

Классификация типов профилей пляжа болгарского побережья Черного моря

Стоян Д. Керемедчиев, Екатерина В. Трифонова

Институт океанологии, БАН, Варна, e-mail: coastal@io-bas.bg

Введение

Типизация профилей пляжа – как надводной его части, часто именуемой собственно пляжем, так и прилежащего ему подводного склона – обычно выполняется по следующим признакам: а) морфологическим; б) морфометрическим; в) гранулометрическим; г) по форме, размеру и количеству надводных и подводных валов; д) по динамическим признакам – степени развития профиля пляжа и е) генетическим признакам (Лонгинов, Леонтьев, 1951; King, 1959; Леонтьев, 1961; Зенкович, 1962).

Морфологические границы профиля пляжа определяются различными авторами неоднозначно. По мнению некоторых авторов границу со стороны суши следует определять по линии заплеска штормовых волн, другие считают, что палеоаккумулятивные и эоловые формы также относятся к пляжу. Граница со стороны моря также является предметом дискуссии. Шепард (1969) полагает, что изменение характера субстрата или физико-географических особенностей рельефа есть наиболее яркая граница с мористой стороны пляжа, другие авторы, в том числе Васков (1951), King (1959) и Ingle (1966), склонны мористой границей пляжа считать зону расположения подводных валов. Русские исследователи Зенкович (1962), Лонгинов (1963), Леонтьев и др. (1975), говоря о профиле пляжа, подразумевают профиль, образованный под воздействием прибойного потока и соответствующим образом определяют верхнюю и нижнюю границы пляжа.

При рассмотрении подводной части пляжа, особое внимание уделяется прибойной подзоне, являющейся частью современной активной зоны, динамически связанной с остальными подзонами – преобразования, разрушения и деформации (трансформации) волн. Именно поэтому за нижнюю границу профиля пляжа авторы принимают активную в литодинамическом смысле границу, которая для условий болгарского побережья Черного моря расположена между глубинами 8 и 10 м.

Предложенная классификация выполнена по морфометрическим признакам на основе результатов многочисленных экспедиций. Рассмотрены средние значения морфологических характеристик отдельных элементов. В основе морфометрического и геоморфологического анализа профилей пляжа лежит районирование болгарского побережья Черного моря в соответствии с морфоструктурными единицами, литологическими разновидностями, морфологическими и морфометрическими особенностями береговой зоны (рис. 1) (Керемедчиев, 2000, 2001).

Анализ результатов

А. Профили надводного пляжа

В таблице 1 представлены типы профилей надводного пляжа, наблюдающиеся на болгарском побережье Черного моря, подрайоны распространения и краткая геоморфологическая характеристика. Характерны два основных типа профилей – двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля) и односклонный, прислоненный профиль пляжа (пляж неполного профиля).

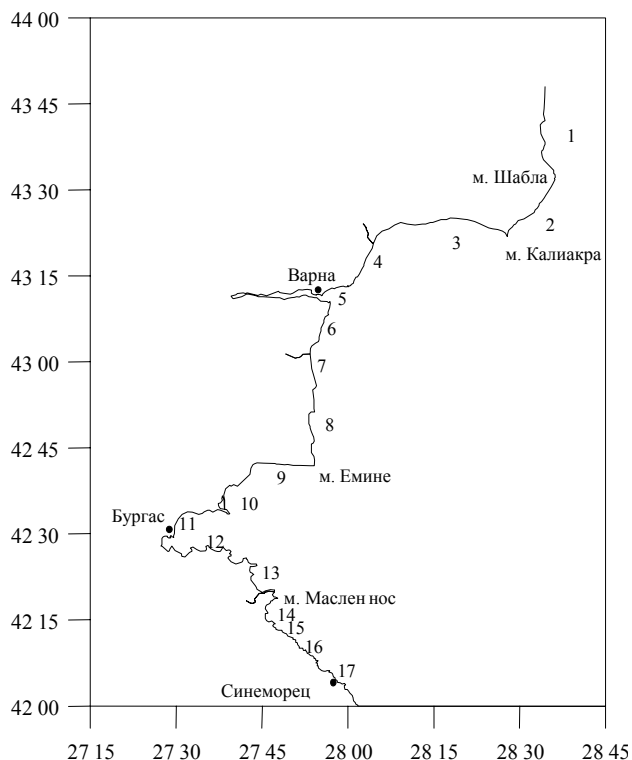


Рис. 1. Схема подрайонов болгарского побережья Черного моря:

- 1) м. Сиврибурун – м. Шабла; 2) м. Шабла – м. Калиакра; 3) м. Калиакра – пляж Албена;
- 4) пляж Албена – м. Св. Георгий; 5) м. Св. Георгий – м. Галата; 6) м. Галата – м. Палеца;
- 7) м. Палеца – м. Черни нос; 8) м. Черни нос – м. Емине; 9) м. Емине – Несебр; 10) Несебр – Поморие; 11) Поморие – Бургас; 12) Бургас – Созополь; 13) Созополь – м. Маслен нос;
- 14) м. Маслен нос – м. Караагач; 15) м. Караагач – Царево; 16) Царево – Ахтопол;
- 17) Ахтопол – Синеморец

I. Двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля)

Морфогенетическое развитие пляжа полного профиля чаще всего наблюдается у берегов лиманно-лагунного типа. Его современная морфология представляет авантюнный береговой вал, сопровождающийся более мелкими береговыми формами, образование которых тесно связано со степенью активности и фаз развития гидродинамических процессов в подзонах трансформации волнения и прибойного потока (К е р е м е д ч и е в, 1985). Наблюдаются следующие типы двухсклонного пляжа – пляж с авантюнным валом (1) и авантюнный вал с эоловыми образова-

ниями (дюнные формы) (2) (таблица 1).

