

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 551.35:624.131(262.5)

Шуйский Ю.Д.,

доктор геогр. наук, профессор

кафедра физической географии и природопользования,

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина, e-mail: physgeo@ukr.net

БЕРЕГА И ПОДВОДНЫЙ СКЛОН ЧЕРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КИНБУРНСКОГО ПРОЛИВА

Изученный морской берег располагается между Березанским проливом и м.Очаковским в районе Кинбурнского пролива. Его длина равна 16 км. Он состоит из абразионного участка (глинистый клиф) и аккумулятивного участка (Лагерная коса). В естественном виде высота клифа может достигать 25 м, а скорости абразии до 2,5 м/год. Лагерная коса имеет длину около 6 км, высоту до 2 м, ширину до 150-200 м. Она сопряжена с активным клифом и смещается в сторону лимана. В настоящее время находится в стадии деградации. Пляжи постепенно исчезают. Берег сильно застроен, а его морфология и динамика существенно нарушены. Подводный склон моря весьма отмельный, до 0,001-0,005. В итоге роль волнового фактора понижена, а роль сгонно-нагонных явлений усилена. Широко распространены искусственные формы рельефа в виде стенок, молв, причалов, встречаются бермы, буны, портовые ковши, судоходные каналы. Все они в разной степени блокируют абразионные поступления наносов в береговую зону, а потому обостряют дефицит наносов и усиливают деструктивные тенденции. Для района Кинбурнского пролива характерным является относительно резкое усиление этой тенденции (до 9,8 мм/год в 1998-2012 гг.) создает угрозу подтопления Лагерной косы, Очаковского мыса и Кинбурнского полуострова, подпора подземных водоносных горизонтов и усиления оползней, засоления устьев Днепра и Южного Буга, активизации штормовых волн.

Ключевые слова: Черное море, Кинбурнский пролив, побережье, динамика, пляж, дно, уровень, волна.

Введение

Различные участки побережья Черного моря исследованы неравномерно – одни полнее, другие – слабее. Малоисследованные побережья часто испытывают более сильный антропогенный пресс. Поэтому возникает острая необходимость в дополнительной научно-исследовательской информации для обеспечения рационального природопользования в новых условиях дополнительных антропогенных нагрузок. К таким недостаточно полно исследованным участкам относится морское побережье в районе Кинбурнского пролива,

который соединяет Черное море с Днепро-Бугским лиманом. Интенсивное судоходство, активное рыболовство, значительное рекреационное использование, наличие национального парка и прочее обусловили достаточно сильный антропогенный пресс. Эти знания необходимы также строителям морских сооружений и курортов, мореплавателям, ученым-геоморфологам и океанологам. В этой связи тема статьи является *актуальной*.

Как видим, на побережье доминирует промышленно-транспортное ведение хозяйства, развивается морской и речной транспорт. Поэтому ведущими оказываются исследования морфологии и динамики берегов, одним из приоритетных направлений географических исследований нашего региона – северного побережья Черного моря. Следовательно, *цель* данной статьи – анализ морфологии и динамики морского берега и подводного склона в условиях антропогенного влияния между м.Очаковским на востоке и Березанским проливом на западе. Основными задачами данного исследования являются: *а)* анализ природных условий формирования берегов Черного моря исследуемого района; *б)* изучение морфологии аккумулятивных и абразионных берегов между Очаковом и косою Лагерной, как индикатор развития береговой зоны; *в)* рассмотрение основных искусственных форм рельефа и их влияния на береговую зону.

Объектом исследования выступает берег Черного моря между мысом Очаковским и Лагерной косою (рис. 1). *Предметом* исследования является морфология абразионных и аккумулятивных берегов между мысом Очаковским и Лагерной косою и влияние на них искусственных форм прибрежно-морского рельефа.

Краткая история исследований

Первые исследования данного побережья не отличались сложностью и методико-теоретическим обоснованием. Они были сугубо логико-описательными, характеризовали водный путь из моря в Ольвию и в устье Борисфена. Были известны внешние черты берегов, глубины, донные отложения в море и в Днепро-Бугском лимане. Античные народы Понта Эвксинского знали сезонные изменения стока рек, направления и скорости течений разных видов в море и в лимане, режим волнений. Им были известны направления, скорости и повторяемости попутных и противных ветров, миграции подвижных льдов. Эти же сведения знали рыбаки и другие жители побережья. Подобный уровень знаний был достаточен в течение веков, для коренного населения, колонизаторов, мореплавателей, купцов.

Со временем исследованное побережье наносится на карты, вначале глазомерные, с указанием румбов и направлений движений судов (карты-портоланы). Во второй половине XVIII столетия начинается массовое составление карт, построенных инструментальными методами, в том числе и северного побережья Черного моря [2]. Накапливаются материалы натуральных исследований, поступает информация с других морей. Начинаются первые обобщения в виде атласов, наставлений и лоций. Довольно совершенные карты находим в Луции

Черного моря 1851 г. Во второй половине XIX века появляется одна из точнейших карт того времени – «Трехверстка»: ее масштаб составил в 1 дюйме 3 версты (1863 г.). Соответственно, обозначения побережья в районе Кинбурнского пролива оказались наиболее точными, которые соответствуют требованиям к сопоставимости со всеми последующими крупномасштабными картами.



Рис. 1. Карта расположения участка исследования (заштрихован) на северном побережье Черного моря в районе Кинбурнского пролива из Днепро-Бугского лимана (показан черной стрелкой).

В 1888 г. Императорской академией наук России была издана «Инструкция для исследования морских берегов». Она была составлена государственной комиссией в составе физико-географа Ю.М. Шокальского, геоморфолога и метеоролога Н.А. Соколова, геолога И.В.Мушкетова, морского гидротехника М.Н.Герсеванова. Все последующие методические разработки берут начало от этого документа. Ее положения были впервые применены на берегах Черного моря, в том числе и при составлении Лоции 1893 г. Район Кинбурнского пролива впервые появился в крупном масштабе на морской навигационной карте, на которой, помимо точного изображения береговой линии и глубин, был обозначен состав донных наносов. Впервые было показано точное изображения первых крупных искусственных форм рельефа – судоходных каналов, рыбацких причалов и гидротехнических портовых сооружений Очакова.

При переиздании карт все более совершенным становилось их содержание. Географические описания показали характеристику берегов. Большой участок абразионно-оползневого берега был показан между м. Очаковским и

корнем Лагерной косы. Клиф отделялся от моря сравнительно широким песчаным пляжем. Косы Кабачек, Лагерная, Очаковская, Северная Кинбурнская и весь Кинбурнский п-ов представляют собой низкую аккумулятивную террасу прибрежно-морского происхождения. В 20-30-х годах XX столетия активизировалось портовое строительство, был выполнен большой объем работ по углублению Очаковского и Днепровского каналов, построен Березанский канал, возведены сооружения рыбной и военной гавани Очакова, реконструирована гавань о. Майского.

