

УДК 551.435.054(262.5)

Г.В. Выхованец, доктор геогр. наук, профессор**А.Б. Муркалов**, канд. геогр. наук, доцент**А.А. Стоян**, канд. геогр. наук, доцент кафедры физической географии и природопользования,

Одесский нац. университет им. И.И. Мечникова,

ул. Дворянская 2, Одесса-82, 65082, Украина, physgeo_onu@ukr.net**ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗМЕРОВ ПЕСЧАНЫХ ПЛЯЖЕЙ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Песчаные пляжи представляют собой первичную форму аккумулятивного рельефа в сфере влияния прибойного потока в береговой зоне моря. Пляжи сложены *наносами* и являются наиболее динамичными формами. Они меняются во время каждого шторма, могут убывать и нарастать в окружающих, исторически сложившихся физико-географических условиях. В течение минувших десятилетий начали доминировать инструментальные исследования пляжей, что позволило получить численные характеристики морфологии и динамики. Песчаные пляжи являются важным рекреационным ресурсом, средством естественной защиты коренных берегов от абразии, индикатора состояния всей береговой зоны, источника строительных песков издавна привлекал к себе внимание. Многолетние горизонтальные деформации береговой линии составляют ± 47 м на аккумулятивных формах, а у подножья клифов до ± 23 м в фациальных условиях береговой зоны Черного моря. В большинстве случаев вертикальные деформации поверхности пляжей равно максимально 2,5 м на аккумулятивных берегах, а на абразионные они ограничены мощностью пляжевой толща наносов. На каждом участке берега с похожими физико-географическими условиями пляжи тяготеют к средним линейным и объемным размерам, несмотря на разбросы штормовых значений. В пределах всего Черного моря песчаные пляжи развиваются в условиях острого дефицита наносов.

Ключевые слова: море, берег, пляж, размеры, динамика, наносы, состав.

Введение

В последние годы был исследован процесс формирования первичных аккумулятивных форм рельефа в береговой зоне - пляжи. Они представляют собой многофункциональный физико-географический объект: идеальная защита коренного берега от разрушения, рекреационный элемент, бальнеологическое средство лечения, индикатор состояния береговой зоны. Особенно большую ценность представляют собой песчаные пляжи, широко распространенные на берегах Украины. Современное интенсивное их использование приводит к деградации. Основная причина - абсолютно нерациональное использование. Для восстановления пляжей следовало провести натурные физико-географические исследования, которые позволили бы восстановить состояние пляжей и возродить их хозяйственный потенциал. В этой связи тема данной статьи является актуальной, имеющей важное практическое значение.

Исходя из состояния изученности песчаных пляжей, целью данной работы является исследование тенденций изменения пляжей в течение длительного времени. Пляжи меняются от шторма к шторму по сезонам и в течение года, но есть ли какая-то существенная тенденция в течение многих лет и целого столетия? Для ответа на этот вопрос следует решить такие *основные задачи*:

а) проанализировать историю исследования устойчивости песчаных пляжей; *б)* рассмотреть полученные авторами результаты выполненных работ; *в)* выявить основные закономерности динамики песчаных пляжей и установить причины; *г)* показать основные аспекты практического значения полученных выводов статьи. *Объектом исследований* данной работы является песчаный пляж в береговой зоне Черного моря как наиболее динамичная форма рельефа в сфере влияния волнового прибойного потока. *Предметом* выступает исследование закономерностей динамики песчаного пляжа как средства защиты коренных берегов от абразии, как важного бальнеологического ресурса, как универсального индикатора общего состояния природы береговой зоны на том или ином участке.

В настоящее время долговременная динамика песчаных пляжей находится в сфере интересов ряда научных и производственных организаций. Научно-исследовательские организации заинтересованы в получении новых научных положений, которые позволили бы унифицировать пляжевый морфогенез для применения в различных физико-географических условиях. Важно установить наиболее стойкие показатели этого процесса и характеристики параметров пляжей. Такие параметры лучше всего выдерживают антропогенный пресс на разных участках береговой зоны. Они являются наиболее приемлемыми при разработке модели пляжа как средства защиты коренного берега от абразии.

Материалы и методы исследования

В конце 80-х годов XX века были в общем закончены простые словесные описания песчаных пляжей в береговой зоне Черного моря. Взамен в основу исследований были положены инструментальные повторные съемки морфолого-литодинамические. В течение более 25 лет нами проводятся многолетние повторные съемки песчаных пляжей на разных стационарных участках берегов Черного и Азовского морей (рис. 1). При этом применяется метод промерно-грунтовых профилей с отсчетами высоты от постоянного репера, а детальное нивелирование производится как в надводной, так и в подводной частях песчаных пляжей. Твердо фиксируется плановое и высотное положение уреза воды. Учитывалось положение каждого изгиба, понижения или повышения рельефа. После каждого нивелирования измерялись ширина, высота, форма поперечного профиля пляжа и количество наносов в его составе. Кривая профиля накладывалась на предыдущие. На каждом профиле отбиралось не менее 10 образцов наносов, всегда и обязательно на урезе, который привязывался к местному реперу. Обработка проб наносов производилась путем отсева на стандартных десятичных ситах, с обязательным выделением пелитовых фракций. Затем производился фракционный, гранулометрический, вещественный анализ, расчет статистических показателей отдельных образцов

пляжевых наносов. В течение полевого нивелирования определялась мощность толщи пляжа (метры) в каждой точке постановки рейки. По этим значениям строился поперечный профиль «пляжевой линзы», вычислялся удельный объем наносов ($\text{м}^3/\text{м}$). Используя объемный вес пляжевых наносов, была рассчитана их масса ($\text{т}/\text{м}^3$ на 1 м длины пляжа). Все численные данные были внесены в таблицы для последующего логического анализа. Табличные данные были нанесены на графики и на карты. Эти данные также анализировались с целью выявления закономерностей распределения состава наносов на профилях, вдоль берега и во времени. Такая информация имеет наибольшее универсальное значение для оптимизации природопользования в береговой зоне моря.

Краткая история исследований

Теория береговедения была впервые применена для исследований песчаных прислоненных односклонных пляжей в 1948 г. на Одесском берегу при изучении оползней, когда Т.Н. Аксентьевым было заложено 11 стационарных участков между мысами Ланжерон и Бол. Фонтан. На них наблюдалась ширина, высота, уклон, объем и состав наносов, скорость отступления клифа, выработанного в нижней оползневой террасе. Ежемесячные съемки производились до 1968 г., когда была построена 1-я очередь берегозащитного комплекса и естественные пляжи вдоль оползневых клифов были уничтожены [15]. В наиболее общем виде морфологические особенности пляжей Черного и Азовского морей были представлены В.П. Зенковичем [5], а вдоль северо-западных берегов - отдельно в работе [6].

