

Классификация подводного склона берега болгарского сектора Черного моря по морфологическим признакам и степени волнового воздействия

*Секция Динамика Береговой Зоны
Институт Океанологии Болгарской Академии Наук*

*Стоян Керемедчиев, Екатерина Трифонова, Николай Вылчев,
Петя Ефтимова, Наталия Андреева*



Institute of Oceanology - BAS
Coastal Zone Dynamics Department

Международная конференция
«Литодинамика донной
контактной зоны океана»



Цель работы

Провести классификацию подводного склона берега в западной части Черного моря

Выделить типичные профили подводного склона берега

Показать в каких участках побережья они встречаются

Определить степень волнового воздействия на типичных профилях



Методы

В основе предложенной морфологической классификации лежит морфометрическая характеристика, определяющая морфозоны, отличающиеся уклонами и особенностями рельефа (Керемедчиев, 2001; Керемедчиев, Трифонова, 2003)

Использована методика для определения степени волнового энергетического воздействия на подводный склон берега (Trifonova, Andreeva, 2008)



Классификация типов профилей

На побережье Болгарии распространены четыре основных типа профилей

террасно-склоновый (выпуклый) – I тип,

террасный (ступенчатый) – II тип,

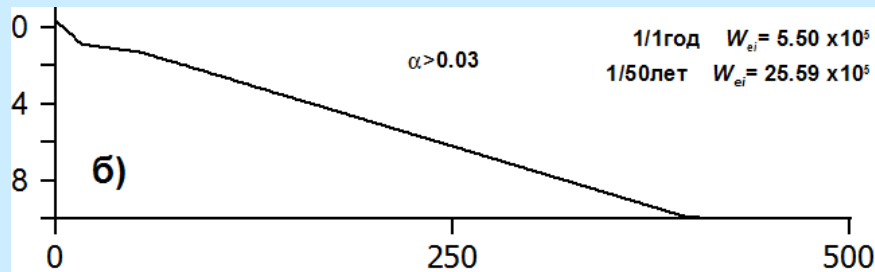
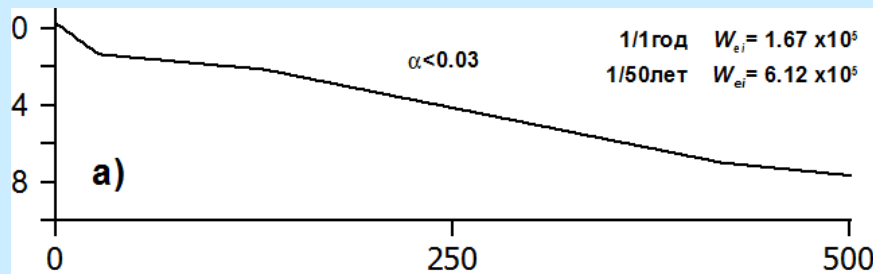
террасно-валовый – III тип,

двухсклонный (вогнутый) профиль – IV тип.



Классификация типов профилей

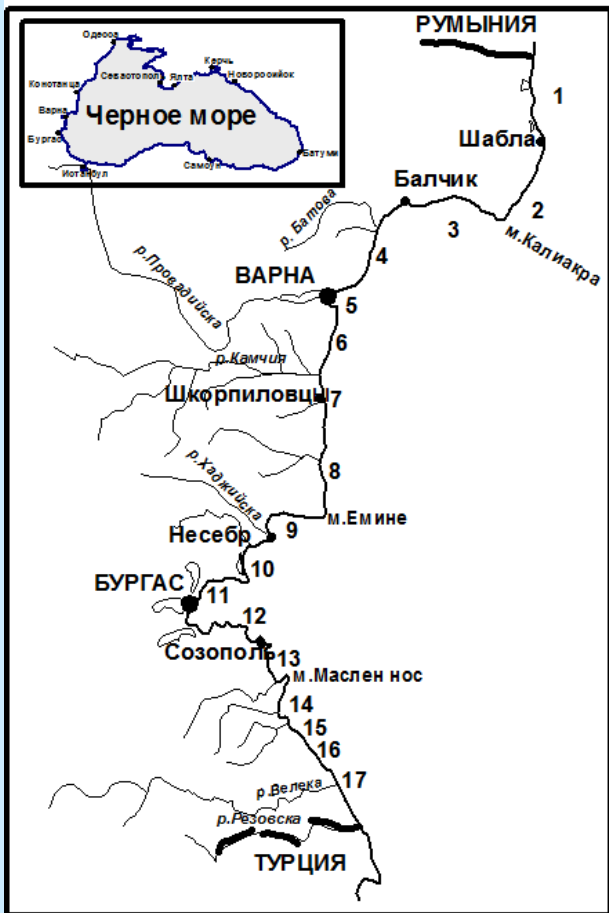
террасно-склоновый (выпуклый) – I тип



характерна широкая мелководная полоса с уклоном от 0.005 до 0.010, обеспечивающая равномерное распределение волновой энергии по всей ширине активного подводного склона



Классификация типов профилей



Имя подрайона

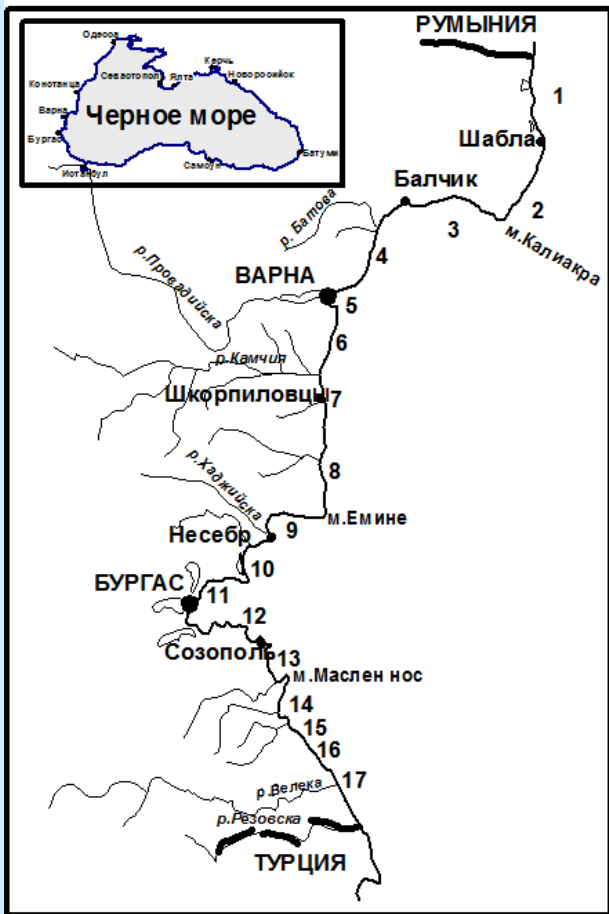
Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

- 1a** 1в 1д 1е 1и
 1й
1a 1в 1г 1ж 1з
1a 1б 1в 1е 1з 1и 1й
1a
1a 1б 1й
1a 1в 1г 1ж
1a 1б 1в 1г 1д 1е
 1б 1в 1е 1й
 1в 1г 1и
 1в 1г 1д 1и 1й
 1б 1в 1г 1д
 1г 1д 1ж
 1б 1г 1ж
 1б 1г 1ж 1з
 1б 1г 1ж 1з
 1б 1г 1ж 1з



