 12. pp. 7-29.
10. Gevorkyan V.H., Dovgan' R.M. *Pro tektonichni umovy rozmishchennya kis na pivnichnomu uzberezhzhi Azovskogo moray* [About tectonic conditions of the bars location on the Northern coast of the Azov Sea]. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*. 1964. №1. pp. 92-94.
11. Mamykina V.A., Petrenko E.B. *O dinamike nanosov kos Azovskogo moray (po dannym 1962-1964)* [About dynamics of formation of the bars of the Azov Sea (according to the data of 1962-1964)]. *Development of the coasts in the conditions of the oscillatory movements of the earth's crust*. Tallin. 1966. pp. 160-164.
12. Mamykina V.A., Hrustalev Yu.P. *Protsessy abraziy i akkumulyatsii v sovremennom osadkonakoplenii na primere Azovskogo moray* [Processes of abrasion and accumulation in modern precipitation accumulation on the example of the Azov Sea]. *Oceanology*. 1966. T.6. Ed. 3. pp. 42-43.
13. Mamykina V.A., Hrustalev Yu.P. *Sovremennoye sostoyanie i perspektivy razvitiya akkumulyativnyh form v Azovskom more* [Modern state and ways of development of accumulative forms in the Azov Sea]. *Coastal zone of the sea*. M.: Science, 1981. pp. 73-78.
14. Shnyukov E.F., Semenenko V.N., Shchiritsa A.S. and others. *K litologii i mineralogii novoevksinskih otlozheniy akvatorii Azovskogo moray* [To lithology and mineralogy of new euxinian sediments in the waters of the Sea of Azov]. *Geology of the coast and bottom of the Black and Azov Seas on the territory of Ukrainian SSR*. K.: Edition of the Kiev university, 1969. Ed.3. pp. 56-63.
15. Shnyukov E.F., Orlovskiy G.N., Usenko V.P. *Geologiya Azovskogo moray* [Geology of the Azov Sea]. K.: Naukova dumka, 1974. 246 p.
16. Shuiskiy Yu.D., Vyhovanets G.V. *Issledovaniye plyazhey na abraziionnyh beregah Chernogo i Azovskogo morey* [Investigation of beaches on abrasive coasts of the Black and Azov Seas]. *Engineering geology*. 1984. №2. p. 73.
17. Shuiskiy Yu.D. *Sovremennaya dinamika akkumulyativnyh beregovykh form reliefa* [Modern dynamics of accumulative coastal forms of the landscape]. *Natural bases of shore protection: [ed. by V.P. Zenkovich, E.I. Ignatova, S.A. Lukyanova]*. M.: Science, 1987. pp. 116-131.
18. Shuiskiy Yu.D. *Typy beregiv Svitovogo okeanu* [Types of the coasts of the World Ocean]. Odesa: Astroprint, 2000. 480 p.
19. Nepsha O.V. *Dynamika Pivnichnogo berega Azovskogo moray* [Dynamics of the Northern coast of the Azov Sea]. *Physical geography and geomorphology*. 2010. Ed. 3(60). pp. 242-245.

20. Goryachkin Yu.N., Ivanov V.A. *Uroven' Chernogo moray: proshloye, nasoyashcheye i budushcheye* [Level of the Black Sea: past, present and future]. Sevastopol, 2006. 210 p.
21. *Azovskoe more v konce XX – nachale XXI vekov: geomorfologija, osadkonakoplenie, pelagicheskie soobshhestva. T. X.* [The Azov Sea at the end of XX - beginning of XXI century: geomorphology, sedimentation, pelagic community] / Exec. ed. G.G. Matishov. Apatity of KSC, 2008. 295 p.