Позже исследования пляжей были продолжены у берегов Западного Крыма: вначале были представлены данные о гранулометрическом составе [11], а затем - по вещественному составу был классифицирован генезис пляжей [12]. В 60-х годах начинаются специальные исследования песчаных пляжей на пересыпях лиманов, в частности, впервые исследовался процесс развития пляжевых оффсетов [16]. Была обозначена роль пляжей в динамике пересыпей в целом. Стала ясной необходимость широких стационарных исследований. Тем более, что развернулись большие работы по изучению галечных пляжей на Черном море [10], ракушечных пляжей на Азовском море [12, 21] и песчаных пляжей на Балтийском море [7]. К сожалению, в дальнейшем инструментальные повторные работы резко замедлились, особенно на Балтийском и Азовском морях. С начала 90-х годов XX века массовость таких работ была утрачена. Несколько в стороне находятся работы в Одесском университете, где продолжают длительные ряды документирования песчаных пляжей, а также расширение работ за счет исследований на косах Кинбурнская, Тендровская, Джарылгач, на берегах Западного Крыма и Керченского п-ова.

Последующие события и достижения в исследованиях песчаных пляжей рассмотрены также и в работах других авторов [1, 10, 18]. Со временем было замечено, что любые природные нарушения энергетического поля после того, как приводили к необычайно мелким или крупным размерам пляжей, сменялись близкими к доштормовым размерам (ширины, высоты, уклонов, объёмов, формы поперечного профиля). В последующие периоды наблюдались изменения пляжей, в течение нескольких лет размеры оставались близкими средним многолетним. Такая закономерность была подтверждена на нескольких примерах Ю.Д. Шуйским [18, 19, 22], но они требовали проверок. Заслуживают внимания результаты многолетних исследований пляжей в границах береговой дуги и вдоль трассы отдельного вдольберегового потока наносов в условиях их острого дефицита [3, 4].

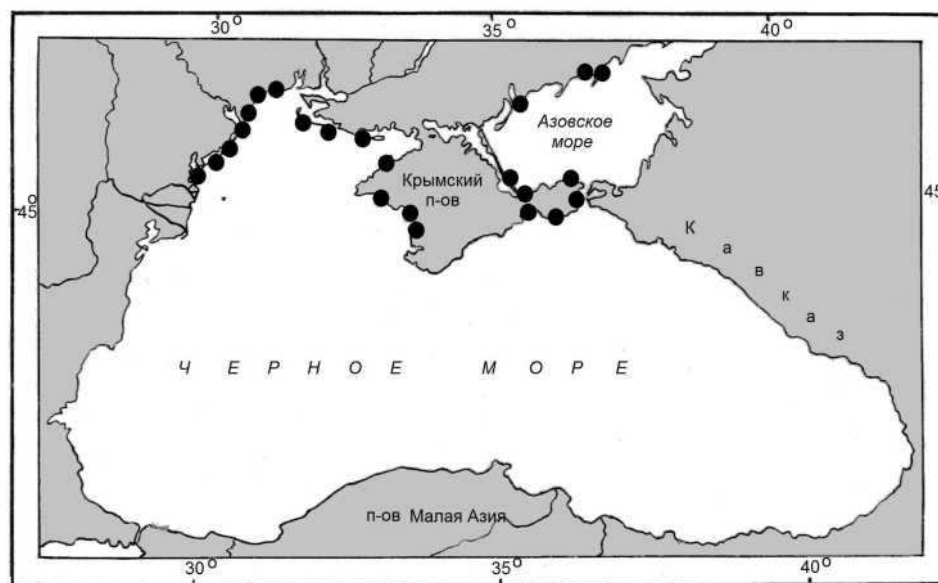


Рис. 1. Карто-схема расположения стационарных участков для исследования морфо- и литодинамических процессов на песчаных пляжах в береговой зоне Черного и Азовского морей. Участки показаны крупными черными кружками.

Эта необходимость усилилась выводами ряда авторов. В литературе постоянно встречаются выводы, согласно которым на абразионных берегах активные клифы быстро отступают, а пляжи односклонные прислоненные к стенкам клифов подвержены быстрому размыву. Другими словами, отступление клифа сопровождается размывом пляжей [1, 13, 15], несмотря на то, что первые сомнения на этот счет прозвучали довольно давно. Особенно много путаницы с динамикой пляжей и ее взаимодействием с клифами находим в работе Е.В. Трепетцова [14], который утверждал, в частности, что, как аккумулятивные формы, пляжи постоянно накапливают наносы, а максимальные размеры песчаных пляжей приурочены к

устьям рек Черного моря. Этот автор анализирует только оползневые береговые склоны, ошибочно упуская при этом другие динамические типы клифов. Тем не менее, данная точка зрения на динамику пляжей заняла прочное место в геологической, гидрологической и ландшафтной литературе. Такие выводы, однако, существенно и негативно влияют на практические и проектные решения, особенно при разработке проектов защиты активных клифов с помощью искусственных свободных незакрепленных пляжей [10, 20]. На берегах, которые подвержены активным абразионным процессам, вся природная система находится в деструктивном состоянии. В этой связи создается реальное представление, что такое состояние охватывает все составные части береговой зоны (рис. 1), в том числе и пляжи.

Сложность географической системы береговой зоны моря не вызывает серьезных возражений. Важнейшей особенностью прибрежно-морской структуры является то, что в ее составе находятся абразионные, аккумулятивные и динамически стабильные формы рельефа. К аккумулятивным формам отнесены пляжи разных типов, причем, к первичным, которые дают начало всем остальным, более крупным аккумулятивным формам [2, 4, 5]. Однако, считается, что в составе берегов размыва пляжи также испытывают размыв. Такое явление заложено в нормы и правила гидротехнической защиты морских берегов, а для восстановления размывов инженерам рекомендуются искусственные компенсации разными методами. Среди таких методов чаще всего применяются отсыпки свободных незакрепленных пляжей, искусственных закрепленных пляжей, поддержание размеров пляжей методом байпасинга и ряд других. Такие рекомендации обоснованы тем, что размыв пляжей обуславливает усиление процессов абразии, а основное количество энергии волн начинает тратиться на абразию клифов, а не на переработку и переотложение пляжевых наносов [5,6].