Классификация типов профилей



Имя подрайона

Тип профиля

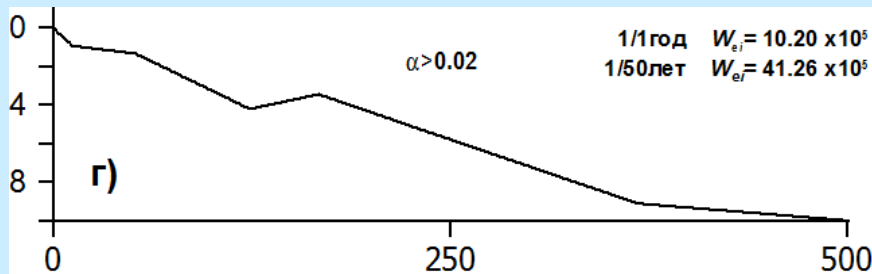
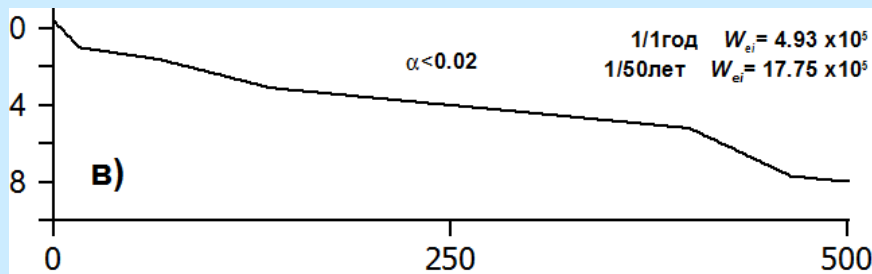
- 1) м. Сиврибурун – м. Шабла;
- 2) м. Шабла – м. Калиакра;
- 3) м. Калиакра – пляж Албена;
- 4) пляж Албена – м. Св. Георгий;
- 5) м. Св. Георгий – м. Галата;
- 6) м. Галата – м. Палеца;
- 7) м. Палеца – м. Черни нос;
- 8) м. Черни нос – м. Емине;
- 9) м. Емине – Несебр;
- 10) Несебр – Поморие;
- 11) 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

- 1a 1в 1д 1е 1и
1й
1a 1в 1г 1ж 1з
1a **16** 1в 1е 1з 1и 1й
1a
1a **16** 1й
1a 1в 1г 1ж
1a **16** 1в 1г 1д 1е
16 1в 1е 1й
1в 1г 1и
1в 1г 1д 1и 1й
16 1в 1г 1д
1г 1д 1ж
16 1г 1ж
16 1г 1ж 1з
16 1г 1ж 1з
16 1г 1ж 1з



Классификация типов профилей

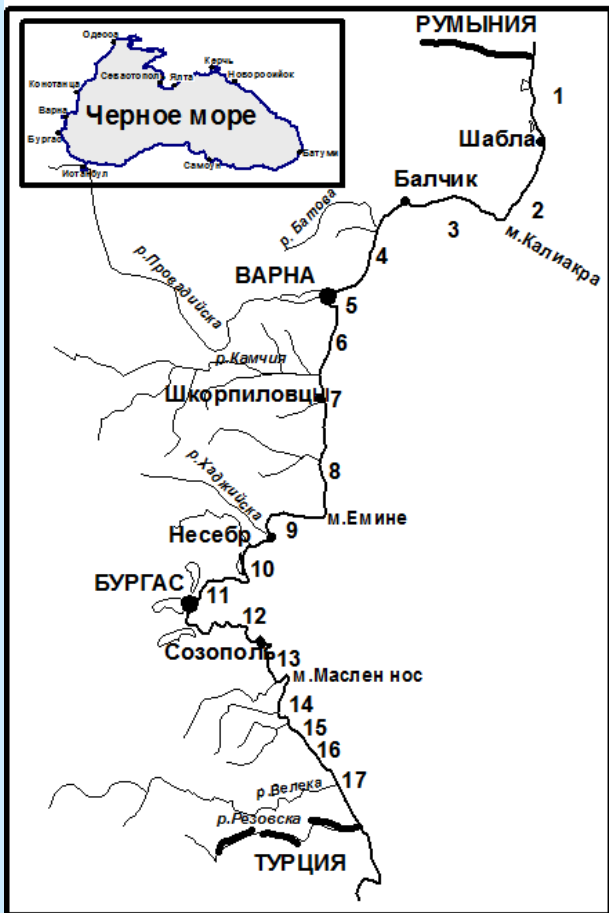
террасный (ступенчатый) – II тип



структурное строение береговой зоны играет существенную роль для формирования ступенчатой морфологии подводного профиля



Классификация типов профилей



Имя подрайона

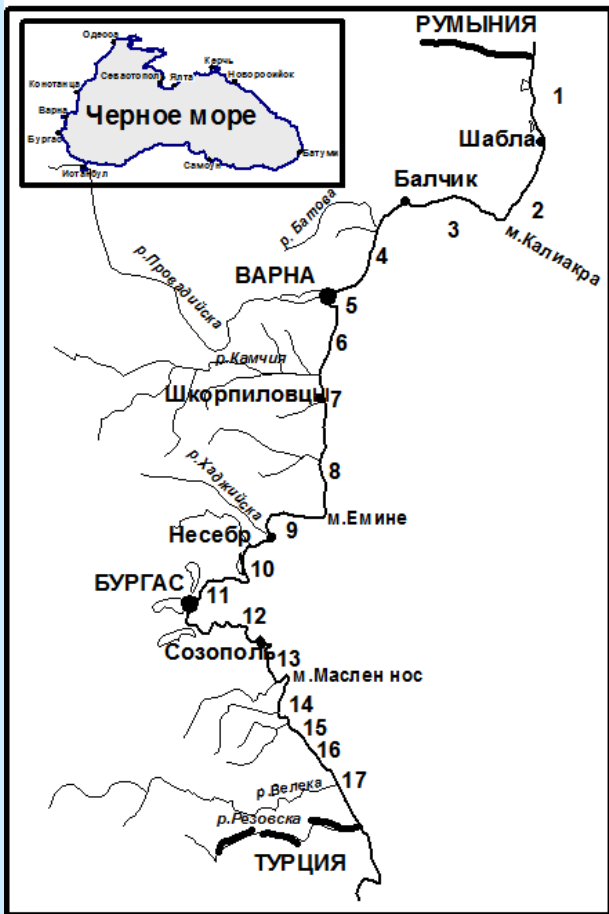
Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

- 1a **1В** 1д 1е 1и
1й
- 1a **1В** 1г 1ж 1з
- 1a 1б **1В** 1е 1з 1и 1й
- 1a
- 1a 1б 1й
- 1a **1В** 1г 1ж
- 1a 1б **1В** 1г 1д 1е
- 1б **1В** 1е 1й
- 1В** 1г 1и
- 1В** 1г 1д 1и 1й
- 1б **1В** 1г 1д
- 1г 1д 1ж
- 1б 1г 1ж
- 1б 1г 1ж 1з
- 1б 1г 1ж 1з
- 1б 1г 1ж 1з



Классификация типов профилей



Имя подрайона

Тип профиля

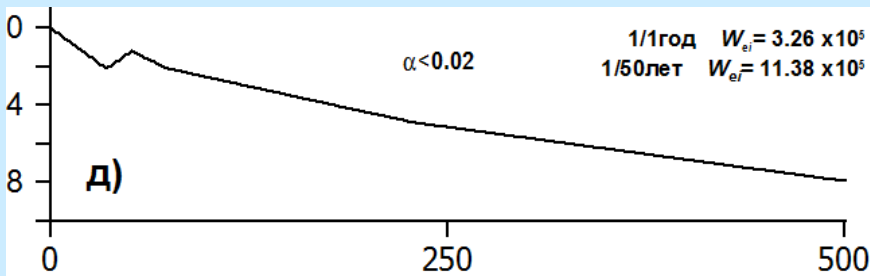
- 1) м. Сиврибурун – м. Шабла;
- 2) м. Шабла – м. Калиакра;
- 3) м. Калиакра – пляж Албена;
- 4) пляж Албена – м. Св. Георгий;
- 5) м. Св. Георгий – м. Галата;
- 6) м. Галата – м. Палеца;
- 7) м. Палеца – м. Черни нос;
- 8) м. Черни нос – м. Емине;
- 9) м. Емине – Nessebr;
- 10) Nessebr – Поморие;
- 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