1. Пляж с авантюнным валом

В результате морфометрического анализа профилей пляжа с авантюнным валом определены следующие подтипы (таблица 1):

Пляж с валом, пологими склонами и хорошо выраженной пляжной ступенью (1а) характерен для лиманных берегов Добруджанского побережья. Фронтальный откос пляжа и его активная часть сложены крупнозернистым песком биогенного происхождения ($D_{50} - 0.63 \text{ mm}$, $\text{CaCO}_3 - 85\%$), наклон склона, соответственно, 0.090 и 0.080. Ширина активного пляжа 28.3 м, а высота гребня вала над поверхностью моря

Таблица 1. Типы профилей надводного пляжа

№	Тип профиля	№ подрайона	Геоморфологическая характеристика
I. Двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля) I. Пляж с авантюнным (береговым) валом			
1		1	а) пляж с валом, пологими склонами и с хорошо выраженной пляжной ступенью
2		10	б) валово-дюнный пляж с крутыми склонами
3		4	с) слабо выраженный валовый пляж с пляжной ступенью, переходящей в аккумулятивную (лиманную) равнину
4		11	д) валово-дюнный пляж с пологими склонами, переходящий в аккумулятивную (лиманную) равнину с малыми наклонными

Таблица 1. Продолжение

№	Тип профиля	№ подрайона	Геоморфологическая характеристика
I. Двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля)			
I. Пляж с авантюнным (береговым) валом			
5		5, 11	е) заливаемый валовый пляж с пологими склонами и хорошо выраженной приурезовой ступенью
6		9	ф) пляж с хорошо выраженным авантюнным валом и приурезовым (береговым) валом
7		15	г) валово-дюнный пляж с преобладающей золотой седиментацией
8		14, 17	h) валовый пляж (типичная песчаная коса, перегораживающая устье реки) с хорошо выраженной пляжной ступенью

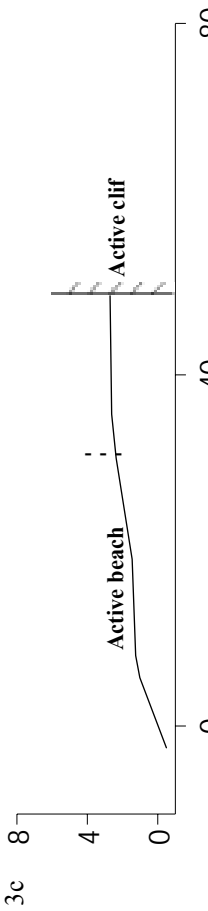
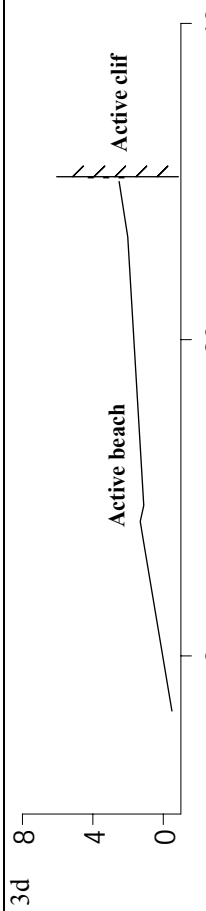
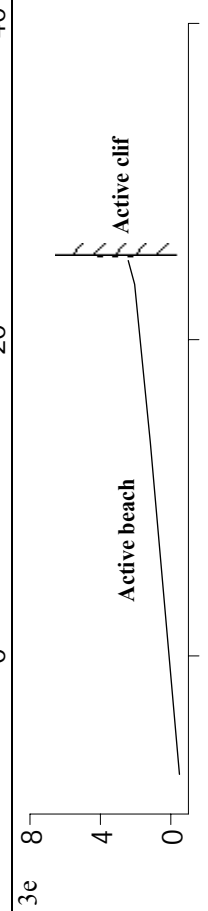
Таблица 1. Продолжение

№	Тип профиля	№ подрайона	Геоморфологическая характеристика
<p>1. Двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля) 2. Пляж с авандюнным валом и дюнными образованиями</p>			
9	2a	1	а) валово-дюнный пляж с рядом дюнных образований
10	2b	7	б) валово-дюнный пляж с приурезовым и береговым валом
11	2c	9	с) валово-дюнный пляж с пологими склонами, пляжной ступенью и дюнными образованиями
12	2d	12, 13	д) пляж с хорошо выраженным береговым валом и дюнными образованиями

Таблица 1. Продолжение

№	Тип профиля	№ подрайона	Геоморфологическая характеристика
<p>I. Двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля) 2. Пляж с авандюнным валом и дюнными образованиями</p>			
13	2e	14, 15, 16	е) валово-дюнный пляж с крутыми склонами и рядом дюнных образований
<p>II. Односклонный (пляж неполного профиля) прислоненный профиль пляжа 3. Ступенчатый пляж</p>			
14	3a	1, 4, 7, 8	а) многоступенчатый пляж с малыми наклонами, переходящий в дюнные образования
15	3b	4, 5, 11, 13, 14	б) одноступенчатый пляж с выпуклым профилем