Анализ полученных результатов полевых работ

Для подтверждения высказанных соображений в 70-е и в начале 80-х годов XX столетия были выполнены специальные исследования на песчаных берегах Черного моря посредством натуральных стационарных методов [17, 18]. Однако, вопреки ожиданиям, видимых непрерывных безвозвратных размывов пляжей не было замечено даже в условиях отступления клифов со средними скоростями до 3-4 м/год и более [19]. Мало того, в отдельные годы на том или ином коротком участке берега клиф мог отступить за год на 5-6 величин годовой нормы (до 15-20 м), но пляж при этом не исчезал, наоборот, он становился гораздо шире, чем в предыдущем году. Во время топографической съемки берега становилось очевидным, что такое сильное отступление клифа за короткий промежуток времени приводило к столь же значительному росту ширины приурезовой абразионной террасы. Соответственно уменьшался уклон подводного склона в сфере влияния прибойного волнового потока. В итоге снижалась наносодвижущая способность этого потока и усиливалась способность аккумуляции наносов на участке отступления клифа, как это было выявлено на нескольких участках берега Ю.Д. Шуйским [17-19]. Этот автор пришел к выводу, что абразионные кратковременные изменения уклонов в приурезовой части

береговой зоны являются одним из важнейших факторов динамики пляжей. Данный вывод был проверен нами на других и более многочисленных участках абразионных берегов с песчаными прислоненными пляжами.

Обсуждение выполненных исследований

В естественных условиях, когда ничего не могло нарушить многолетнюю динамику пляжей на абразионном берегу, нами были зафиксированы сильные колебания линейных и объемных размеров. В ряде случаев, например, на стационарах «Строитель» и «Буревестник» («лбище» Джарылгач-Тендровского крылатого мыса) первые 3 года наблюдений (1989-1992 гг.) в составе песчаных пляжей неуклонно сокращались в размерах B , H и F_a . Создавалось впечатление, что вместе с клифами размываются и пляжи год от года, как утверждали например [1, 13-15]. Однако, по мере увеличения времени повторных съемок на тех же участках прояснились также и другие тенденции: рост размеров и уменьшение размеров пляжей сочетались между собой примерно в равной пропорции. Следовательно, нужно было выполнить более продолжительные измерения, в течение которых смогли бы оказать влияние и условия питания наносами, и мощности вдольбереговых потоков наносов, и колебания уклонов и формы профиля подводного склона, и смещение вдоль берега оффсетов и кулисных валов и ряд других причин. Поэтому для достоверного представления о трендах пляжевого морфогенеза оказалось достаточно проводить измерения в течение элементарного берегового ритма, т.е. в течение 11 лет. Наши наблюдения выполнялись более продолжительное время, что дало достоверные реальные результаты.

Ранее был представлен поперечный профиль прислоненного односклонного пляжа на участке мыс Зеленый по данным наблюдений с 1997 г. по 2011 г. (рис. 2). Его высота менялась от 0,5 м до 2,2 м, а ширина - от 25 до 40 м, независимо от скоростей отступления клифа. На примере абразионного участка «Совиньон» активный клиф отступил почти на 14 м, но при этом размеры пляжа даже несколько выросли, но потому, что на участок съемки мигрировал выступ оффсета. В целом размеры оставались практически неизменными, согласно естественной емкости пляжа в окружающих физико-географических условиях. Не произошло размыва прислоненного односклонного песчаного пляжа и в районе м. Санжейского, где клиф отступил на 44 м (рис. 3). А на стационаре «мыс Бурнас-1» за период 1960-2011 гг. клиф отступал со средней скоростью около 3 м/год. В период 1999-2007 гг. он отступил на величину 24,2 м, т.е. в среднем 3,03 м/год (рис. 4).

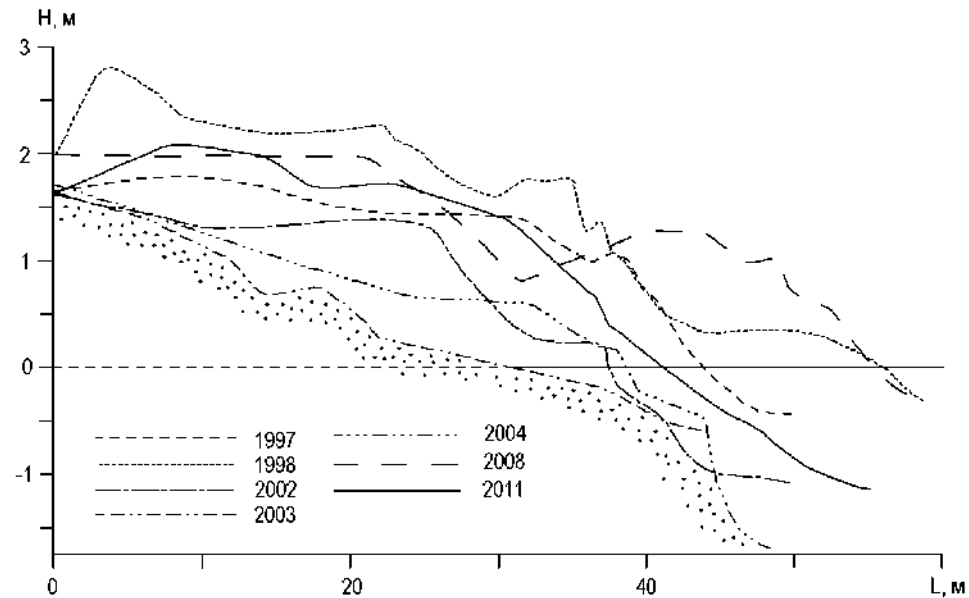


Рис. 2. Результат повторных нивелировок прислоненного односклонного пляжа в районе санатория «Зеленый Мыс», Большой Фонтан. Работы выполнялись 2 июля различных годов (обозначены цифрами).