1a 1в 1д 1е 1и
1й
1a 1в 1г 1ж 1з
1a 1б 1в 1е 1з 1и 1й
1a
1a 1б 1й
1a 1в 1г 1ж
1a 1б 1в 1г 1д 1е
1б 1в 1е 1й
1в 1г 1и
1в 1г 1д 1и 1й
1б 1в 1г 1д
1г 1д 1ж
1б 1г 1ж
1б 1г 1ж 1з
1б 1г 1ж 1з
1б 1г 1ж 1з

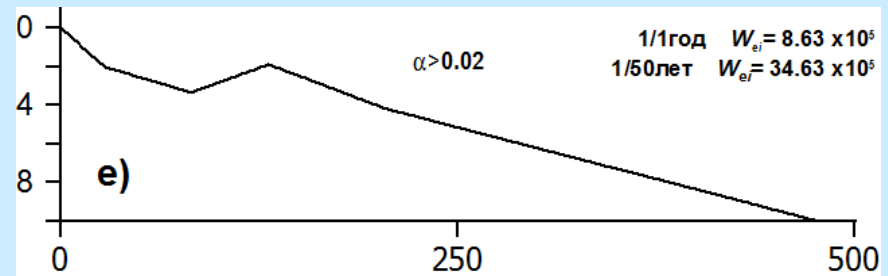


Классификация типов профилей

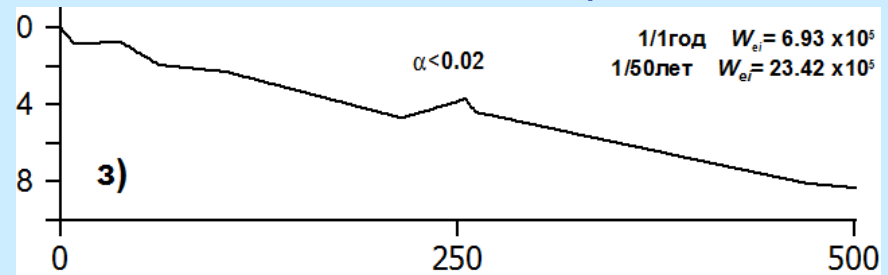
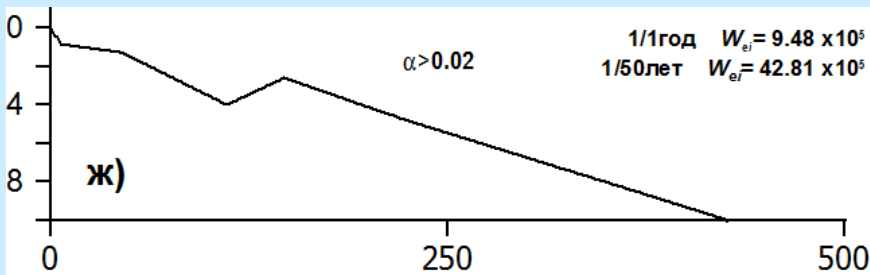
террасно-валовый – III тип



большое разнообразие в



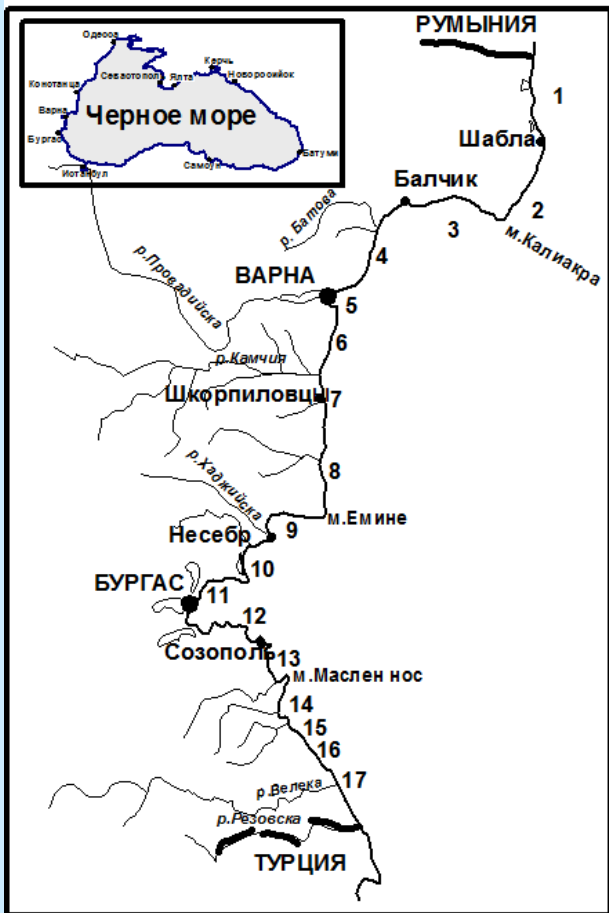
осадочными материалами



песчаным дном



Классификация типов профилей



Имя подрайона

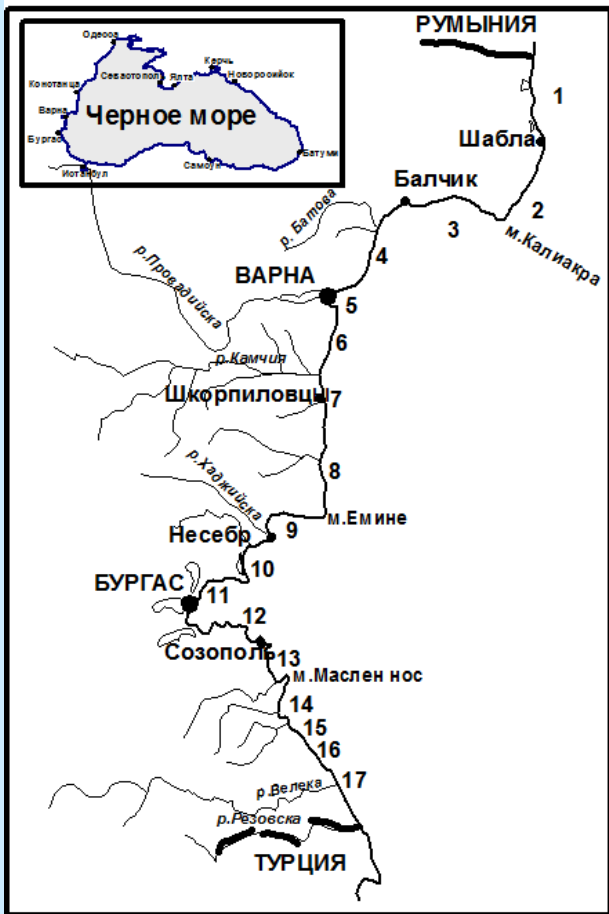
Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