После Великой Отечественной войны начинается научно-исследовательская работа по изучению береговой зоны моря в районе Кинбурнского пролива на основании теории береговедения. Несколько экспедиций под руководством В.П. Зенковича картографируют берега и дают опросную оценку их динамики. Экспедиции под руководством Е.Н. Невесского исследуют палеогеографию этого района. Монография Н.М. Костяницына в 1964 г. приводит наиболее общую характеристику устьевой области Днепра и Южного Буга. Прибрежно-морские процессы исследуются Институтом гидромеханики АН Украины (Е.С. Цайтц, Ю.Н. Сокольников, В.В. Хомицкий и др.) и ЧерноморНИИпроектом (Д.Я. Бертман, В.И. Шепсис, С.С. Хромов, И.В. Шкарупо, В.Б. Дроздов и др.) в 70-х годах для обоснования проекта превращения лиманов в пресные водоемы. В начале 60-х годов начинаются первые стационарные исследования абразионных и аккумулятивных форм берегового рельефа под руководством Г.Н. Аксентьева, которые в дальнейшем продолжились Ю.Д. Шуйским. Под его же научным руководством в 1980-1993 гг. прибрежно-морские исследования выполнялись отрядом Гидрографической службы Черноморского флота СССР, а в 1982-1999 гг. и 2010-2012 гг. – отрядом кафедры физической географии и природопользования. Были выполнены повторные измерения скоростей абразии, линейных и объемных размеров пляжей, состава наносов, рельефа подводного склона, описания гидротехнических сооружений.

Материалы и методы исследования

Для написания этой статьи использовались данные полевых экспедиционных и морских промерно-грунтовых исследований, в т.ч. – многолетних стационарных. Были учтены данные, полученные на основе анализа картографических источников. Использовались материалы измерений гидрометеорологических характеристик на гидролого-метеорологической станции «Очаков». Были получены материалы собственного картографирования во время маршрутного обследования морского берега между м.Очаковский и Березанским проливом. Выполнена инструментальная съемка и фотосъемка отдельных участков берега.

Все исследования обеспечивались картографическим материалом (топографические карты, морские навигационные карты), данными аэрофотосъемки и космической съемки. Они использовались для дополнения полевых описаний и данных камеральной обработки.

Обсуждение и анализ материалов исследования

Основные формы берегового рельефа. На исследованном участке между мысом Очаковским и Березанским проливом (рис. 2) распространены различные формы рельефа на берегу. Выделяются две основные группы клифов: абразионно-обвальные и абразионно-оползневые.

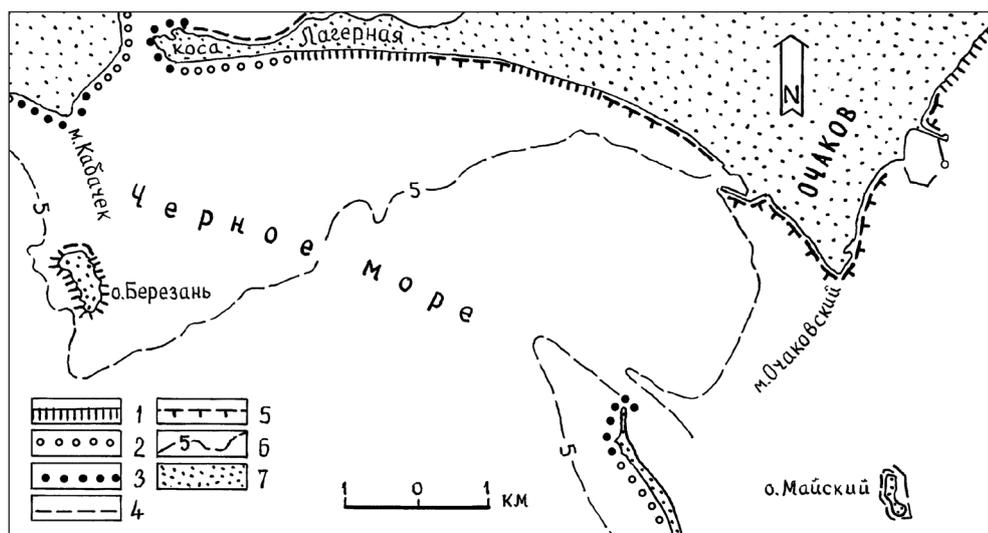


Рис. 2. Схема берегов Черного моря между м.Очаковским и дисталью косы Лагерная. Условные обозначения: 1 – активные клифы; 2 – аккумулятивные формы с отступающей береговой линией; 3 – то же, с нарастающей береговой линией; 4 – динамически стабильный берег; 5 – берег, испытавший сильное антропогенное влияние; 6 – изолиния глубины, 5 метров; 7 – поверхность суши.

В наибольшей мере распространены разные абразионно-обвальные. Клифы чаще всего сложены однородной по составу рыхлой осадочной толщей (лессы, суглинки и супеси). Часть берега преобразована защитными сооружениями и абразии не подвергается. Исследования активных глинистых клифов и многолетние повторные съемки топопланов указывают на их отступление за период 1936-1973 гг. максимум на 1,5–2,5 м/год. В 1974-1991 гг. наибольшие скорости абразии заметно уменьшились – до 1,0-1,5 м/год. Это намного меньше, чем содержится в работе [5], где показаны измерения в течение 2-3 лет. Вместе с тем, в некоторых точках берега в море падали крупные блоки пород, и потому кромка клифа могла сразу отступить до 8 м/год. После этого в течение нескольких лет берег обычно не меняется. В последние годы, в период 1999-2012 гг. средняя скорость абразии составила почти в два раза меньшие значения, что вызвано влиянием соседних защитных сооружений и приближением к равно-

весному состоянию оставшихся активных клифов. Средняя за многолетний период (1936-2012 гг.) скорость абразии клифа изменяется от 0,5 м/год у Очакова до 0,8 м/год у пос. Викторовка. Клиф сложен в основном лёссовидными породами и глиной красно-бурой и серо-зеленой. На подводном склоне преобладает глина серая и серо-зеленая, с включениями «журавчиков» [3, 7].

Аккумулятивные формы рельефа представлены пляжами, косами и террасами. Пляжи песчаные, со значительными (до 20-23%) примесями раковинного детрита и целой ракуши. Ширина пляжей составляет от 8 до 22 м, среднее 12,4 м. Высота повышена, до 1,5-1,9 м, что необычно на других участках, а объясняется значительной повторяемостью высоких уровней (≥ 1 м) под влиянием нагонных ветров и поступления воды из двух крупных рек.

Пляжи полосой разной ширины протянулись вдоль всего исследованного берега. Наибольшей ширины они достигают на западном фланге Очаковского выступа – пляжи «Госпитальный» и «Аллея сказок». В районе пансионата «Золотой колос» пляжи практически отсутствуют – по причине непрофессиональной установки некоторых искусственных форм рельефа море размыло пляж и подошло к ступеням спуска на пляж. На всех изучаемых участках пляжи плоские без валов и уступов, маломощные (до 0,7-0,9 м), в основном с вогнутым поперечным профилем. Почти на всех участках тыльная сторона пляжей поросла растительностью, иногда камышом, что связано с выклиниванием грунтовых вод в подножие клифа и частым действием ветровых нагонов.

Кроме пляжей, у подножья обвальных активных и отмерших клифов к аккумулятивным относятся конусы выноса из коротких и крутых балок, которые представляют собой слабоволнистые поверхности. Такие участки представлены на восточной окраине Очакова между военным портом и портопунктом на окраине города. На данном участке для препятствия волнового размыва проведены берегозащитные мероприятия – наброска из каменных глыб.