Как и в предыдущие годы, размеры пляжа могли увеличиваться, но могли и уменьшаться, придерживаясь многолетнего среднего значения. Это среднее многолетнее значение было названо Ю.Д. Шуйским [17, 19] «емкостью пляжа», своеобразной динамически стабильной величиной, которая полностью определяется окружающими физико-географическими условиями. Любое изменение условий, естественное или искусственное, создает возмущение этого равновесия, отклонение от средних многолетних параметров пляжа. А вся береговая система в целом стремится к нейтрализации возмущения и приведения системы в «равновесное» состояние, при котором размеры пляжа вернулись бы в исходное состояние, пришли бы в положение природной «емкости». Однонаправленное развитие пляжа с длительным сохранением значимого тренда возможно только при соответствующем изменении окружающих физико-географических условий береговой зоны моря. Среди них ведущее место занимает ветро-волновой режим, который учитывает размеры волн, их направление, длительность действия, повторяемость, а также запасы наносов, уклоны и общий рельеф подводного склона.

Для проверки изложенных в данной работе результатов были использованы аналогичные данные также и по другой береговой области, где береговая линия выровнена, пляжи песчаные, высокие скорости абразии глинистых клифов, а подводный склон имеет сходные значения уклонов.

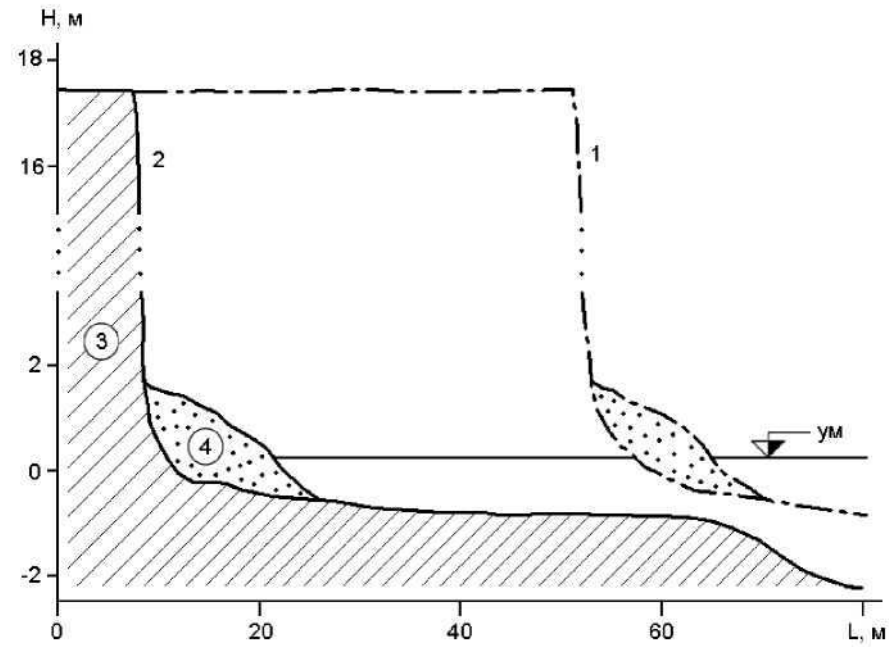


Рис. 3. Размеры прилоненного односклонного пляжа у подножья отступающего глинистого клифа с южной стороны от м. Санжейского. Обозначения: 1 — клиф и пляж в 1982 г.; 2 — клиф и пляж в 2008 г.; 3 — коренные глинистые породы плицена; 4 — толщина тяжевых наносов.

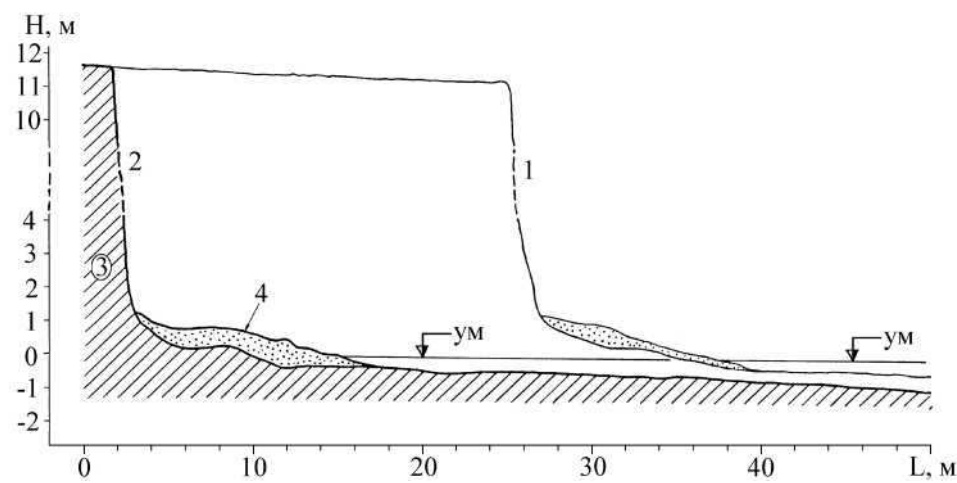


Рис. 4. Размеры прилоненного односклонного пляжа в районе м. Бурнас в условиях сильной абразии клифа и бенча по данным съемки: 1 — в 1999 г.; 2 — в 2007г.; 3 — глинистые породы в клифе и на бенче; 4 — толщина тяжевых песчаных наносов.

Такие работы выполнялись в Днепровско-Каркинитской береговой области, в пределах Джарылгач-Тендровского «лбища» [18, 19]. Весьма показательными являются инструментальные наблюдения на стационаре «Железный Порт» возле

светового навигационного знака с 1984 г. по 1996 г. Позже повторные работы не проводились в связи с кардинальной застройкой берега. Вместе с тем можно видеть (рис. 5), что за период 12 лет низкий клиф отступил на величину 33,2 м (в среднем 2,77 м/год). Но при этом пляж сохранился, стал даже несколько крупнее на момент инструментальной съемки. В 1997 г. этот участок берега был застроен отсыпкой крупного щебня и несколькими бунами, поэтому наблюдения были прекращены. Если в 1984 г. надводная часть прибрежного пляжа составляла $F_a'' = 25,25 \text{ м}^3/\text{м}$ песка, то подводная - $F_a'' = 14,55 \text{ м}^3/\text{м}$ (суммарная $F_a = 39,81 \text{ м}^3/\text{м}$), а в 1996 г. - соответственно $F_a'' = 14,14 \text{ м}^3/\text{м}$ и $F_a'' = 44,66 \text{ м}^3/\text{м}$ (суммарная $F_a = 58,81 \text{ м}^3/\text{м}$). Как видим, сочетания объемов песка и их суммарные значения могут быть различными, но всегда соответствующими окружающим физико-географическим условиям данного участка береговой зоны.