Таблица 1. Продолжение

№	Тип профиля	№ подрайона	Геоморфологическая характеристика
II. Односклонный (пляж неполного профиля) прислоненный профиль пляжа			
3. Ступеньчатый пляж			
16	3с	6, 7, 8	с) двухступенчатый пляж с клифом (заливаемым при штормовых волнениях)
			
17	3d	1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11	д) одноступенчатый (заливаемый) пляж с выпуклым профилем и активным клифом
			
18	3е	1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 16	е) односклонный пляж с вогнутым профилем и активным клифом
			

3.0 м. Подобный типу 1а **валово-дюнный пляж с пологими склонами с постепенным переходом в лиманную равнину (1b)** отличается более пологим профилем, что является следствием меньших размеров осадкообразующих материалов ($D_{50} - 0.30$ мм) и значительного содержания тяжелой фракции (80 %), представленной магнетитными компонентами. Подобная морфология у **слабо выраженного валового пляжа с пляжной ступенью и постепенным переходом в лиманную равнину (1с)**. У этого типа наклон фронтального откоса пляжа достигает 0.180, что объясняется наличием крупнозернистого пляжеобразующего осадочного материала ($D_{50} - 0.60$ мм) терригенного происхождения ($\text{CaCO}_3 - 15$ %). Основная концентрация крупнозернистого материала сосредоточена в верхней части активного пляжа на высоте гребня вала (1.9 м), образующего ступень пляжа. Большой наклон активного пляжа (0.100) является следствием причлененной пляжной ступени к верхней части вала. Типу 1с генетически подобен **заливаемый валовый пляж с пологими склонами и приурезовой ступенью (1е)**. Этот тип наблюдается в подрайонах 5 и 11, где преобладает абразионно-оползневой берег с мелководной ступенчатой морфологией. Наклоны фронтального откоса пляжа (0.090) и активного пляжа (0.060) значительно меньше, чем у подтипа 1с, что объясняется наличием среднезернистого пляжеобразующего терригенного материала ($D_{50} - 0.36$ мм, $\text{CaCO}_3 - 11$ %).

Валово-дюнный пляж с крутыми склонами (1f). Эоловые микроформы гребня и тыловой части поверхности вала образуются благодаря процессам эоловой аккумуляции и абразии. Наклон фронтального откоса пляжа 0.115 и активного пляжа – 0.100 формируется крупнозернистым осадкообразующим песчаным материалом ($D_{50} - 0.70$ мм) в котором преобладает терригенный компонент ($\text{CaCO}_3 - 20$ %). Ширина активного пляжа 25.3 м, его граница со стороны берега находится на 2.4 м над уровнем моря, а гребень вала – 4.3 м. На пляжах подрайона 15 наблюдается подобный типу 1b **валово-дюнный пляж с преобладающим значением**

эоловой седиментации (1g). Гребень вала расположен на расстоянии 62.5 м от береговой линии и в высоту достигает 7.5 м над уровнем моря. Большие наклоны фронтального откоса пляжа (0.160) и активного пляжа (0.145) являются следствием эоловых диффузионных процессов, несмотря на то, что преобладает среднезернистый ($D_{50} - 0.40$ мм) терригенно-биогенный ($\text{CaCO}_3 - 50$ %) пляжеобразующий материал.

Пляжи с хорошо выраженным авандюнным и приурезовым валом (1f) наблюдаются главным образом в подрайонах, характеризующихся широкой мелководной аккумулятивной террасой (подрайоны 1, 7 и 9). Источником эолового осадкообразующего материала служит активный пляж. В результате эволюции причлененной песчаной косы формируется параболическая эоловая форма с овальными очертаниями. Формирование приурезового вала находится в циклической зависимости от положения подводного вала, сезонной миграции осадочных материалов и уровня аккумулятивной террасы (К е р е м е д ч и е в, 1985). Наклон фронтального откоса пляжа составляет 0.100, а активного пляжа – 0.060. Пляж сложен среднезернистым песком ($D_{50} - 0.30$ мм) терригенного происхождения ($\text{CaCO}_3 - 7.5$ %).

Валовый пляж с хорошо выраженной пляжной ступенью (1h) наблюдается там, где песчаные косы перегораживают устья больших Странджанских рек (подрайоны 16 и 17). Пляж сложен речным крупнозернистым терригенным материалом с плохой сортировкой ($D_{50} - 0.90$ мм, $\text{CaCO}_3 - 8$ %), в результате чего формируется большой наклон фронтального откоса – 0.170. Ступень пляжа, расположенная на высоте 1.4 м над уровнем моря, своим гребнем формирует поверхность с малым наклоном.

2. Пляж с авандюнным валом и дюнными образованиями

Эоловые формы чаще всего встречаются в южных частях пляжей на берегах лиманно-лагунного типа. Формы, прошедшие длинный цикл перестройки в условиях дефицита осадочных материалов, имеют параболическую форму и простираются в направлении преобладающих ветров.

Параболические цепные дюнные обра-

зования занимают 8.35 km^2 , что составляет 34.1 % площади берегов аккумулятивного типа болгарского побережья Черного моря. Преобладающая ориентация гребней дюн расположена в направлении северо-восток – юго-запад, в то время как повторяемость ветров с соответствующим направлением представляет 41.4 % случаев всех ветров и 50 % случаев ветров со скоростью большей, чем 14 m/s (К е р е м е д ч и е в, С h e r n e в а, 1999).