Двустороннее питание очень слабым потоком наносов вершины м. Очаковского вызвало образование своеобразного наволока на этом мысе [3]. Но сейчас эта низкая терраса застроена и коренным образом преобразована, а естественные черты морфологии практически не проявляются.

Лагерная коса расположена в устье Березанского лимана и сопряжена с активным абразионным клифом, длиной 5,6 км (рис. 2). Средняя за многолетний период (1936-2012 гг.) скорость абразии клифа изменяется от 0,5 м/год у Очакова до 0,8 м/год у пос. Викторовка. Клиф сложен в основном лёссовидными породами и глиной красно-бурой и серо-зеленой. На подводном склоне преобладает глина серая и серо-зеленая, с включениями «журавчиков» [3, 7].

Основная аккумулятивная форма, представленная в районе исследования – коса Лагерная [9]. Она расположена в устье Березанского лимана и сопряжена с активным абразионным клифом, длиной 5,6 км. В настоящее время коса полностью застроена легкими и фундаментальными строениями и не может развиваться в естественном режиме. Особенно плотно застроены эоловая и ли-

маные зоны, и поэтому нарушена связь между ее отдельными морфологическими зонами – морским пляжем, эоловой и лиманной. В то же время больше половины длины активного клифа блокировано, а потому не поставляют наносы для питания Лагерной косы. В результате этого на многих участках коса сильно деградировала, а потому и не нарастает. Правда, небольшая прибавка наносов обеспечивается поступлением ракуши со дна по причине увеличения продуктивности бентосной фауны в течение последних 10-15 лет.

Особенности прибрежного дна. Прибрежное дно отличается значительной отмелью: изобата –5 м отстоит от берега на 4-5 км, и только перед самым портом Очаков она приближается вплотную к берегу. Это позволяет подходить мало разрушенным волнам и достаточно сильно влиять на подводный склон. В то же время широкая отмель способствует значительным колебаниям уровня моря под влиянием сгонно-нагонных колебаний. Как результат, кривая поперечного профиля характеризуется вогнутой формой, а его верхняя часть в интервале 0–2,5 м имеет большой уклон, более 0,034. По мере удаления в сторону моря кривая резко выравнивается, а уклон при 0–3,5 м составляет 0,012 – почти в 3 раза менее крутой (рис. 3). Поверхность подводного склона рассматривается рядом авторов [3, 4, 5] как абразионная терраса верхнего голоцена.

В западном направлении, при приближении к корню Лагерной косы характер рельефа подводного склона Черного моря меняется незначительно. В промежутке глубин 0-2,8 м уклон кривой подводного склона уменьшается, но все же остается значительным – до 0,022 (рис. 4). Заметное снижение крутизны кривой отслежено на глубинах 2,5-3,5 м – до 0,014. Это почти столько же, сколько и на предыдущем профиле. А глубже, до 4,5 м, дно оказалось совсем пологим – до 0,0081. И на этом участке дно сложено плотными глинами, в основном красно-бурыми, местами с пятнами песка кварцевого и ракушечного. Ослабленное волнение и его доминирование от суши в море не способствуют большим скоростям донной абразии, ориентировочно – 1-3 мм/год в среднем.

Состав наносов. Как отмечалось ранее [3, 9], на Очаковском береговом участке господствовали песчаные наносы. Через 50 лет оказалось, что в составе пляжей доминируют алеврит-пелитовые фракции (32-39%), хотя сумма песчаных фракций равна 46-53%. Выделяется содержание самой крупной фракции (≥ 10 мм) – 10-14%, она представлена преимущественно раковинным детритом. Соответственно, концентрация карбонатов оказалась равной 8,0-9,4%: вдоль всего абразионного берега отмечен необычно узкий разброс значений $CaCO_3$. При этом медианный диаметр (Md) пляжевых наносов лежал в пределах 0,18-0,20 мм на разных точках отбора проб, – здесь также весьма узкий разброс, что указывает на относительно устойчивые фациальные условия пляжевого морфогенеза [6]. В этой связи коэффициент сортировки (S_s) составляет 2,0-2,2.

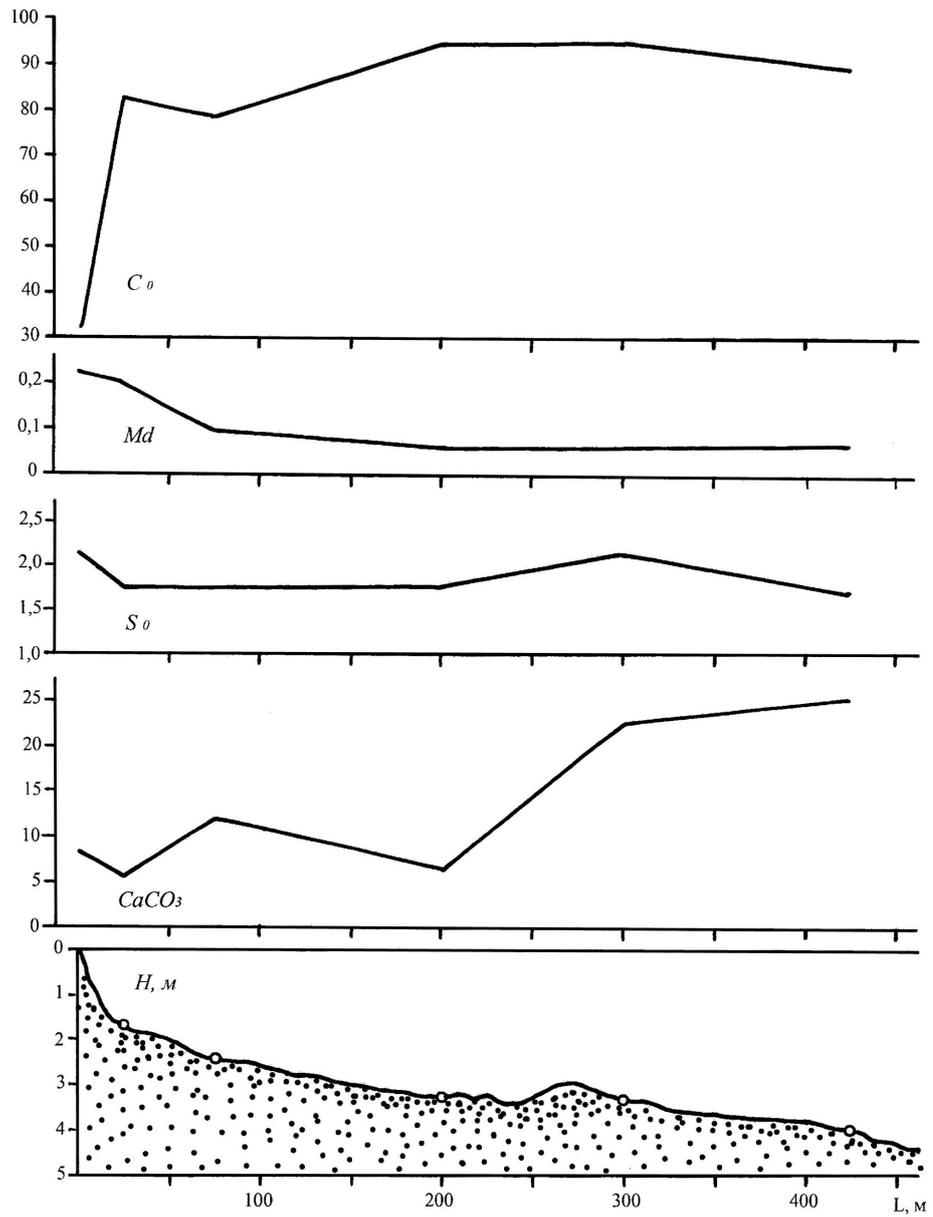


Рис. 3. Типичный поперечный профиль подводного склона моря на участке западнее сооружений морского порта и распределение на нем основных свойств наносов: C_o – ведущая фракция, %%; Md – медианный диаметр, мм; S_o – коэффициент сортировки; $CaCO_3$ – содержание карбонатного материала, %%.