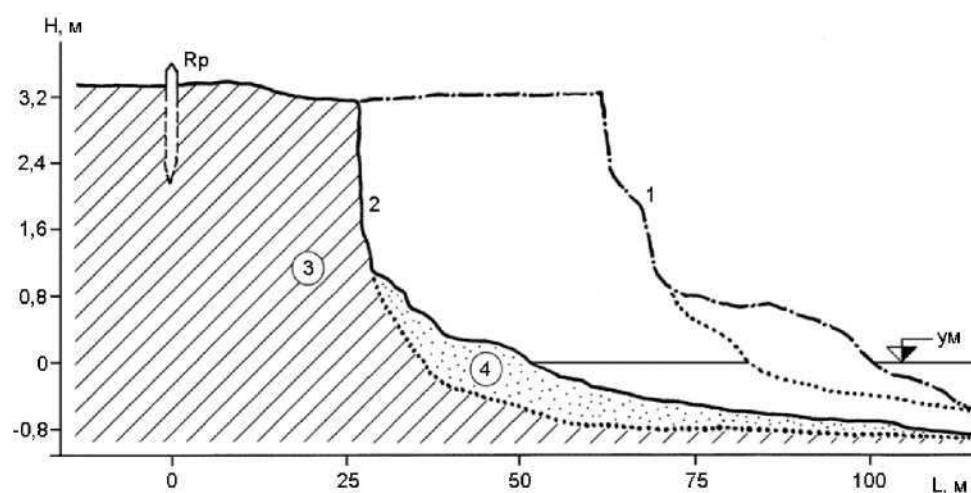


Рис. 5. Отступление низкого глинистого активного клифа на Джарьылгач-Тендровском «лбище» и синхронная динамика песчаного прибрежного пляжа по данным съемки:

1 — 1984 г.; 2 — 1996 г. Другие обозначения: 3 — неогеновые суглинки; 4 — пляжевые пески.

Второй участок-аналог «Каркинит» расположен в пределах того же «лбища», в 9 км восточнее «Железного Порта». Здесь глинистый клиф ниже, но и размеры пляжа меньше. Этот низкий клиф отступал примерно с такими же скоростями, что и на участке «Железный Порт». С 1991 г. по 1997 г. верхняя кромка клифа отступила на 18,5 м, т.е. со средней скоростью 2,9 м/год (рис. 6). Это обычные скорости для низких клифов, сложенных малопрочными осадочными породами IV-V классов по степени сопротивляемости абразии. В данных природных условиях во время штормов пляжи редко не размываются полностью, однако, в течение фазы затухания шторма восстанавливаются вновь [18, 21]. Причем, не просто восстанавливаются, а в очень близком объеме и составе, что и до шторма. Первичная съемка 6.05.1991 г. показала: пляж содержал в себе $F_a = 19,4 \text{ м}^3/\text{м}$ наносов, в том числе в надводной части $F_a'' = 6,3 \text{ м}^3/\text{м}$, а в подводной $F_a'' = 13,1 \text{ м}^3/\text{м}$. В итоге через 6 лет было выполнено 19 съемок, среднее значение составило $F_a = 26,75 \text{ м}^3/\text{м}$. Заключительная

съёмка была выполнена 28.05.1997 г., и она указала на величину $F_a = 27,28 \text{ м}^3/\text{м}$. Причем, надводная часть содержала в себе $F_a^n = 8,99 \text{ м}^3/\text{м}$, а подводная $F_a^n = 18,29 \text{ м}^3/\text{м}$. Как видим, и в данном случае на участке другой береговой области и в иных физико-географических условиях не произошло размыва прислоненного пляжа, несмотря на высокую скорость абразии клифов.

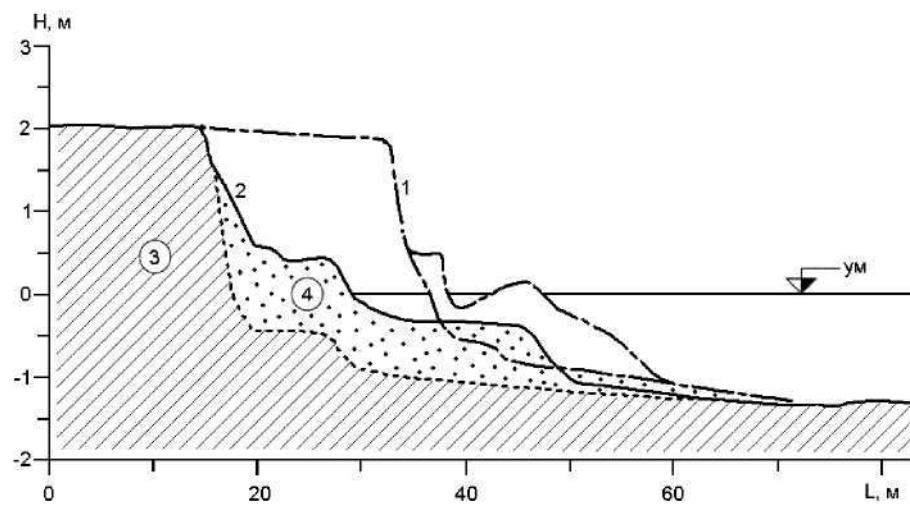


Рис. 6. Изменение размеров прислоненного односклонного пляжа на абразионном берегу в процессе отступления клифа на участке «Каркинит» в период с 1991 г. (1) по 1997 г. (2); 3 – глины и суглинки плейстоцена в составе клифа; 4 – разнозернистый песок с примесью ракушки.

Получается, что на примере десятка стационарных участков многолетние инструментальные измерения не показывают тренда, по которому активная абразия сопровождалась бы размывом односклонного прислоненного пляжа у подножья клифа и потерей непрерывной потерей значений P . Многофакторные и многочисленные воздействия окружающих физико-географических условий в течение очень короткого времени в штормовом масштабе или под влиянием двух-четырёх штормов (скорость ветра $\geq 20 \text{ м/сек}$) могут менять пляжи быстро и с сильным размахом линейных и объёмных величин. Каждый последующий шторм может возвращать доштормовую ситуацию, но поскольку береговая зона обычно имеет определенные запасы наносов, то в конце концов в состав пляжа после размыва приходит практически такое же количество наносов.