Валово-дюнный пляж с рядом параболических дюнных образований (2а) чаще всего встречается на Добруджанском побережье, где существуют шесть таких рядов дюнных образований ориентированных в направлении северо-запад – юго-восток, перпендикулярно к восточным и северо-восточным ветрам. Их максимальная высота над уровнем моря достигает 11.5 m , в то время как высота авандюнного вала 3.6 m , а ближайшей к берегу дюны 3.8 m . Наклоны фронтального откоса пляжа и активного пляжа 0.090 . Пляж сложен крупнозернистым песком биогенного происхождения ($\text{CaCO}_3 - 85 \%$).

Валово-дюнный пляж с приурезовым береговым валом (2б), характеризующийся крутым наклоном фронтального откоса (0.180) и сравнительно пологим склоном активного пляжа (0.070), сложен среднезернистым песком ($D_{50} - 0.4 \text{ mm}$) речнотерригенного происхождения ($\text{CaCO}_3 - 50 \%$). Параметры прибрежного вала прямым образом зависят от сезонной динамики (цикличности) подводного вала и уровня прибрежной аккумулятивной террасы (см. подтип 1f). Гребни дюнных образований ориентированы в направлении северо-восток – юго-запад и север – юг, а их максимальная высота над уровнем моря достигает $10.0-15.0 \text{ m}$.

Валово-дюнный пляж с пологими склонами и пляжной ступенью (2с) наблюдается в подрайонах 9 и 10. Наклоны склонов фронтального откоса (0.070) и активного пляжа (0.060) гораздо меньше наклонов подтипа 2б. Пляж сложен среднезернистым песком ($D_{50} - 0.30 \text{ mm}$) терригенного происхождения ($\text{CaCO}_3 - 10 \%$). Преобладающая ориентация дюнных образований юго-восток – северо-запад связана с направлением преобладающих ветров

в зимние месяцы, а их максимальная высота достигает 26.0 m над уровнем моря.

Валово-дюнный пляж с хорошо выраженным береговым валом (2д) подобен подтипу 2б, но отличается сравнительно меньшими наклонами (0.080) склонов пляжа, несмотря на то, что пляжеобразующий материал крупнозернистый ($D_{50} - 0.70 \text{ mm}$) со значительным участием биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 32 \%$). Дюнные образования расположены в 4-5 рядов, а преобладающая ориентация гребней в направлении восток – запад. Максимальная высота дюн достигает 14.0 m , а средняя – 4.5 m .

Валово-дюнный пляж с крутыми склонами и дюнными образованиями (2е) наблюдается на Странджанском побережье. Склоны фронтального откоса (0.100) и активного пляжа (0.080) сложены среднезернистым песком ($D_{50} - 0.36 \text{ mm}$). У дюнных образований сложный рельеф, гребни с параболической формой расположены в четыре ряда и ориентированы в направлении юго-юго-восток – северо-северо-запад и запад – восток. Максимальная высота гребней 19.0 m над уровнем моря, а их средняя высота – 9.5 m .

II. Односклонный профиль пляжа (пляж неполного профиля)

Пляж неполного профиля чаще всего наблюдается у берегов клифового типа. Профиль прямолинейного односклонного типа формируется в результате уравнивания прямого и отраженного волноприбойного потока. На болгарском побережье Черного моря встречаются два типа приклоненных пляжей неполного профиля – односклонный-ступенчатый пляж (3) и односклонный-равнопологий пляж (4).

3. Односклонный-ступенчатый пляж

Морфогенетическое развитие односклонного ступенчатого пляжа выражается в приращении надводной ступени пляжа к активному пляжу в результате избыточного подпитывания осадочным материалом. В условиях болгарского побережья Черного моря проявляются следующие подтипы – многоступенчатый пляж с малыми наклонами, переходящий в авандюнные образования (3а), одноступенчатый пляж с выпуклым профилем (3б) и двухступенчатый пляж с клифом (3с).

Многоступенчатый профиль с малыми

наклонами, переходящий в авантюнный (береговой) вал (3а). Профиль встречается на северном побережье (подрайоны 1, 4, 7 и 8). Часто наблюдаются приурезовые береговые валы, образованные во время шторма. Причленение нескольких береговых валов приводит к образованию аккумулятивных береговых террас, а их последующее развитие может привести к образованию пляжа полного профиля. Необходимым условием для прогрессивного развития аккумулятивной надводной формы является избыточное подпитывание осадочным материалом. Наклон фронтального откоса пляжа 0.130, а активного пляжа – 0.060 несмотря на то, что оба склона сложены крупнозернистым материалом (соответственно $D_{50} - 0.58 \text{ mm}$ и 0.50 mm) со значительным участием биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 24 \%$). Ширина активного пляжа 30.0 м, а средняя высота ступеней над уровнем моря соответственно 1.2 м, 2.0 м и 3.6 м.

Одноступенчатый (выпуклый) профиль (3б) образуется при таких же морфогенетических условиях, как и профиль типа 3а, но находится в более ранней (начальной) стадии развития. Этот тип получил распространение у абразионно-оползневых берегов с многоступенчатым подводным береговым склоном (подрайоны 4, 5, 11, 13 и 14). Формирование надводной аккумулятивной террасы происходит при наличии берегового (прибойного) вала, который намывается и размывается штормовым волнением и перемещается ступенью пляжа к берегу (К е р е м е д ч и е в, 1985). Наклон фронта пляжа и активного пляжа составляет соответственно 0.100,– 0.070. Пляж сложен среднезернистым и крупнозернистым песком ($D_{50} - 0.44 \text{ mm}$) со значительным участием биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 29 \%$).