На этом фоне отмечены закономерности вдольберегового распределения характеристик пляжевых наносов. В общем, в направлении от востока на запад, в направлении Лагерной косы размер наносных частиц увеличивается. Так, количество фракции мелкозернистого песка растет в 2,8 раза, среднезернистого песка в 6 раз, а мелкого гравия в 4,2 раза при том, что содержание алевро-пелитовых фракций становится меньше в 3,7 раза. Но одновременно, как это ни покажется необычным, значения Md остаются такими же, а коэффициент сортировки S_o становится больше только лишь на 15%. Характерно, что поблизости от портовых сооружений Очакова ведущей фракцией образцов наносов является $C_o = 78,6\%$ ($\leq 0,1$ мм) – алеврито-пелитовая, в то время, как на западном фланге вдоль берега Лагерной косы – фракция среднезернистого песка 0,25-0,5 мм ($C_o = 43,4\%$). Данные различия мы склонны отнести за счет усиленного поступления раковинного детрита с подводного склона в районе Березанского пролива: лиманная вода насыщает этот участок питательными веществами из Березанского лимана, что повышает биологическую продуктивность бентосных организмов.

Закономерности распределения основных характеристик наносов на подводном склоне исследованной береговой зоны представлены на рис. 3 и 4. Как можно видеть (рис. 3), подводный склон почти полностью занят алеврито-пелитовым осадочным материалом. Вероятнее всего, это связано с выносом взмученных лиманных наносов и днепровской взвеси через Кинбурнский пролив, хотя на какие-то большие массы рассчитывать не приходится. Ведь Днепро-Бугский лиман улавливает более 90% днепровского аллювия, который своей массой в общем компенсирует тектоническое прогибание лиманного дна. Это сказывается на величинах Md и S_o . Ток течения вдоль северного берега Кинбурнского п-ова выносит к МТП Очаков тонкую карбонатную взвесь, которая дает всплеск на графике $CaCO_3$ на рис. 3.

На графиках рис. 3 и 4 замечаем более сложное распределение тех же характеристик наносов на поперечных профилях подводного склона. Как это обычно бывает [4, 9], Md в зоне прибойного потока в интервале глубин 0-1,5 м отмечены наибольшие величины, – до $Md = 0,4$ мм. Это почти в 4 раза больше среднего по всем профилям между мысами Очаковский и Кабачек (рис. 2). Аналогичная закономерность прослежена вдоль «лбища» Кинбурнского полуострова, его мористого фланга, где литодинамические условия аналогичны [6, 8]. В сторону открытого моря медианный диаметр понижается, а уже на глубинах 4-5 м он вдвое меньше. В пределах глубин 0-3 м хуже всего отсортированы наносы, наибольшая примесь карбонатов, наибольшее содержание ведущей фракции, наибольшее влияние гидрогенного фактора, максимальные скорости подводной абразии. Именно по этим причинам поперечный профиль принял четко выраженную вогнутую форму практически вдоль всего берега между портом Очаков и средней частью Лагерной косы.

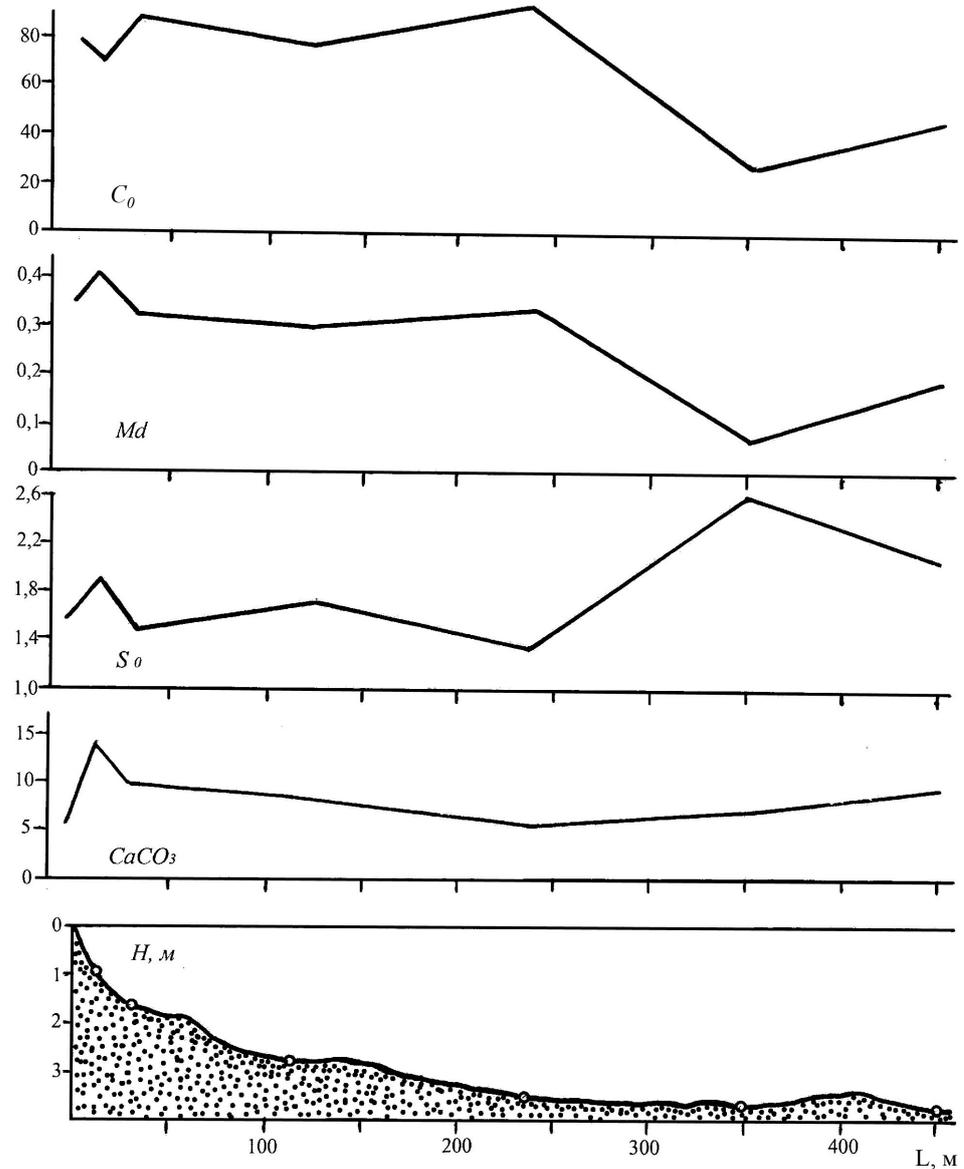


Рис. 4. Типичний поперечний профіль підводного схилу моря на участку сопряжения абразионного берега и корня Лагерной косы, и распределение на нем основных свойств наносов: C_0 – ведущая фракция, %%; Md – медианный диаметр, мм; S_0 – коэффициент сортировки; $CaCO_3$ – содержание карбонатного материала, %%.