Основные закономерности динамики песчаных пляжей

Для практического применения важно знать распределение пляжей, сложенных наносами различного состава, вдоль берега Черного моря в пределах Украины. В течение минувших десятилетий нами были выполнены маршрутное картографирование, а пляжи были нанесены на карту в масштабе 1:500000. Оказалось (рис. 7), что вдоль морского берега распространены пляжи песчаные, галечные, фитогенные, потамогенные. Отмечены очень короткие участки с искусственными пляжами, это обычно берега с особенно ценными объектами, очень быстрой абразией, или с острой необходимостью рекреационных пляжей. Выявлены участки береговых склонов, на которых пляжи отсутствуют по причине дефицита песчаных наносов или их сброса по слишком крутому ($> 0,03$) подводному склону в область значительных глубин.

Что касается замены песка галькой в условиях исследованных пляжей, то такое действие обычно приводит к вредным последствиям. Во-первых, резко снижается комфортность лечения и отдыха, происходит утрата полезных свойств песка. Во-вторых, более тяжелые, чем песок, обломки гальки углубляются через песчаную толщу до подстилающих глин и производят их истирание. В-третьих, истирание бенча галечными обломками увеличивает уклон подводного склона, а в итоге песок с пляжа сносится в море. Сегодня сильно убывают ракушечные пляжи, т.к. стали хуже условия обитания пляжеобразующих моллюсков, их раковины быстро дробятся и истираются, особенно, если на пляжи искусственно подсыпается гальки прочных пород. Поэтому сильно сократилось их питание биогенными наносами.

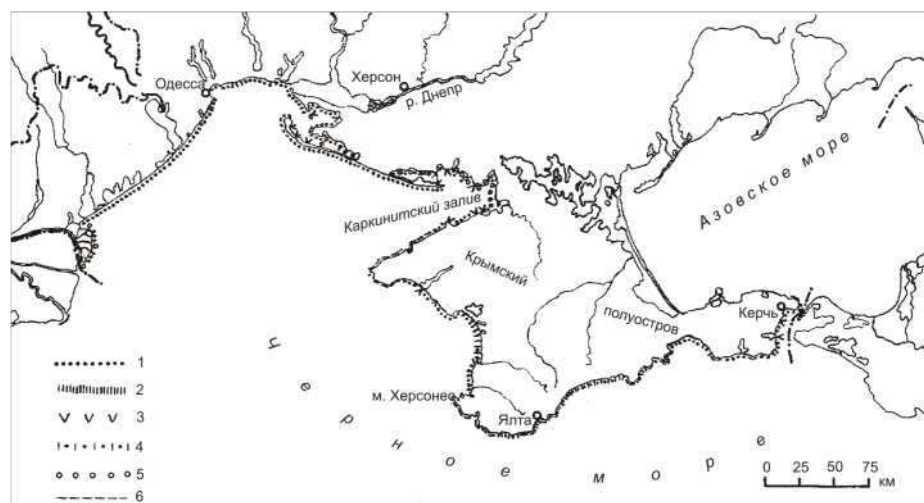


Рис. 7. Карта-схема расположения разнотипных пляжей на украинских берегах Черного моря (составлена Ю.Д. Шуйским): 1 — песчаные; 2 — искусственные, 3 — фитогенные, 4 — галечные, 5 — потамогенные, 6 — участки берега, на которых пляжи практически отсутствуют.

На многочисленных примерах выявилось, что для непрерывного образования пляжа и формирования его размеров нужны исторически сложившиеся естественные физико-географические условия. Если они устоявшиеся и в системе развиваются гармонично, то они способны обеспечить соответствующие линейные и объемные размеры песчаного пляжа [18, 20]. При этом пляж никогда не исчезает, а его размеры колеблются вокруг определенного среднего значения, которое было названо Ю.Д. Шуйским [17, 18] *величиной емкости пляжа («ёмкостью пляжа»)*,

В обычных природных условиях любой пляж испытывает естественные и искусственные возмущения режимных характеристик природной системы. Природная система береговой зоны обязательно отвечает на эти возмущения: получается, что не только пляжи подвергаются влиянию каких-то сил, но они способны со своей стороны отреагировать и противостоять этим силам. К возмущающему влиянию естественного происхождения пляжи всегда готовы: чем сильнее влияние, тем медленнее восстанавливается пляж к своему обычному многолетнему режиму. При этом определяющее значение имеют источники осадочного материала (из рек, клифов, бенчей, также эоловые, биогенные, ледовые) и глубина прибрежно-морской дифференциации исходного осадочного материала в прибрежно-морских фациальных условиях. Чем сильнее и длительнее действуют эти процессы, тем благоприятнее ситуация для восстановления послештормового размыва песчаного пляжа.

Изъятие наносов с пляжей, естественное или искусственное, включает механизм возвращения в начальный вид за счет мобилизации источников питания, в первую очередь - абразионного. Усилившийся абразионный размыв соседних участков клифов и бенчей восполняет потери до уровня «емкости пляжа». Искусственная и естественная прибавка наносов включает другой механизм - механизм изъятия и удаления излишков наносов, того количества, которое превышает *«емкость пляжа»*. Лучше всего удаление излишков видно после создания свободных незакрепленных пляжей в количестве больше «емкости». Любое возмущение режима развития пляжа, как положительное, так и отрицательное, нежелательно. Эти закономерности рассматриваются нами как наиболее важные в практике берегозащиты, проверенные в природных физико-географических условиях береговой зоны.

Уменьшение размеров песчаного пляжа снижает его рекреационную емкость и ведет к усилению процессов абразии и размыва берегов. Данные последствия вредны, а потому требуется исправление ситуации. Чаще всего она исправляется путем ремонтной подсыпки. Для увеличения сроков эксплуатации такого искусственного пляжа подсыпка производится по СНиП-у сверх величины «емкости пляжа». Однако, и это нерационально, поскольку влечет за собой размыв до оптимального размера, потерю дорогостоящего песка, неоправданное увеличение расходов. Если же ремонтную отсыпку производить равной емкости пляжа, то достигается динамическое равновесие, а оно обуславливает минимальные потери дорогостоящих пляжей. В данном случае наши исследования подтвердили выводы Ю.Д. Шуйского [17-19], но гораздо более длительными измерениями, а потому являются более надежными.

Выводы

Полученные материалы и их обсуждение дали возможность сформулировать такие основные выводы.

1. Песчаные пляжи как важный рекреационный ресурс, как средство естественной защиты коренных берегов от абразии, индикатор состояния всей береговой зоны, источник строительных песков, издавна привлекал к себе внимание. Вместе с тем инструментальные наблюдения за пляжами начались относительно недавно, вообще не более 100 лет назад, а в частности на Черном море в середине XX века.