- 1a 1в **1д** 1е 1и
1й
- 1a 1в 1г 1ж 1з
- 1a 1б 1в 1е 1з 1и 1й
- 1a
- 1a 1б 1й
- 1a 1в 1г 1ж
- 1a 1б 1в 1г **1д** 1е
- 1б 1в 1е 1й
- 1в 1г 1и
- 1в 1г **1д** 1и 1й
- 1б 1в 1г **1д**
- 1г **1д** 1ж
- 1б 1г 1ж
- 1б 1г 1ж 1з
- 1б 1г 1ж 1з
- 1б 1г 1ж 1з



Классификация типов профилей



Имя подрайона

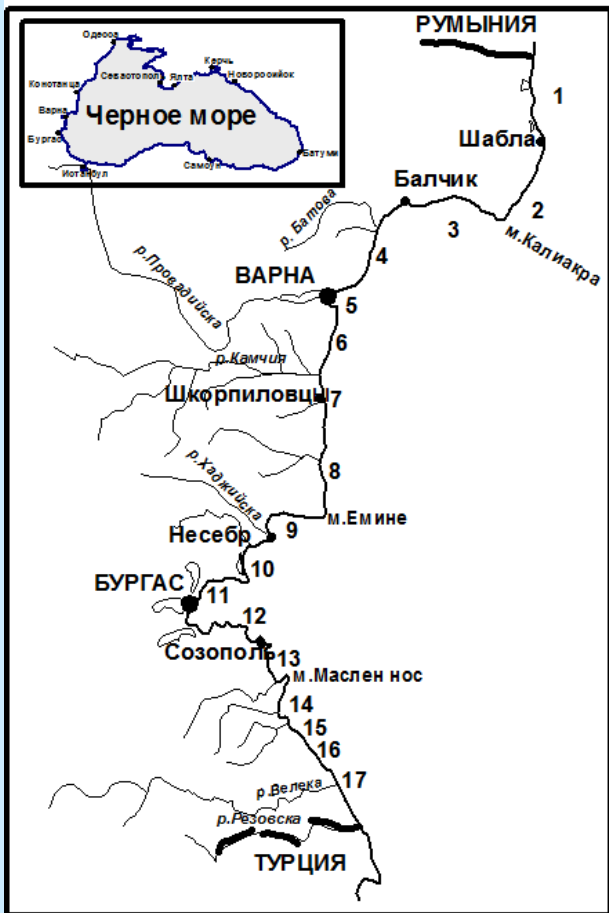
Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

- 1a 1в 1д **1e** 1и
1й
- 1a 1в 1г 1ж 1з
- 1a 1б 1в **1e** 1з 1и 1й
- 1a
- 1a 1б 1й
- 1a 1в 1г 1ж
- 1a 1б 1в 1г 1д **1e**
- 1б 1в **1e** 1й
- 1в 1г 1и
- 1в 1г 1д 1и 1й
- 1б 1в 1г 1д
- 1г 1д 1ж
- 1б 1г 1ж
- 1б 1г 1ж 1з
- 1б 1г 1ж 1з
- 1б 1г 1ж 1з



Классификация типов профилей



Имя подрайона

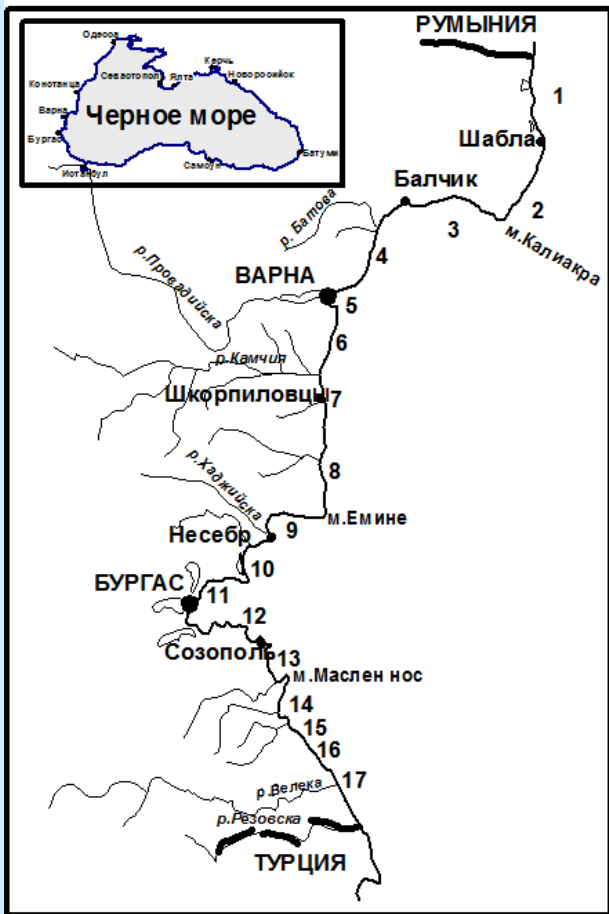
Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

- 1a 1в 1д 1е 1и
1й
- 1a 1в 1г **1ж** 1з
- 1a 1б 1в 1е 1з 1и 1й
- 1a
- 1a 1б 1й
- 1a 1в 1г **1ж**
- 1a 1б 1в 1г 1д 1е
- 1б 1в 1е 1й
- 1в 1г 1и
- 1в 1г 1д 1и 1й
- 1б 1в 1г 1д
- 1г 1д **1ж**
- 1б 1г **1ж**
- 1б 1г **1ж** 1з
- 1б 1г **1ж** 1з
- 1б 1г **1ж** 1з



Классификация типов профилей



Имя подрайона

Тип профиля

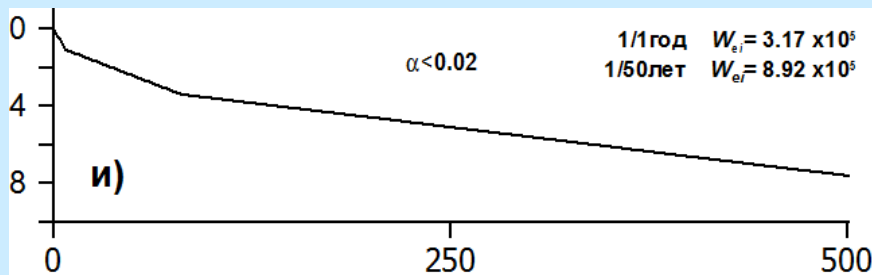
- 1) м. Сиврибурун – м. Шабла;
- 2) м. Шабла – м. Калиакра;
- 3) м. Калиакра – пляж Албена;
- 4) пляж Албена – м. Св. Георгий;
- 5) м. Св. Георгий – м. Галата;
- 6) м. Галата – м. Палеца;
- 7) м. Палеца – м. Черни нос;
- 8) м. Черни нос – м. Емине;
- 9) м. Емине – Nessebr;
- 10) Nessebr – Поморие;
- 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

- 1a 1в 1д 1е 1и
1й
- 1a 1в 1г 1ж **1з**
- 1a 1б 1в 1е **1з** 1и 1й
- 1a
- 1a 1б 1й
- 1a 1в 1г 1ж
- 1a 1б 1в 1г 1д 1е
- 1б 1в 1е 1й
- 1в 1г 1и
- 1в 1г 1д 1и 1й
- 1б 1в 1г 1д
- 1г 1д 1ж
- 1б 1г 1ж
- 1б 1г 1ж **1з**
- 1б 1г 1ж **1з**
- 1б 1г 1ж **1з**