Искусственные формы рельефа как отражение антропогенного влияния на исследованные берега. Исследованные берега Черного моря в районе Кинбурнского пролива являются давно освоенными и заметно преобразованными. Отражением такого освоения в первую очередь и прежде всего являются попытки предотвратить размыв аккумулятивной террасы («наволока») на м. Очаковском (рис. 2). Эти попытки начались еще в период татарского владычества в Диком Поле (в «Тартарии» XVI века). После завоевания Дикого Поля и Придунавья Россией во второй половине XVIII века Очаков становится основным морским торговым портом Новороссии – новой черноморской провинции Российской Империи. В этой связи начинается строительство подходных судоходных каналов: вначале ОЧК, затем БДЛК к адмиралтейскому городу Николаеву (назван в честь богини победы – Ники) и канал БДЛК к губернскому городу Херсону (рис. 5). Они стали существенными антропогенными формами донного рельефа, нарушившими естественное состояние прибрежного дна.

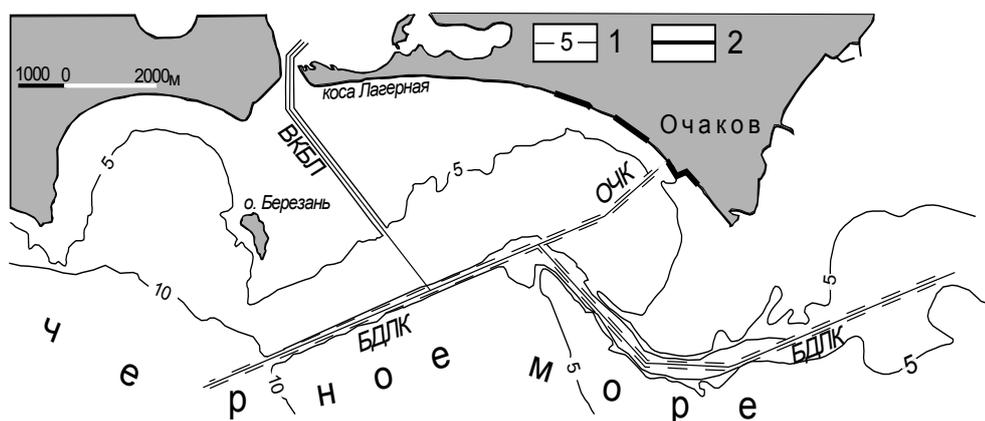


Рис. 5. Расположение искусственных отрицательных форм донного рельефа – судоходных каналов на дне северной части Черного моря. Обозначения: 1 – изобаты (в м); 2 – береговые искусственные гидротехнические сооружения; БДЛК – Бугско-Днепровский лиманский канал; ВКБЛ – входной канал Березанского лимана; ОЧК – Очаковский судоходный канал.

Уже в середине XX столетия был проложен канал ВКБЛ в глубокий Березанский лиман, к базе рыболовного флота в Викторровке и к причалам при крупных элеваторах в Андреево-Зорино, Элеваторном, Новоселовке. После строительства Восточной гавани Очакова и гавани Днепро-Бугского гидроузла на мелководной (0-3 м) акватории лимана на западе Очакова возникла необходимость еще в двух каналах (рис. 6). Глубины в этих гаванях и каналах составляют до 4,5-5,3 м. Они выходят к изобате –5 м и далее – на прорезь Бугско-Днепровского лиманного канала и через Кинбурнский пролив – в Черное море. Эти сооружения повлияли на направление движения наносов, но поскольку наносы взвешенные и их львиная доля не является пляжеобразующей, то на процессы

пляжеобразования и формирование берегозащитных пляжей такие нарушения практически не повлияли. Тем не менее, и каналы, и восточные гавани Очакова составили значительное множество искусственных форм рельефа на побережье Черного моря. Они существенно видоизменили рельеф и разнообразили его, а снижение поступлений осадочного материала из клифов и бенчей данного района привело к уменьшению ремонтного черпания на каналах, особенно на ВКБЛ. В будущем гавани можно будет использовать для создания баз лодочного и яхтенного флота в процессе преобразования рекреационной составляющей данного морского побережья. Среди берегозащитных сооружений выделяется комплексное, состоящее из нескольких элементов (рис. 7).

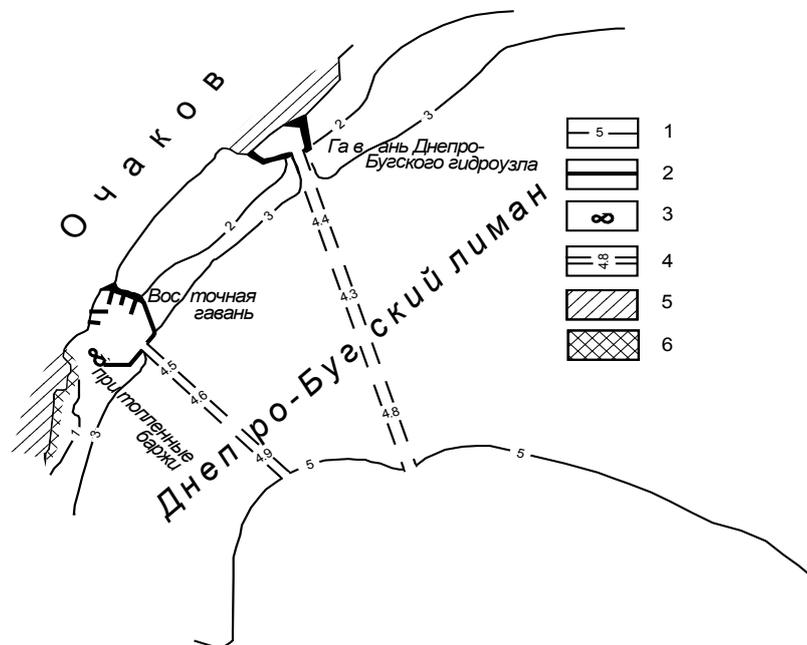


Рис. 6. Расположение различных положительных и отрицательных искусственных форм рельефа в западной части Днепро-Бугского лимана, северное побережье Черного моря. Обозначения: 1 – изобаты (в м); 2 – искусственные сооружения (молы, пирсы, причалы, валы, гряды); 3 – притопленные баржи; 4 – судоходный канал с отметками глубин (в м); 5 – искусственные песчаные насыпи; 6 – защитная каменная наброска.

Описания абразионных берегов Очаковского участка выполнялось со времен изгнания турок из Причерноморья, а по опросным данным местного населения скорости абразии клифа составляли 1,0 м/год в первой половине XX века [2, 3]. Стационарные повторные наблюдения ведутся с 1954 г. За 30 последующих лет естественный клиф отступал со средними скоростями от 0,5 у Очакова до 1,17 м/год возле корневой части Лагерной косы [9].