2. Песчаные пляжи развиваются в различных физико-географических условиях на тех или иных береговых участках. В итоге наблюдается широкое разнообразие пляжей по происхождению, по морфологии, по динамике, по источникам питания. По составу наносов наиболее распространены песчаные, гравийно-галечные и ракушечные пляжи вдоль морских берегов Украины.

3. Большинство исследованных песчаных пляжей имеет абразионное питание, в отличие от береговой зоны других морей. Они питаются наносами от абразии бенчей и клифов, причем, в последние 2-3 десятилетия интенсивность питания уменьшилась под влиянием антропогенного фактора. В пределах Украины аллювиальное питание занимает весьма короткую часть берега.

4. От шторма к шторму исследованные песчаные пляжи могут и нарастать, могут и убывать. Но не были обнаружены пляжи в режиме долговременных многолетних трендов только убывания или только нарастания. Их ситуационные деформации колебались вокруг определенных средних многолетних значений, которые, в свою очередь, определялись исторически сложившимися окружающими физико-географическими условиями.

Список использованной литературы

1. *Айбулатов Н.А.* Динамика твердого вещества в шельфовой зоне. - Москва: Наука, 1990. - 272 с.
2. *Болдырев В.Л.* Процессы отмирания аккумулятивных береговых форм на примере Керченского пролива // Труды Инст. океанологии АН СССР. - 1958. - Том 28.-С. 118-133.
3. *Выхованец Г.В.* Динамика естественных песчаных пляжей Одесского залива (Черное море) // Известия Всес. Геогр. общ-ва. - 1981. - Том 113. - Вып. 3. - С. 253 - 259.
4. *Выхованец Г.В.* Морфология и динамика пляжей на берегах Черного моря между мысами Сев. Одесский и Аджияк // География и природные ресурсы. - 1988. - Вып. 2. -С.72- 76.
5. *Кирлис В.И.* Некоторые особенности динамики морских берегов пересыпи Куршю-Нерия // Труды АН ЛитССР. Серия Б. - 1971. - Т. 4 (7). -С.211 - 225.
6. *Муркалов А.Б.* Относительная устойчивость параметров пляжей во времени как отражение природы береговой зоны моря // Причорноморський Екологічний бюлетень. - 2008. -№1 (27). - С. 211 - 220.
7. *Муркалов О.Б.* Морфологія та динаміка піщаних пляжів у береговій зоні Чорного моря // Автореферат дис. на здобуття вченого ступеня канд. геогр. наук. - Киев: Ін-т. географії НАН України, 2013. -20 с.
8. *Пешков В.М.* Галечные пляжи не приливных морей. - Краснодар: Эд Арт Принт, 2004. - 445 с.
9. *Романюк О.С.* О гранулометрическом составе песчаных пляжных обложений Крыма // Доклады АН СССР. - 1965. - Т. 163. -№2,- С. 432 - 435.
10. *Романюк О.С.* Генезис Крымских пляжей // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. - Вып. 1. - Киев: Изд-во Киевск. Гос. унив., 1967. - С. 178- 182.
11. *Современные геологические процессы* на Черноморском побережье СССР // Под ред. Шеко А.И. - Москва: Недрa, 1976. - 184 с.
12. *Трестцов С.В.* Інженерно-геологічна характеристика сучасних геологічних процесів і явищ Чорноморського

- узбережжя Української РСР в межах Причорноморської западини // Геологія узбережжя і дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР. - 1975. - Вип. 8. - Київ-Одеса: Вища школа. - С. 26-38.
13. Шенард Ф.П. Морская геология. - Ленинград: Недра, 1969. - 462 с.
 14. Шуйский Ю.Д. Некоторые формы рельефа в береговой зоне песчаных берегов Черного моря // Известия Всес. Географич. общ-ва. - 1965. - Т. 97. - Вып. 5. - С. 456 - 460.
 15. Шуйский Ю.Д. Изучение процессов внутригодовой динамики береговой зоны моря // Доклады АН УССР. Серия Б. - 1977. - № 10. - С. 898 - 902.
 16. Шуйский Ю.Д. Динамика песчаных пляжей и их роль в развитии клифов // Физическая география и геоморфология. - 1981. - Вып. 26. - С.97- 106.
 17. Шуйский Ю.Д. Современная динамика берега Черного моря в районе мыса Бурнас // Геоморфология. - 1992. - №3.-С. 96- 104.
 18. Шуйский Ю.Д. Опыт изучения защитных сооружений на песчаных берегах Черного моря // География и природ. ресурсы. - 1996. -№1.-С.37-43.
 19. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. Исследование пляжей на абразионных берегах Черного и Азовского морей // Инженерная геология. - 1984. -№2.- С. 73 - 80.
 20. Шуйский Ю.Д., Выхованец Г.В. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. - Москва: Недра, 1989. - 198 с.