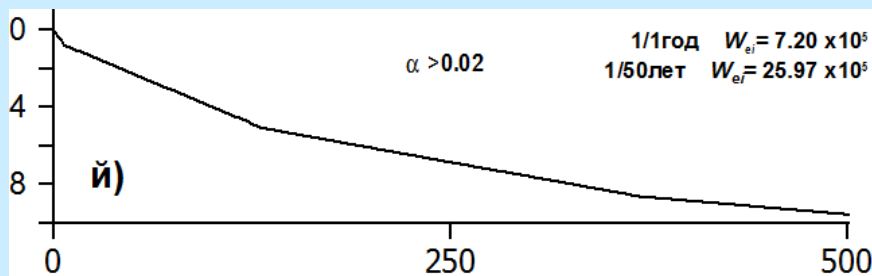


Классификация типов профилей

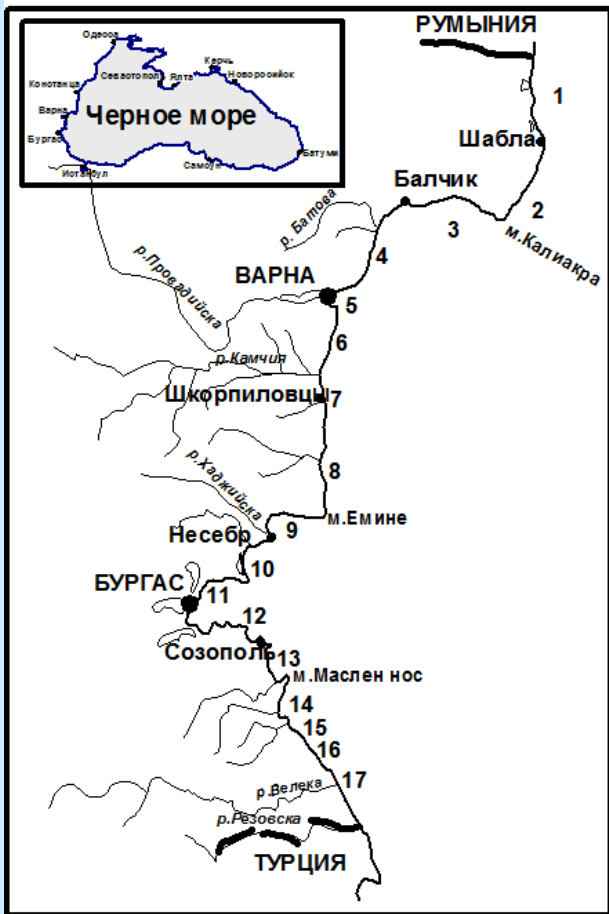
двухсклонный (вогнутый) профиль – IV тип



значительную роль играет геоструктурное строение



Классификация типов профилей



Имя подрайона

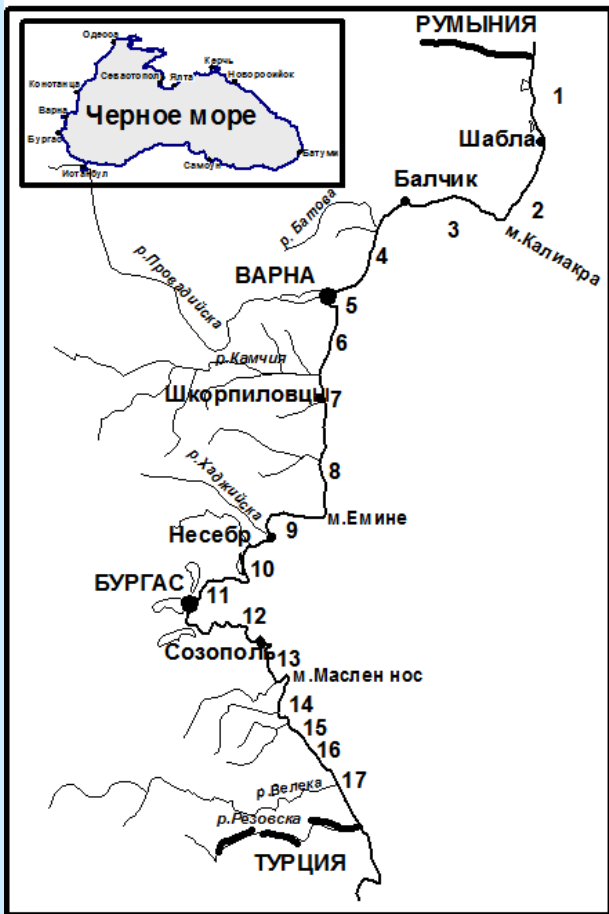
Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

- 1a 1в 1д 1е **1и**
 1й
 1a 1в 1г 1ж 1з
 1a 1б 1в 1е 1з **1и** 1й
 1a
 1a 1б 1й
 1a 1в 1г 1ж
 1a 1б 1в 1г 1д 1е
 1б 1в 1е 1й
 1в 1г **1и**
 1в 1г 1д **1и** 1й
 1б 1в 1г 1д
 1г 1д 1ж
 1б 1г 1ж
 1б 1г 1ж 1з
 1б 1г 1ж 1з
 1б 1г 1ж 1з



Классификация типов профилей



Имя подрайона

Тип профиля

- 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 – Nessebr;
- 10) Nessebr – 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

1a 1в 1д 1е 1и

1й

1a 1в 1г 1ж 1з

1a 1б 1в 1е 1з 1и **1й**

1a

1a 1б **1й**

1a 1в 1г 1ж

1a 1б 1в 1г 1д 1е

1б 1в 1е **1й**

1в 1г 1и

1в 1г 1д 1и **1й**

1б 1в 1г 1д

1г 1д 1ж

1б 1г 1ж

1б 1г 1ж 1з

1б 1г 1ж 1з

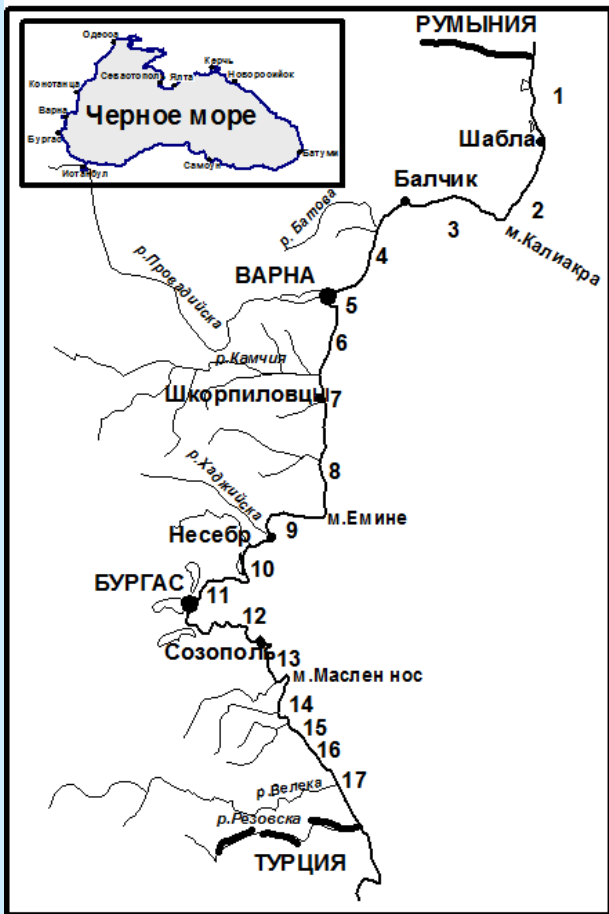
1б 1г 1ж 1з



Institute of Oceanology - BAS

Coastal Zone Dynamics Department

Классификация типов профилей



Имя подрайона

Тип профиля

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



Institute of Oceanology - BAS

Coastal Zone Dynamics Department

Энергетическое воздействие волн

Для определения энергетического воздействия волн на берег использовалось соотношение, предложенное Трифионовой и Андреевой (2008):