Для двухсклонного пляжа с клифом (заливаемым во время шторма) (3с) характерен наиболее крутой наклон фронтального откоса (0.190). Пляж сложен крупнозернистым терригенным материалом ($D_{50} - 0.66 \text{ mm}$, $\text{CaCO}_3 - 4.3 \%$). На болгарском побережье Черного моря между м. Галата и м. Емине пляжи этого типа прислонены к абразионному и абразионно-оползневому берегу. Активные процессы эрозии и абразии подпитывают его осадочным матери-

алом. Ширина активного пляжа 30.5 м, а аккумулятивная ступень расположена на высоте 2.6 м над уровнем моря.

4. Односклонный-равнопологий пляж

Это активные в гидродинамическом и литодинамическом отношении пляжи, прислоненные в подножии активного клифа. Их морфология (выпуклая, прямолинейная или вогнутая форма) прямым образом зависит от количества поступающего пляжеобразующего осадочного материала и гидродинамических условий береговой зоны.

Односклонный-выпуклый профиль пляжа (4а) образуется при избытке подпитывания осадочным пляжеобразующим материалом. Тип 4а встречается почти везде на северном побережье Болгарии до г. Бургаса. Для пляжа характерен высокий наклон фронтального откоса (0.153), что является следствием крупнозернистого ($D_{50} - 0.62 \text{ mm}$) терригенного ($\text{CaCO}_3 - 20 \%$) песчаного материала в составе пляжеобразующих осадков. Ширина пляжной полосы 30.0 м, высота пляжа у откоса клифа 2.5 м над уровнем моря.

Односклонный-вогнутый профиль пляжа (4б) образуется при дефиците подпитывания осадочным пляжеобразующим материалом. Этот тип тоже в основном можно наблюдать на северном побережье Болгарии, а также и на Медноридско-Странджанском побережье. Наклон фронтального откоса пляжа значительно меньше, чем у типа 4а (0.080), пляж сложен среднезернистым и крупнозернистым материалом ($D_{50} - 0.45 \text{ mm}$) со значительным участием биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 36 \%$). Наклон активного пляжа 0.090, его ширина 25.0 м, высота над уровнем моря у клифа 2.4 м.

Б. Профили подводного склона

В основе предложенной морфологической классификации лежит морфометрическая характеристика, определяющая морфозоны, отличающиеся наклонами и особенностями рельефа. В зависимости от гидродинамических условий границы этих зон могут перемещаться в пространстве, а для современного морфологического облика профиля подводного пляжа существенную роль играет геолого-стратиграфия подводного берегового склона.

В таблице 2 показаны типы и подтипы

Таблица 2. Типы профилей подводного склона

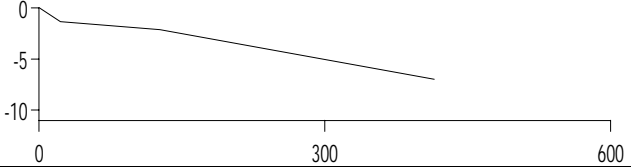
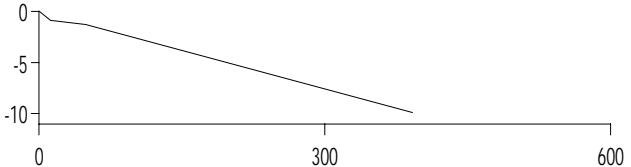
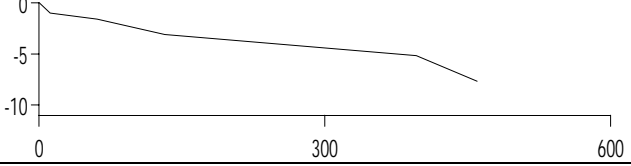
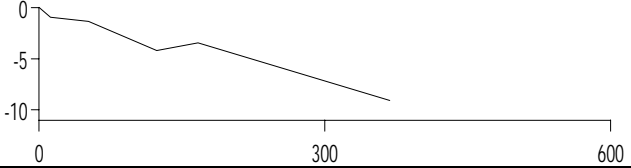
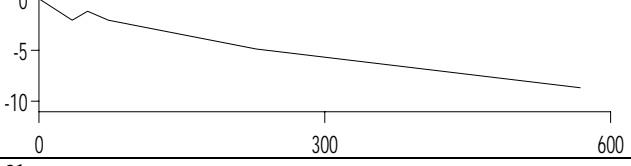
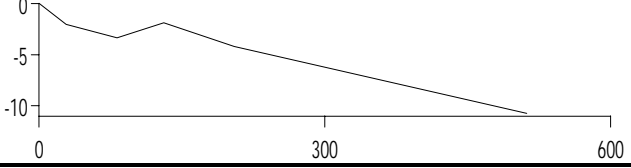
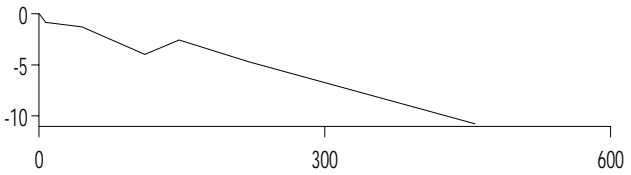
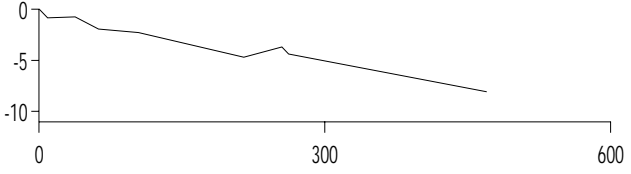
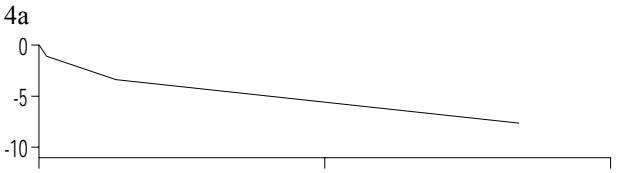
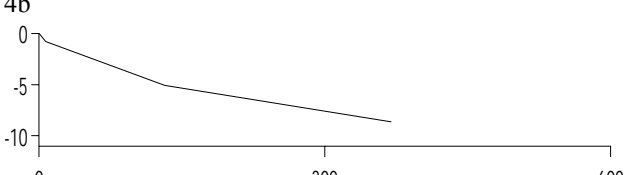
№	Тип профиля	№ под-района	Геоморфологическая характеристика
1. Терасно-склоновый профиль – выпуклый профиль			
1	1a 	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	а) мелководный профиль ($\alpha < 0.03$) геоструктурное строение оказывает влияние на формирование профиля
2	1b 	4, 6, 8, 9, 12, 14, 15	б) глубоководный профиль ($\alpha > 0.03$) геоструктурное строение имеет решающее значение для формирования глубоководного склона
2. Терасный (ступеньчатый) профиль			
3	2a 	1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12	а) мелководный профиль ($\alpha < 0.02$) геоструктурное строение имеет решающее значение для формирования верхней и нижней части склона
4	2b 	3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15	б) глубоководный профиль – геоструктурное строение оказывает влияние на формирование верхней и нижней части склона
3. Терасно-валовый профиль			
5	3a 	1, 8, 11, 12, 13	а) односклонный пологий профиль с прибрежным валом (аккумулятивно сформированный)
6	3b 	1, 4, 8, 9	б) односклонный крутой профиль с валом – геоструктурное строение оказывает влияние на формирование нижней части профиля