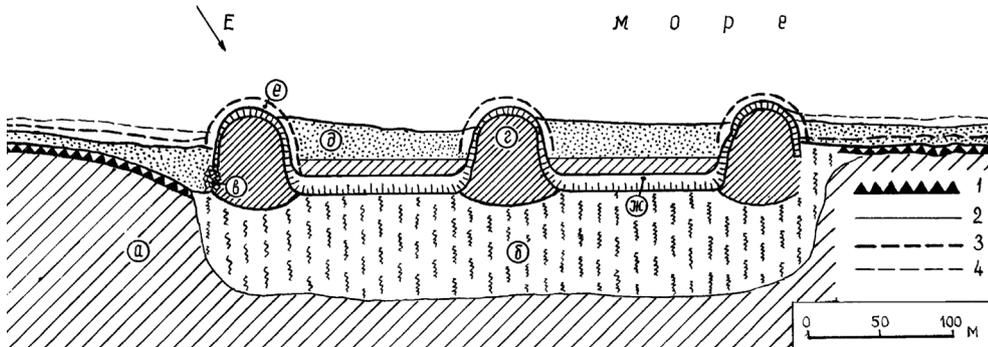


Рис. 7. Берегозащитное и противооползневое гидротехническое сооружение на участке санатория «Очаков» к западу от причалов порта Очаков. Условные обозначения:

1 – линия активного клифа после строительства сооружения; 2 – береговая линия пляжа после строительства сооружения; 3 – линия активного клифа до строительства сооружения; 4 – береговая линия пляжа до строительства сооружения. Элементы сооружения: а – поверхность коренного глинистого берега; б – искусственный откос после выполаживания склона; в – каменная наброска на наветренном входящем углу; г – искусственный бетонный выступ с мористым пологим откосом для гашения волн («фигурная берма»); д – песчаный пляж; е – пологий откос во фронтальной части бетонного выступа. Е – результирующий энергетический вектор ветро-волнового режима.

По данным наблюдений Укрюжгипрокоммунстроя в 1969-1985 гг., на западной окраине Очакова скорости абразии усилились до 2 м/год. Береговые территории стали терять значительные площади и расположенные на них постройки, санатории и базы отдыха, что заставило прибегнуть к созданию оригинального берегозащитного сооружения.

Его строительство велось в 1985-1987 гг., а одновременно велся текущий топо-геодезический контроль над состоянием берега. Планировалось, что выполаживание склона (рис. 7б) уменьшит нагрузку на него и не приведет к повторным оползням и обвалам. Конечно, обвалов, как на естественных клифах, уже не наблюдалось. Но в подобных случаях проектировщики должны учитывать последующие смещения мелких блоков породы, осыпи на бортах участка и воздействие водной эрозии. Также неэффективными оказались пологие откосы бермы (рис. 7е) как гасители волновой энергии. Для волн они не были препятствием, а в условиях волно-ветровых нагонов внешняя поверхность фигурных берм (бетонных выступов) оказывалась под сильным механическим влиянием, которое обычно разрушает бетонные конструкции.

Проектировщики ожидали, что пространства между выступами 7д станут быстро заполняться наносами, и таким образом стенки и откосы рис. 7ж будут избавлены от волнового разрушения. В действительности, береговая зона данного района испытывает острый дефицит наносов, а кривизна вогнутости между отдельными бермами слишком пологая, что не позволяет достаточно полно уменьшиться наносодвижущей способности волнового потока. Поэтому

пляжи, по крайней мере – достаточно крупные, не могут образоваться в построенной искусственной вогнутости. При натуральных измерениях оказалось, что искусственная отсыпка песка обусловила ширину пляжа до 18-24 м, но толщину только 0,1-0,2 м, т.е. всего 1,8-4,8 м³/м. Это в целом меньше, чем имели естественные пляжи до строительства берегозащитного сооружения (5-9 м³/м), на порядок-два меньше того размера, который может обеспечить отмирание активных клифов. Поэтому пляженакопительную задачу данное сооружение не решило. Оно оказалось лишь пассивной защитой только для своего точечного местоположения и самым крупным (плюс самым дорогостоящим) гидротехническим сооружением Очаковского берега.

Оконечности фигурных берм выходили на глубины $\leq 0,4-0,5$ м, т.е. не далее линии забурунивания ветровых волн. В результате «наветренная» берма (левая на рис. 7) не могла обеспечить заполнение входящего угла. В этом углу сложился усиленный ветро-волновой нагон, что активизировало размыв активного глинистого берегового склона. Не помогла и каменная наброска рис. 7в: за период 1990-2000 гг. глинистый клиф здесь отступил на 38 м, т.е. 3,8 м/год. В то же время на правом подветренном фланге рис. 7 подножье смежного клифа в волновой тени отступило на 8 м (0,8 м/год), т.е. в 4,7 раза медленнее. Следует заметить, что такая разница проявляется вначале, в течение первых лет существования и эксплуатации подобного берегозащитного сооружения. В дальнейшем ситуация выравнивается и устанавливается режим равновесия.

Западнее, возле балки Малочерноморского, в составе береговых защитных гидротехнических сооружений располагаются бетонные буны, береговые стенки и откосы. Они приостановили быстрое отступление активного клифа, но не стабилизировали берег. Он продолжает разрушаться, но на значительно меньшем протяжении: примерно вдоль 35% первичной длины активного абразионного участка, или 1,1 км. В результате в береговую зону поступает 35% пляжеобразующих наносов, в сравнении с тем количеством, который был в естественном состоянии Очаковского абразионного участка [7], т.е. 6,37 тыс. м³/год. Сегодня активные клифы и бенчи дают всего 2,23 тыс. м³/год пляжеобразующих наносов, что в 2,8 раза усилило дефицит наносов на данном участке. Можно считать, что обломки гидротехнических сооружений и отдельных строительных деталей засорили берег обломками строительных материалов, в определенной мере создали травматическую опасность для отдыхающих. Эти искусственные формы рельефа не в состоянии накопить пляжи, но на недолгое время задержать отсыпанный пляж вполне могут.

Среди преобразованных антропогенным фактором форм прибрежно-морского рельефа находится Лагерная коса. До 1965 г. на ней выпасали скот, в основном овец. Были загоны для животных и курени пастухов. У корневой части находился рыбопромысловый причал. Поверхность косы была поросшей редким травостоем, в основном галофитами, коса была сложена песчано-ракушечными наносами, возвышалась на 0,7-1,2 м над ординаром. Вдоль бере-

га располагалась гряда береговой дюны, высотой до 1,5-2,0 м, а вся коса была практически не нарушена экономической деятельностью человека. В конце 70-х годов косу облюбовали туристы и приезжие отдыхающие, любители «дикого» отдыха. Сегодня Лагерная коса полностью застроена. Уничтожены пляжи, береговые дюны, растительный и почвенный покров. Ликвидирован наносообмен между фронтальной и тыльной частями косы, что подорвало естественную структуру, естественную эволюцию, устойчивость косы к сильным природным возмущениям, процесс самовосстановления после штормов и, как следствие, – качество природной среды стало хуже. В этих условиях любое применение гидротехнических сооружений приведет к еще менее благоприятной ситуации и к дальнейшему снижению качества рекреационных ресурсов.

Колебания уровня моря и их влияние на исследованные берега. За последние несколько десятилетий вполне четко проявилась реальная тенденция изменения водного баланса Черного и Азовского морей. Она совпала с несколькими эндогенными процессами, которые наложились на экзогенные. В итоге все это привело к общему повышению уровня Черного моря, в том числе и в районе Кинбурнского полуострова по данным измерений на гидрометеорологической станции (ГМС) «Очаков».