References

- [1] Ajbulatov N.A. 1990. Dinamikatverdogo veschestva v shelfovoy zone. Moskva: Nauka.
- [2] Boldyrev V.L. 1958. Processy otmiraniya akkumulyativnyh beregovykh form na primere Kerchenskogo proliva. Trudy Inst, okeanologii AN SSSR. 28: 118 - 133.
- [3] Vyhovanec G.V. 1981. Dinamika estestvennykh peschanykh plyazhej Odesskogo zaliva (Chernoe more). Izvestiya Vses. Geogr. obsch-va. 113 (3): 253 -259.
- [4] Vyhovanec G.V. 1988. Morfologiya i dinamika plyazhej na beregah Chernogo morya mezhdumysami Sev. Odesskij i Adzhivask. Geografiya i prirodnye resursy. 2:72 - 76.
- [5] Kirilis V.J. 1971. Nekotorye osobennosti dinamiki morskikh beregov peresypki Kurshyu-Neriya. Trudy AN LitSSR. Seriya B.4(7): 211 -225.
- [6] Murkalov A.B. 2008. Otnositelnaya ustojchivost parametrov plyazhej vo vremeni kak otrazhenie prirody beregovoj zony moray. Prichomorskij Ekologichnij byulleten. 1 (27): 211 -220.
- [7] Murkalov O.B. 2013. Morfologiya ta dinamika pischanihplyazhivuberegovij zoni Chomogo morya. Avtoreferat dis.na zdobuttya vchenogo stupenya kand. geogr. nauk. - Kiev: In-t. geografii NAN Ukraïni/
- [8] Peshkov V.M. 2004. Galechnye plyazhi neprilivnykh morej. Krasnodar: Ed Art Print.
- [9] Romanyuk O.S. 1965. O granulometricheskom sostave peschanykh plyazhnykh oblozhenij Kryma. Doklady AN SSSR. 163 (2): 432-435.
- [10] Romanyuk O.S. 1967. Genezis Krymskikh plyazhem. Geologiya poberezhya i dna Chernogo i Azovskogo morej v predelah USSR. Vyp. 1, 178- 182. Kiev: Izd-vo Kievsk. Gos. univ.
- [11] Sovremennye geologicheskie processy na Chernomorskom poberezhje SSSR, pod red. Sheko A.I. 1976. Moskva: Nedra.
- [12] Trepetov C.V. 1975. Inzhenemo-geologichna charakteristika suchasnykh geologichnykh procesiv i yavisch Chomomorskogo uzberezhzhya Ukraïnskoï RSR v mezhah Prichomomorskoï zapadiny. Geologiya uzberezhzhya i dna Chomogo ta Azovskogo moriv u mezhah URSR. Vip. 8, 26 - 38. Kii'-Odesa: Vischa shkola.
- [13] Shepard F.P. 1969. Morskayageologiya. Leningrad: Nedra.
- [14] Shuisky Yu.D. 1965. Nekotorye formy relefa v beregovoï zone peschanykh beregov Chernogo moray. Izvestiya Vses. Geografich. obsch-va. 97 (5): 456 - 460.
- [15] Shuisky Yu.D. 1977. Izuchenie processov vnutrigodovoy dinamiki beregovoï zony moray. Doklady AN USSR. Seriya B. (10): 898-902.
- [16] Shuisky Yu.D. 1981. Dinamika peschanykh plyazhej i ih rol v razvitii klifov. Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya. 26: 97 - 106.
- [17] Shuisky Yu.D. 1992. Sovremennaya dinamika berega Chernogo morya v rajone mysa Bumasy. Geomorfologiya. (3) : 96- 104.
- [18] Shuisky Yu.D. 1966. Opyt izucheniya zaschitnykh sooruzhenij na peschanykh beregah Chernogo moray. Geografiya i prirod. resursy. (1): 37-43.
- [19] Shuisky Yu.D., Vyhovanets G.V. 1984. Issledovanie plyazhej na abraziionnykh beregah Chernogo i Azovskogo morej. Inzhenemaya geologiya. (2): 73 - 80.
- [20] Shuisky Yu.D., Vyhovanets G.V. 1989. Ekzogennye processy razvitiya akkumulyativnykh beregov v severo-

Поступила 17.02.2014 г.

Вихованець Г.В., доктор геогр. наук, проф.
Муркалов О.Б., канд. геогр. наук, доцент
Стоян О.О., канд. геогр. наук, доцент
кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський нац. університет ім. І.І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082,
Україна, e-mail: physgeo_onu@ukr.net

ДИНАМІЧНА СТІЙКІСТЬ РОЗМІРІВ ПІЩАНИХ ПЛЯЖІВ В БЕРЕГОВІЙ ЗОНІ ЧОРНОГО МОРЯ

Резюме

Піщані пляжі є первинними формами акумулятивного рельєфу в середовищі впливу накатного потоку в береговій зоні моря. Вони складені *наносами* і є найдинамічнішими формами. Вони змінюються протягом кожного шторму, можуть нарощуватися чи зменшуватися у власних фізико-географічних умовах, що склалася історично. На протязі минулих десятиріч почали домінувати інструментальні дослідження пляжів. А це дозволило отримати чисельні характеристики морфології та динаміки піщаних пляжів. Вони є важливим рекреаційним ресурсом, чинником природного захисту корінних берегів від абразії, індикатора загального стану всієї берегової зони, джерела будівельних пісків з давніх часів привертала до себе увагу. Багаторічні горизонтальні деформації берегової лінії на акумулятивних формах дорівнюють 47 м, а на підсхилку кліфів вже до 23 м в фаціальних умовах берегової зони Чорного моря. В більшості випадків вертикальні деформації поверхні пляжів дорівнюють максимально 2,8 м на крупних акумулятивних формах. На абразійних вони обмежані товщиною пляжових наносів. На кожній ділянці берегової зони піщані пляжі мають певні лінійні та об'ємні розміри, що відповідають навколишнім умовам. Протягом довгого часу ці розміри пересічно майже не змінюються, незважаючи на розкиди штормових поточних значень. В межах всього Чорного моря пляжі розвиваються в умовах гострого дефіциту наносів, що є природним і склався історично.

Ключові слова: море, берег, пляж, розміри, динаміка, наноси, будова.

Vykhovanets, G.V., Dr. Sci, Prof.
Murkalov A.B., PhD, Ass. Prof.
Stoyan A.A., PhD, Ass. Prof.
Physical Geography & Natural Resources Usage Department,
National Mechnikov's University of Odessa,
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine, e-mail: physgeo_onu@ukr.net

DYNAMICAL STEADINESS OF SANDY BEACHES SIZES IN THE BLACK SEA COASTAL ZONE

Abstract

Sandy beaches are representing primary accumulative shore forms within a surf impact site in coastal zone of a Seas. Usual beaches was made up by *drifts* and its are most dynamic accumulative forms. They are changing during every storm, they can have expansion and diminution in environment that were formed during past centuries. During past decades began exact instrumental measurements of sandy beaches on natural sites. As a result, various calculative linear and volumetrical beach values were discovered.

Sandy beaches are significant recreational resource and mean of natural defence of native shores against wave abrasion. It is basic state indicator of the coastal zone nature features and source of sand and gravel sediments for building usage. In natural coastal condition of the Black Sea shoreline deformation constitute ± 47 m maximal along bars and spits and along active cliffs up to ± 23 m during decades on the stationary sites. During long time in most causes vertical stormy deformations of a beach surfaces can be $< 2,8$ m on accumulative coastal relief forms, and along abrasive slopes its limited by thickness of beach stratum sands. On every coastal sector with resemble physical-geographical sandy beaches to-wards gravitate by average linear and volumetric sizes, in spite of stormy values sparseness. Within all of the Black Sea sandy beaches are developing in condition of acute drift deficit.

Key words: Sea, Shore, beach, size, dynamic, drift, composition.