Таблица 2. Продолжение

№	Тип профиля	№ под-района	Геоморфологическая характеристика
3. Террасно-валовый профиль			
7	3с 	3, 7, 13, 14, 17	с) односклонный профиль ($\alpha > 0.02$) с валом и прибрежной террасой – геоструктурное строение оказывает влияние на формирование верхней и нижней части склона
8	3d 	3, 4, 15	д) террасный ступенчатый профиль с глубоководным валом – геоструктурное строение оказывает влияние на формирование верхней части склона
4. Двухсклонный вогнутый профиль			
9	4a 	1, 4, 10, 11	а) мелководный профиль ($\alpha \leq 0.02$) (аккумулятивный профиль)
10	4b 	4, 6, 9, 11	б) глубокий профиль ($\alpha > 0.02$) геоструктурное строение оказывает влияние на формирование верхней и нижней части склона

профилей подводного пляжа, характерных для активной части береговой зоны болгарского побережья. На побережье Болгарии наблюдаются четыре основных типа профилей – террасно-склоновый (выпуклый), террасный (ступенчатый), террасно-валовый и двухсклонный (вогнутый) профиль.

1. Террасно-склоновый (выпуклый) профиль

Ступенчатый пологий склон образован в результате постепенного отступления берега под воздействием волновой абразии. Сформированная широкая мелководная полоса с наклоном от 0.005 до 0.010 достигает 450 м в ширину у берегов сложенных голоценскими

лессово-глинистыми материалами и плиоценскими глинами и песками, до 200 м у оползневых берегов, сложенных известняками, известняковыми песчаниками и мергелями и до 100 м при дискордантно простирающихся геоморфоструктурах, сложенных устойчивым в отношении волновой абразии сенонским мергельно-известняковым комплексом. Мелководная полоса обеспечивает равномерное распределение волновой энергии по всей ширине активного подводного склона. Остаточная волновая энергия достаточна только для транспортировки осадочных материалов к берегу и их аккумуляции в верхней части склона.

Современные подводные потопленные террасы наблюдаются у аккумулятивных берегов покрытых полностью или частично осадочными материалами с малой мощностью.

Мелководный профиль ($\alpha < 0.030$) (1a) встречается на Добруджанско-Франгенском побережье, между м. Галата и м. Емине и на севере Бургаского залива. Среднее значение наклона в прибойной зоне 0.008, а ее ширина 105 м. Дно покрыто среднезернистым песком средней сортировки ($D_{50} - 0.41$ мм) мощностью более, чем 1.5 м, и со значительным присутствием биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 30\%$). В зоне трансформации волнения наклон 0.017, в ее нижней части аккумулируются среднезернистые и мелкозернистые пески ($D_{50} - 0.27$ мм) мощностью более, чем 1.5 м, а в верхней части раскрываются коренные скалы из известняков, известняковых песчаников, мергелей и глинисто-песчаных материалов.

Глубоководный профиль ($\alpha > 0.030$) (1b) встречается на Франгенском, Авренском, Старопланинском и Медноридско-Странджанском побережье. Наклон террасной части склона шириной 37 м – 0.011, что объясняется геоструктурным строением и присутствием более устойчивых по отношению к волновой абразии вулканических скал верхнего мела и сенонского мергельно-известнякового комплекса. Верхняя часть профиля покрыта крупнозернистым песчаным материалом ($D_{50} - 0.51$ мм) мощностью 1.0 м, в то время как для формирования глубоководной части профиля решающее значение имеет геоструктурное строение. Наклон склона 0.031, а в нижней части аккумулируются среднезернистые пески мощностью 1.0 м.