Инструментальные наблюдения за ходом уровня репрезентативными методами началось в 1874 г. на данной ГМС [2]. В период до 1925 г. наблюдалось понижение уровня со средней скоростью 0,10 мм/год в 1875-1900 гг. и 1,95 мм/год в 1901-1925 гг. (рис. 8). В середине 20-х годов XX столетия понижение сменилось повышением уровня моря. В 1928 г. уже четко проявилась новая тенденция: в 1926-1950 гг. средняя годовая скорость роста составила 0,68 мм/год, но в 1951-1975 гг. – уже 3,64 мм/год. А затем, в 1976-2000 гг. скорость резко понизилась до 0,22 мм/год. В десятилетний период 2001-2013 гг. скорости достигли своего максимума за время инструментальных измерений с 1926 г. – 9,83 мм/год. Такая скорость в 3,2 раза больше той средней, которая рассчитана для 1928-2013 гг. (3,03 мм/год). Следовательно, для периода роста уровня Черного моря характерно чередование усиления и ослабления скоростей не только в геологическом масштабе времени [4], но и в масштабе внутривековом и, вероятно, – межвековом. Такая тенденция проявляется вдоль всех берегов морей Украины, везде процесс повышения испытывает колебания скоростей. Только их численная характеристика различна на каждом из участков.

Периодизация скоростей колебаний позволяет установить, что рост уровня минимальное влияние на состояние берегов оказывал в годы относительного опускания от середины XIX века до конца 20-х годов XX века. Вместе с началом относительного поднятия стали проявляться негативные черты, которые были настолько слабо видны, что могли быть замечены только по косвенным показателям (заболачивание и засоление лиманной зоны пересыпей, увеличение повторяемости штормов, рост количества атмосферных осадков над морем и др.). В последующий период наибольшая степень влияния пришлась на

1951-1975 гг., но особенно сильно – в течение 1999-2013 гг. Такая периодичность свидетельствует о том, что распространение отдельной тенденции роста уровня на ближайшие 80-100 лет при построении сценария является некорректным – в течение разных периодов скорости и знаки колебаний различны. Если бы сценарий до конца XXI столетия разрабатывался бы по периоду 1976-2000 гг., то он не был бы подобным тому, в котором за основу сценария был взят период 1999-2013 гг. изменения уровня воды в Черном море.

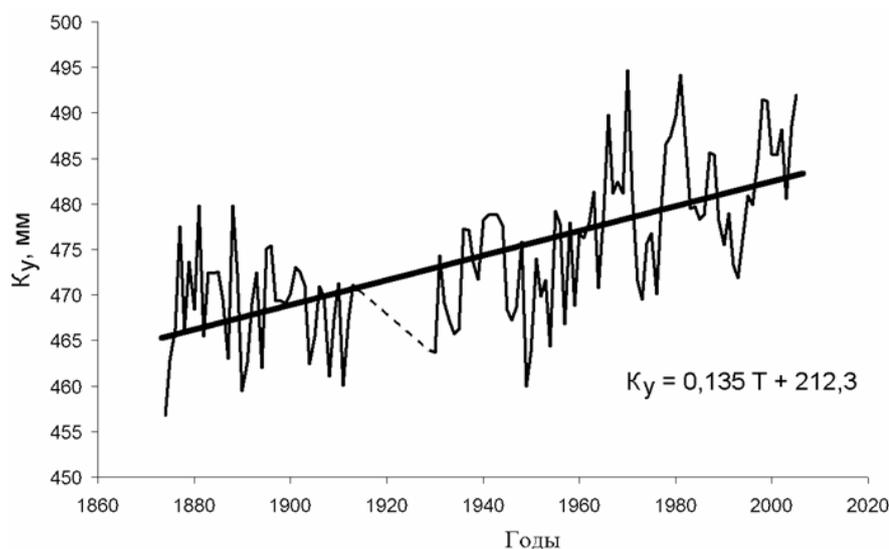


Рис. 8. График изменения средних годовых значений уровня Черного моря на гидрометеорологической станции «Очаков» в период 1870–2007 гг.

Конечно, высокие скорости роста уровня растянуты на годы, а потому их усилия не позволяют сразу и сильно повлиять на природу и ресурсы береговой зоны. Основным фактором все же остается волновая деятельность: межгодовые колебания уровня моря измеряются отдельными миллиметрами или долями миллиметров в течение года, в то время, как штормовые волны меняют за год поверхность абразионных и аккумулятивных форм на многие десятки дециметров, т.е. на два порядка быстрее и эффективнее. Однако, в общем за минувшие 75 лет уровень моря повысился на величину 30 см, а это уже заметно повлияло на переработку рельефа и распределение прибрежно-морских наносов. Если же учитывать весь период наблюдений за 140 лет, то в целом произошло итоговое повышение, а средняя по ряду скорость составила 1,35 мм/год. Это относительно немного, примерно в 2 раза меньше, чем в среднем в пределах Мирового океана. В этой связи можно утверждать, что в районе Кинбурнского пролива относительный рост уровня Черного моря не может оказать существенного негативного влияния на природу береговой зоны.

Выводы

В результате выполненных исследований береговой зоны в северной части Черного моря в районе расположения Кинбурнского пролива оказалось возможным сформулировать несколько наиболее важных выводов.

1. Побережье Черного моря в районе Кинбурнского полуострова исследуется более 200 лет. Но с позиций теории береговедения – только с середины XX века. Около 6 км длины берега было абразионным, подверженным абразионному разрушению со средними скоростями до 2,5 м/год. Решающее значение при этом имеет фактор ветро-волнового нагона воды, совместно с волновым. Вторым источником наносов является биогенным (ракушечный детрит). Причем, даже в естественном состоянии доминировал режим острого дефицита наносов, что поддерживало высокие скорости абразии.

2. Дефицит наносов обусловил небольшие размеры аккумулятивных форм берегового рельефа. Размеры песчаных пляжей не были способны защитить клифы от абразии, а берега кос Кабачек и Лагерная были невысокими (до 1,1 м), испытывали регулярное отступление. Весь берег характеризовался деструктивным режимом и требовал защиты. Защитные сооружения должны были противостоять дефициту наносов, влиянию волн и сгонно-нагонных явлений.

3. За время хозяйственного освоения исследованных берегов Черного моря возникали различные сооружения, оцененные нами как искусственными формами берегового рельефа (молы, причалы, набережные, буны, стенки и откосы, каналы, выемки портовых акваторий, свалки грунта). Размеры отрицательных форм непрерывно возобновляются с навигационными целями. Эти формы нарушили ход движения наносов на прибрежном дне, но к отрицательным последствиям не привели.

4. Гидротехнические сооружения на берегу создали сплошной «бетонно-каменный» барьер на протяжении 65% длины абразионного берега. Это предохранило клифы от разрушения, но сильно обострило дефицит наносов. Они оказались сугубо пассивными. Одновременно сооружения требуют огромных непрерывных средств на ремонтные работы.

5. В общем за минувшие 75 лет уровень моря повысился на величину 30 см, а это уже заметно повлияло на переработку рельефа и распределение прибрежно-морских наносов. За весь период наблюдений за 140 лет средняя по ряду скорость составила 1,35 мм/год. Это относительно немного, примерно в 2 раза меньше, чем в среднем в пределах Мирового океана. В этой связи можно утверждать, что в районе Кинбурнского пролива относительный рост уровня Черного моря может оказать существенное негативное влияние на природу береговой зоны только в краткие периоды повышенного подъема.