$$W_e = E \cdot D \cdot dQ_b / dx$$

E - энергия волн

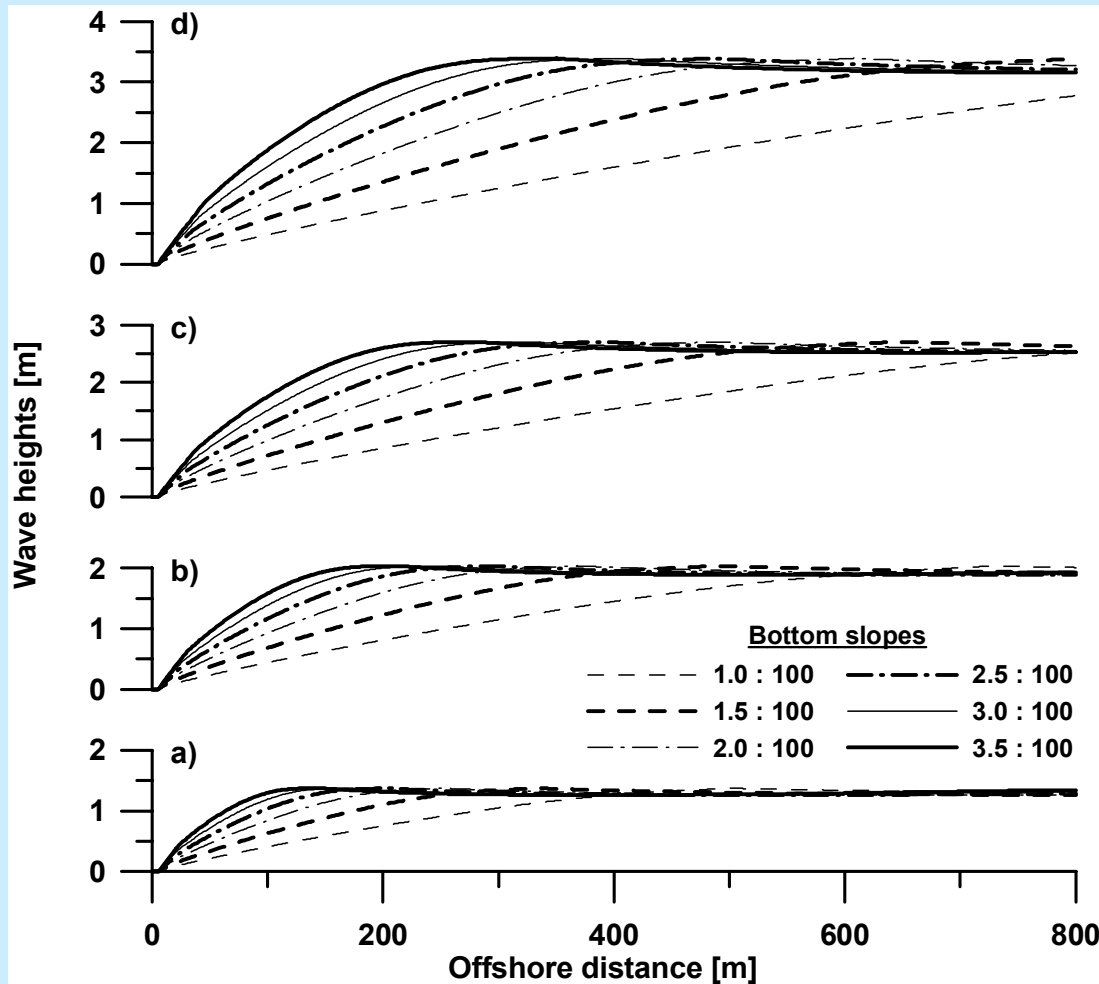
D - скорость диссипации

Q_b - степень диссипации

Единицы измерения W_e [JWm^{-5}]