2. Террасный (ступенчатый) профиль

Геоструктурное строение береговой зоны играет существенную роль для формирования ступенчатой морфологии подводного профиля. Активное проявление абразионной деятельности, слабосвязанные голоценские лессовые скалы, плейстоценские глинисто-песчаные и негомогенные верхнесарматские и среднесарматские известняково-песчаные и мергельно-глинистые оползневые скальные массы являются следствием широкой прибойной террасы. Абрадировавшие грубозернистые осадочные материалы аккумулируются в верхней и нижней части

активной береговой зоны. В широкой мелководной зоне большая часть энергии волн расходуется на транспорт осадочных материалов в верхнюю часть профиля.

Мелководный профиль ($\alpha < 0.020$) (2a) встречается у берегов лиманно-лагунного происхождения с обильным подпитыванием осадочным плажеобразующим материалом. Верхняя часть профиля (прибойная зона) с наклоном 0.012 покрыта среднезернистым песком со значительным биогенным присутствием ($\text{CaCO}_3 - 45\%$). В зоне деформации волнения преобладают мелкозернистые пески мощностью свыше 1.5 м, образующие аккумулятивную террасу с наклоном 0.008, а наклон скального откоса 0.021 разделяет две аккумулятивные террасы.

Глубоководный профиль ($\alpha > 0.020$) (2b). Для морфологии профилей этого типа основное значение имеют геологические формирования простирающиеся в поперечном направлении и залегающие под наклоном от 3 до 5° к морю, геологические структуры, расположенные дискордантно по отношению к берегу и сбросово-тектоническое строение береговой зоны. Наклон прибойной зоны 0.010, в то время как в зоне трансформации волнения вдвое больше. Профиль покрыт среднезернистым песком мощностью до 1.0 м со средней сортировкой вследствие значительного присутствия биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 38\%$).

3. Террасно-валовый профиль

При классификации профилей с подводными валами берутся во внимание следующие морфологические и морфометрические особенности – строение валов и закономерности их распределения по направлению транспортировки. Наблюдаемые песчаные валы сложены среднезернистыми осадочными материалами. Их образование связано с особенностями диссипации волновой энергии над сравнительно пологим песчаным дном. В летний период подводный вал передвигается к берегу, формируется приурезовый вал и увеличивается площадь мелководной зоны (К е р е м е д ч и е в, 1985).

На болгарском побережье Черного моря наблюдаются следующие террасно-валовые профили:

Прибрежный вал с односклонным пологим склоном ($\alpha < 0.020$) (3a). Подводный вал, сложенный крупнозернистым песком,

расположен в среднем на расстоянии не более 50 м от береговой линии, его относительная высота около 1.0 м. Прибойная зона также покрыта крупным ($D_{50} = 0.52$ мм) хорошо отсортированным песком, несмотря на высокое содержание биогенного компонента ($\text{CaCO}_3 - 45\%$). Наклон склона в зоне трансформации волнения значительно меньше (0.013), чем в прибойной зоне (0.029), что зависит от геоструктурных особенностей в нижней части подводного склона берега.

Валовый профиль с односклонным крутым склоном ($\alpha > 0.020$) (3b) распространен на северном побережье Болгарии. Подводный вал, сложенный среднезернистым материалом ($D_{50} = 0.30$ мм), расположен на расстоянии 140-150 м от береговой линии, его относительная высота 1.5 м. В прибойной зоне наблюдается высокий наклон (0.041), образованный крупнозернистым материалом, в то время как в зоне трансформации волнения наклон значительно меньше (0.023), что зависит от геоструктурных особенностей подводного рельефа.

Валовый профиль с прибрежной ступенью и односклонным крутым склоном ($\alpha > 0.020$) (3c) наблюдается перед берегами лиманно-лагунного типа. Прибрежная ступень с наклоном 0.011 оформлена геоструктурно. Подводный вал, сложенный среднезернистым песком ($D_{50} = 0.35$ мм), расположен на расстоянии около 110 м от берега, его относительная высота 1.5 м. Наклон в прибойной зоне (0.036) зависит от геоструктурных особенностей подводного рельефа, в то время как в зоне трансформации волнения (наклон 0.026) от аккумулярованного песчаного материала в верхней части и наличия подводного песчаного вала.

Террасно-ступенчатый профиль с мелководным валом (3d) наблюдается на Добруджанско-Франгенском оползневом побережье и Странджанском побережье (подрайон 15). Абразионно-структурные ступени, расположенные на глубине 0.9 м и 2.0-2.3 м, имеют оползневой характер, их наклон 0.004. Подводный вал с относительной высотой 1.0 м расположен на расстоянии 260 м от береговой линии и сложен крупнозернистым песком ($D_{50} = 0.50$ мм).

4. Двухсклонный (вогнутый) профиль

Верхняя часть профиля, где мощность

осадочного материала достигает 1.0 м, аккумулятивная, а нижняя часть абразионная. Значительную роль для формирования малого наклона ее склона играет геоструктурное строение. Коренная скала представляет лессово-глинистый материал, известняки, известняковые песчаники, мергели и плиоценовые глины.

Мелководный профиль ($\alpha \leq 0.020$) (4a) наблюдается в Добруджанско-Франгенском районе и на северном побережье Бургаского залива. Наклон прибойной зоны (0.042) образован среднезернистым и крупнозернистым песчаным материалом ($D_{50} = 0.41$ мм). В зоне трансформации волнения наклон выполаживается (0.010), а ее аккумулятивная часть образована среднезернистым песком ($D_{50} = 0.27$ мм).