Список использованной литературы

1. Выхованец Г. В. Эоловый процесс на морском берегу. – Одесса: Астропринт, 2003. – 367 с.
2. Гидрография Черноморского флота (1696–1982 гг.): исторический очерк / Отв. ред. Л.И. Митин. – Севастополь: ГС ЧФ, 1984. – 360 с.
3. Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей. – Москва: Географгиз, 1958.
4. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
5. Кондратьева В.Ю. Морфология берегов Черного моря между Лагерной косой и м.Очаковским // Вісник Одеського нац. університету. Геогр. та геол. науки. – 2010. – Том 15. – Вип. 10. – С. 113 – 118.
6. Муркалов О.Б. Морфологія та динаміка піщаних пляжів у береговій зоні Чорного моря // Автореферат дис. наук. ступеня канд. географ. наук. – Киев: Инст. географії НАН України, 2013. – 20 с.
7. Шуйський Ю.Д. Распределение наносов вдоль морского края Кинбурнского полуострова (Черное море) // Доповіді НАН України. – 1999. - № 8. – С. 119 – 123.
8. Шуйський Ю. Д. Питание обломочным материалом Северо-Западного и Крымского районов шельфа Черного моря // Исследование динамики рельефа морских побережий: Под ред. В.П.Зенковича и Л.Г.Никифорова. – Москва: Наука, 1979. – С. 89 – 97.
9. Шуйський Ю. Д., Выхованец Г. В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-Западной части Черного моря. – Москва: Недра, 1989. – 198 с.

References

- [1] Vyhovanec G. V. 2003. *Eolovyy process na morskoy beregu*. Odessa: Astroprint.
- [2] Gidrografiya Chernomorskogo flota (1696-1982 gg.): istoricheskij ocherk, otv. red. L.I. Mitin. Sevastopol: GS ChF.
- [3] Zenkovich V. P. 1958. Berega Chernogo i Azovskogo morej. Moskva: Geografiz.
- [4] Zenkovich V. P. 1962. Osnovy ucheniya o razvitiy morskikh beregov. Moskva: Izd-vo AN SSSR.
- [5] Kondrateva V.Yu. 2010. Morfologiya beregov Chernogo morya mezhd Lagernoy kosoy i m.Ochakovskim. Visnik Odeskogo nac. universitetu. Geogr. ta geol. nauki. 15 (10): 113 - 118.
- [6] Murkalov O.B. 2013. Morfologiya ta dinamika pischanih plyazhiv u beregovij zoni Chornogo morya. Avtoreferat dis. nauk. stupenya kand. geograf. nauk. Kiev: Inst. geografii NAN Ukraini.
- [7] Shuisky Yu.D. 1999. Raspredelenie наносов vdol morskogo kraja Kinburnskogo poluostrova (Chernoje more). Dopovidi NAN Ukraini. (8): 119 - 123.
- [8] Shuisky Yu. D. 1979. Pitanie oblomochnym materialom Severo-Zapadnogo i Krymskogo rajonov shelfa Chernogo morya. Issledovanie dinamiki relefa morskikh poberezhij, pod red. V.P.Zenkovicha i L.G.Nikiforova, 89-97. Moskva: Nauka.
- [9] Shuisky Yu. D., Vyhovanec G. V. 1989. Ekzogennye processy razvitiya akkumulyativnyh beregov v Severo-Zapadnoj chasti Chernogo morya. Moskva: Nedra.

Поступила 3.04.2014 г.

Шуйський Ю.Д.

кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський національний університет ім. І. І.Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна, e-mail: physgeo@ukr.net

МОРФОЛОГІЯ БЕРЕГІВ ЧОРНОГО МОРЯ МІЖ ЛАГЕРНОЮ КОСОЮ ТА М. ОЧАКОВСЬКИМ

Резюме

Вивчений морський берег розташований між Березанською протокою і м.Очаківським. Його довжина сягає 16 км. Він складається з абразійної ділянки (глинистий кліф) і акумулятивної ділянки (Лагерна коса). У природному стані висота кліфу сягає 25 м, а пересічна швидкість абразії до 2,5 м/рік. Лагерна коса має довжину близько 6 км, висоту до 2 м, ширину до 150-200 м. Вона поєднана з активним кліфом і

услід за ним зміщується в бік лиману. В даний час знаходиться в стадії деградації. Пляжі поступово зникають. Берег сильно забудований. Підводний схил моря дуже міліний, до 0,001-0,005. Тому вплив хвильового фактору є зниженим, а внесок згин-нагінних явищ є підсиленим. Штучні форми рельєфу поширені у вигляді мурів, молів, причалів, зустрічаються берми, буни, портові ковші, судноплавні канали. Всі вони в різній мірі блокують надходження наносів у берегову зону, а це загострює дефіцит наносів і підсилює деструктивні тенденції. Для району Кінбурнської протоки характерним є відносно багато десятирічне здіймання рівня моря. Протягом останніх 15 років відбулася сильна активізація здіймання – до 9,8 мм/рік. Як наслідок, відбувається загроза підтоплення Лагерної коси, Очаківського мису, Кінбурнського півострова, можливий підпор підземних водоносних горизонтів гірських порід, підсилення зсувів, засолення прісної води в гирлах Дніпра та Південного Буга, активізація штормових хвиль.

Ключові слова: Чорне море, узбережжя, динаміка, пляж, дно, хвиля.

Shuisky Yu.D.

Dept. Physical Geography & Natural Resources,
National Mechnikov's University of Odessa,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine, e-mail: physgeo@ukr.net

MORPHOLOGY OF THE BLACK SEA COAST BETWEEN LAGERNAYA SPIT AND THE OCHAKOVSKIY CAPE

Abstract

The studied sea coast settle down between Berezansky strait and Ochakovskiy Cape with long is 16 km. The coast represented the abrasion site (active clayey cliff) and the accumulative site (the sandy Lagernaya spit). In nature the cliff height is about 25 m, and average rate of abrasion cliff retreat 2,5 m/year. The Lagernaya spit has length about 6 km, height to 2 m and width to 150-200 m. It is linked with active cliff and displaced towards liman. Nowadays Lagernaya spit is in a degradation stage by impact of anthropogenous factor. Beaches are disappear gradually. The coast is built strongly up. The submarine slope is shallow up to 0,001-0,005. As a result, the wave factor is low, and at the same time impact of storm-surges is heightened. Artificial relief forms wide distributed as a hydrotechnical constructions that are sea-walls, jetties, moorings, and bearms, groins, sea-port dippers, navigate canals too located. All of them are blocking abrasive sources of shore sediments in coastal zone, and its are aggravating the sediment deficit and increase destructive tendencies of nature evolution. Around of Kinburn Strait typical is relative the sea level rise. During past 15 years the average rise value is up to 9,8 mm/year, and as a result this process lead to submerging of Lagernaya Spit, Ochakovskiy Cape terrace and Kinburn Peninsula. Also, rising of underground water, activization of landslides, salting waters in Dnepr and Southern Bug mouths, reinforcement of stormy waves development take place in investigated coastal region.

Key words: Black sea, Kinburn Strait, coast, dynamics, beach, bottom, wave, sea-level.