Энергетическое воздействие волн



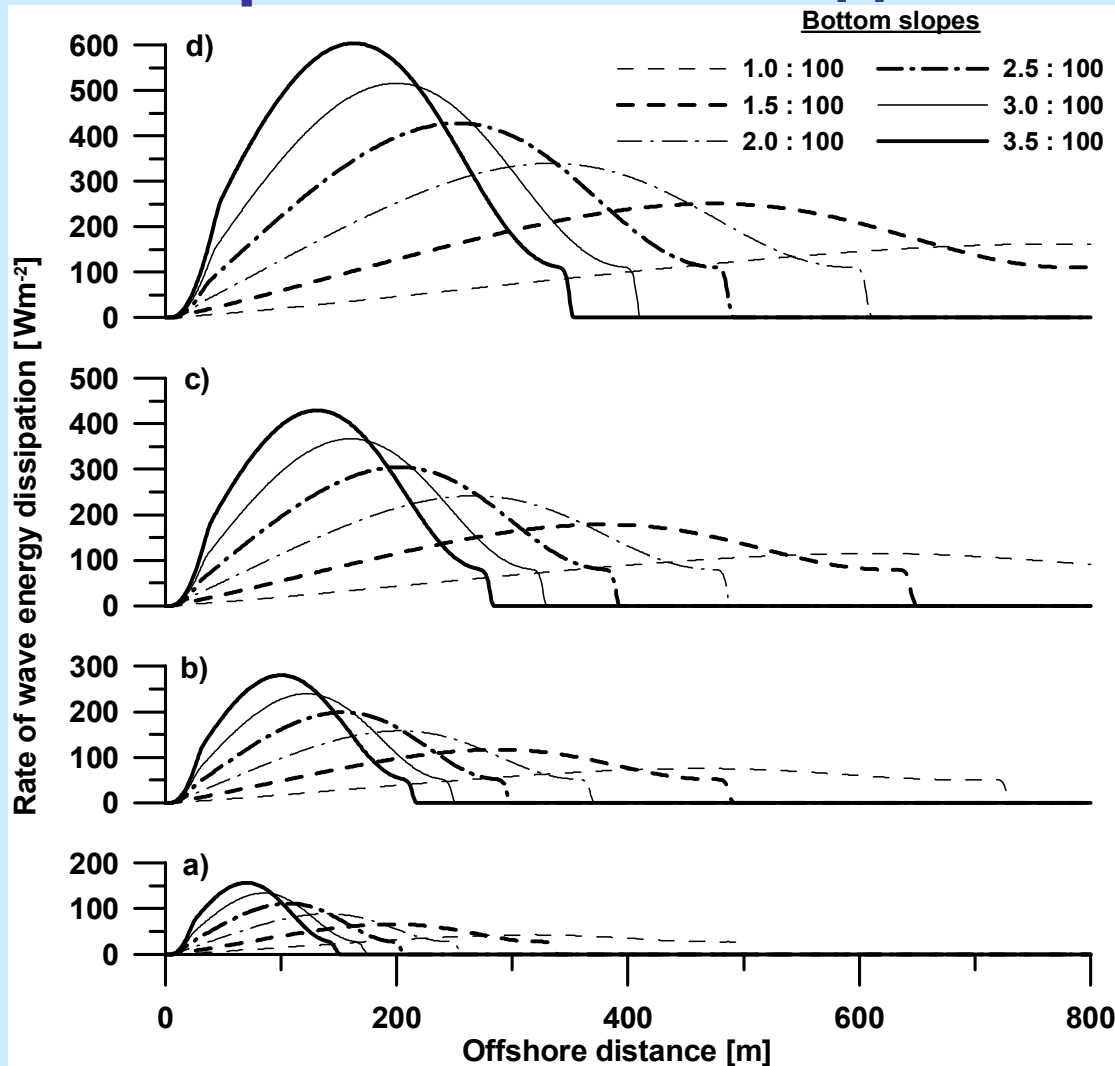
Энергия волн



Institute of Oceanology - BAS

Coastal Zone Dynamics Department

Энергетическое воздействие волн



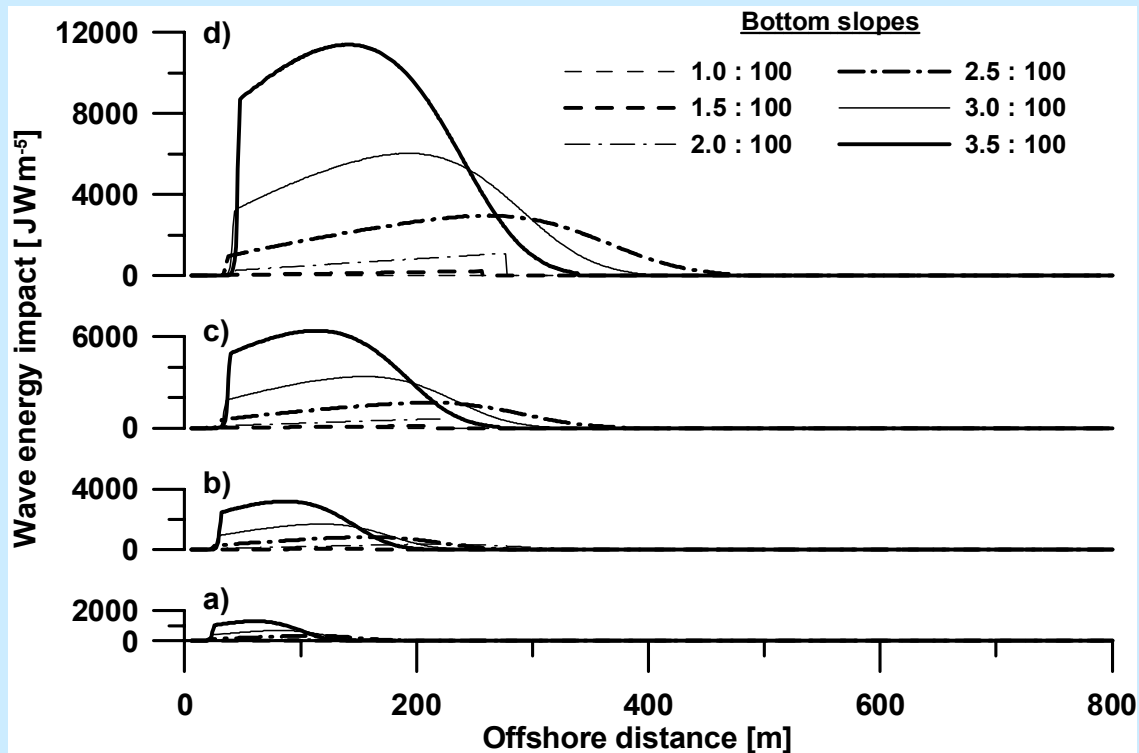
скорость диссипации



Institute of Oceanology - BAS

Coastal Zone Dynamics Department

Энергетическое воздействие волн

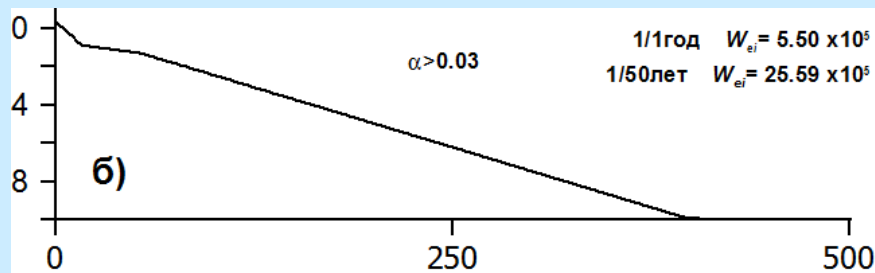
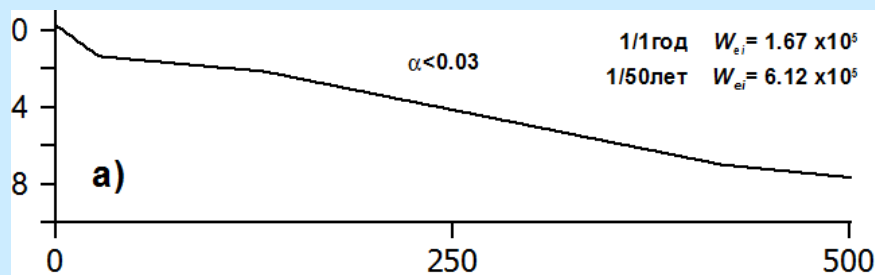


энергетическое
воздействие волн



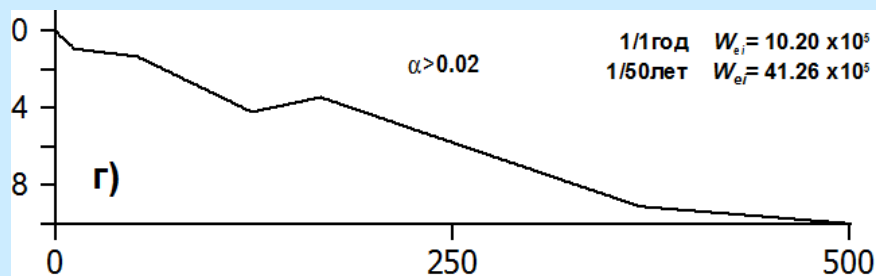
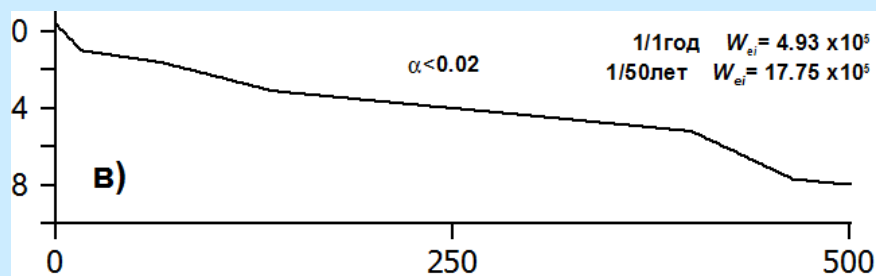
Энергетическое воздействие волн