Глубоководный профиль ($\alpha > 0.020$) (4b). Геоструктурное строение формирует склон профиля в его верхней и нижней части, а в средней части аккумулируется мелкозернистый материал ($D_{50} = 0.22$ мм) мощностью 1.0 м. Тип 4b распространен на Франгенском и Авренском побережье и на северном побережье Бургаского залива. Наклон прибойной зоны 0.039, в то время как в зоне трансформации волнения гораздо меньше – 0.015, что зависит от вышеизложенных причин.

Заключение

В заключении следует отметить, что в результате проведенной работы классифицированы и описаны основные типы форм пляжа болгарского побережья Черного моря, их морфологическое и морфогенетическое развитие, а также вещественный и гранулометрический состав пляжеобразующих осадочных материалов и провинции подпитывания пляжей. Для современного морфологического облика активной береговой зоны, существенное значение имеет геолого-стратиграфическое строение скальных образований, их распространение и залегание и устойчивость в отношении волновой абразии.

В результате морфометрической обработки выяснилось, что наклоны профилей пляжа сравнительно велики. На побережье Болгарии преобладает среднезернистый песок, а максимальные значения D_{50} наблюдаются у фронтального откоса пляжа. Существует слабая тенденция к увеличению

наклонов профиля пляжа с увеличением крупности наносов. Несоответствие между наклонами профиля пляжа и крупностью осадочного материала объясняется геоструктурными особенностями активной береговой зоны.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

- На болгарском побережье Черного моря встречаются два типа профилей надводного пляжа – двухсклонный профиль пляжа (пляж полного профиля) и односклонный, прислоненный профиль пляжа (пляж неполного профиля);
- Морфогенетическое развитие двухсклонного профиля пляжа связано с берегом лиманно-лагунного типа, эоловыми процессами, силой волнового воздействия и фазами развития штормового волнения;
- Морфогенетическое развитие односклон-

ного профиля пляжа связано с количеством поступления пляжеобразующего осадочного материала, динамичностью причленения к активному пляжу макроаккумулятивных форм и уравновешивания силы и мощности прямого и обратного волноприбойного потока;

- Для болгарского побережья Черного моря характерны четыре типа профилей подводного склона – террасно-склоновый (выпуклый) профиль, террасно-ступенчатый профиль, террасно-валовый профиль и двухсклонный (вогнутый) профиль;
- Тип профиля подводного склона зависит от его геоструктурного строения, количества поступающего осадочного пляжеобразующего материала, положения подводного вала, ширины и наклона зоны трансформации волнения и прибойного потока.

ЛИТЕРАТУРА

- Зенкович, В. П. 1962. Основы учения о развитии морских берегов. М. Изд. АН СССР. 710.
- Керемедчиев, С. Д. 1985. Сезонная динамичность на пляжовите профили. Океанология кн. 14, Изд. БАН, С. 63-74.
- Керемедчиев, С. Д. 2000. Морфохидрографски анализ на БЧК. Международна научна сесия. – 50 години “Географски Институт”. Сборник от доклади. Изд. БАН. С. 90-98.
- Керемедчиев, С. Д. 2001. Морфохидрографски анализ на бреговата зона на БЧК. Трудове на института по океанология. Том 3. 57-64.
- Леонтьев, О. 1961. Основы геоморфологии морских берегов. Изд. Москов. У-та. М. 417.
- Леонтьев, О., Л. Никифоров, Г. Сафьянов. 1975. Геоморфология морских берегов. Изд. Москов. У-та. М.
- Лонгинов, В., О. Леонтьев. 1951. К вопросу о динамике профиля песчаного пляжа. Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т.5.
- Лонгинов, В. В. 1963. Динамика береговой зоны бесприливных морей. М. Изд-во АН СССР. 243.
- Шепард, Ф. П. 1969. Морская геология. Изд. Недра. Л. 461.
- Wassom, W. N. 1951. The relationship between sand and beach face slope. Trans. Amer. Union, vol. 32. 866-874.
- Ingle, Jr. J. C. 1966. The movement of beach sand. Developments in Sedimentology 5. Amsterdam London New York. 220.
- Керемедчиев, С., З. Чернева. 1999. Geomorphologic analysis of the contemporary relief of the Bulgarian Black Sea coast. International Geographic Symposium – “The Danube Delta and Black Sea coastal zone”. Tulcea, Romania. 26 to 31 July.
- King, C. A. N. 1959. Beaches and Coasts. Edward Arnold. London. 403.

Постъпила на 10.01.2003 г.

Classification of Beach Profile Types Along the Bulgarian Black Sea Coast

Stoyan Keremedchiev, Ekaterina Trifonova

(Summary)

On the basis of the echographycal profiling of the coastal zone, the tachometrical measurement of the beach profiles with the adjoining beach slopes and the physicochemical and chemical analysis of the sediment materials, a morphometric classification of the beach profiles along the Bulgarian Black Sea Coast has been developed. The present work clarifies the boundary values of the slope inclinations of the separate morphologic elements of representative beach profiles of grainmetric parameters and material composition of the sediment material, the morphological and the morphometrical peculiarities of the coastal zone. The analysis carried out showed the decisive importance of the factors determining the formation of the profile types and the nature of the beach forms development. Which in combination with the wave factor create one unified system of prerequisites determining our modern morphological aspect.