террасно-склоновый (выпуклый) – I тип



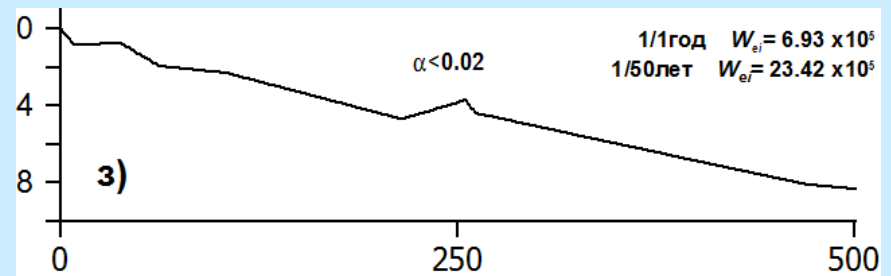
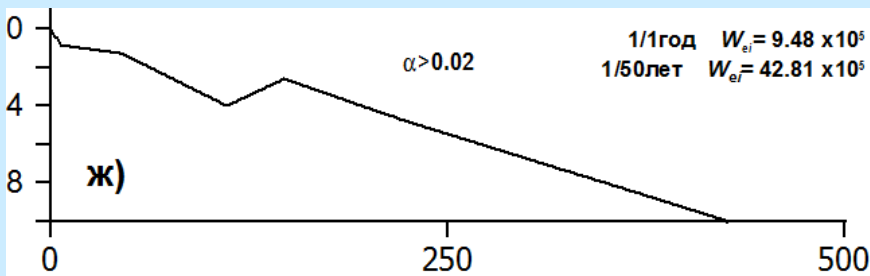
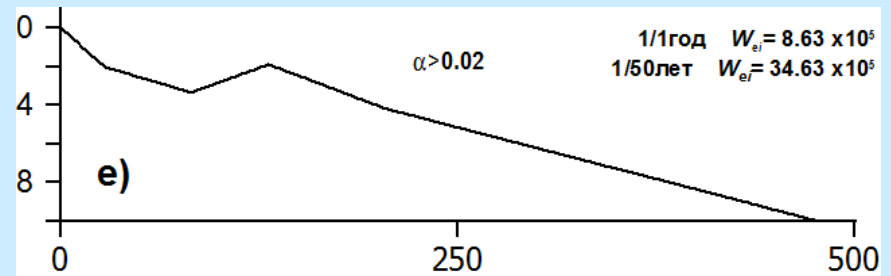
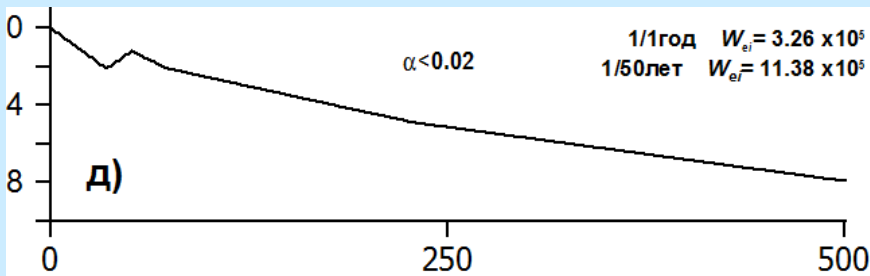
Энергетическое воздействие волн

террасный (ступенчатый) – II тип



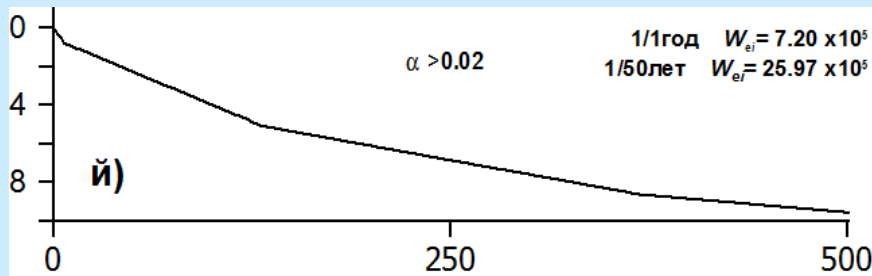
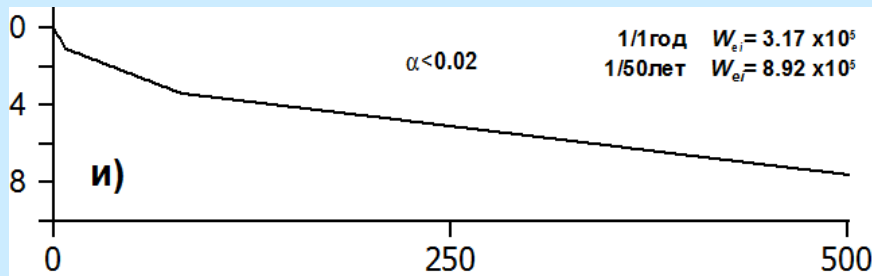
Энергетическое воздействие волн

террасно-валовый – III тип

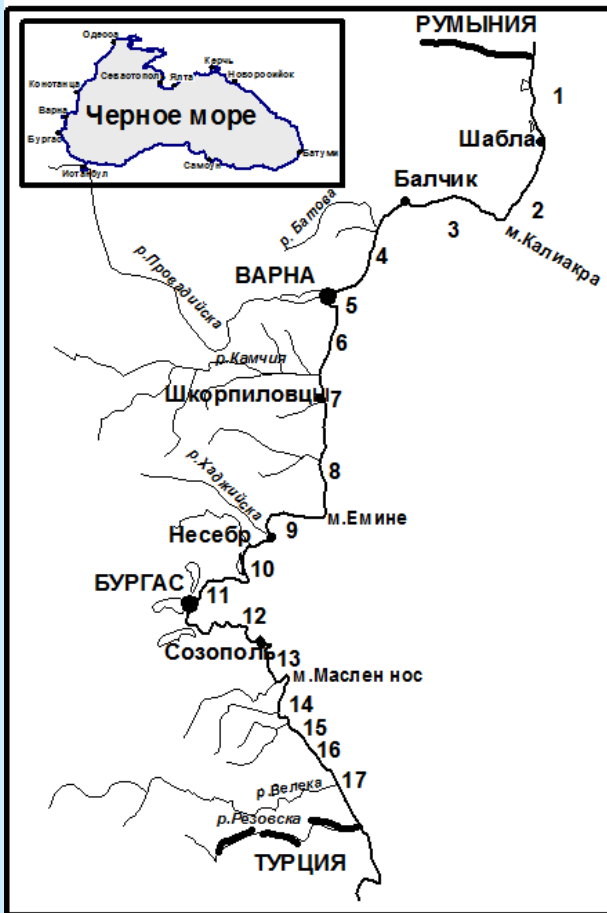


Энергетическое воздействие волн

двухсклонный (вогнутый) профиль – IV тип



Энергетическое воздействие волн



Имя подрайона

Тип профиля

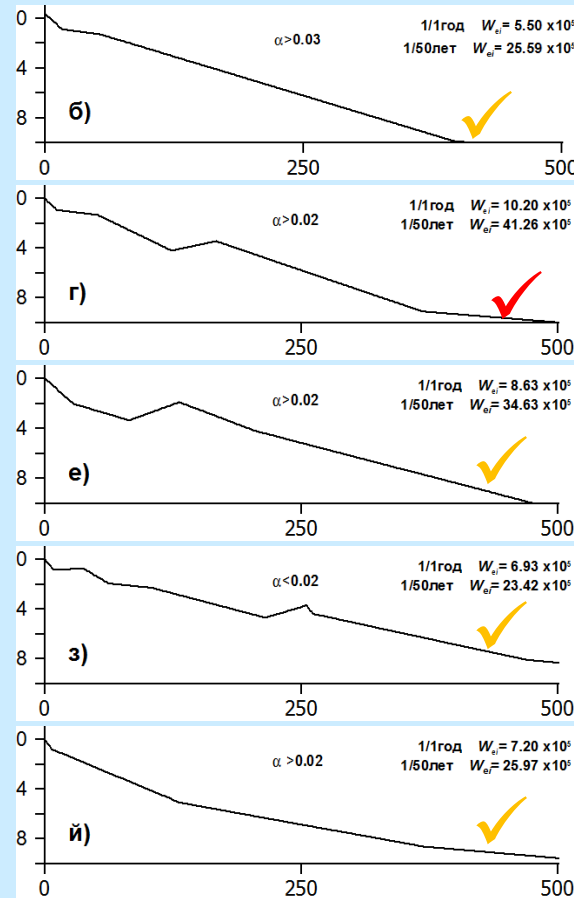
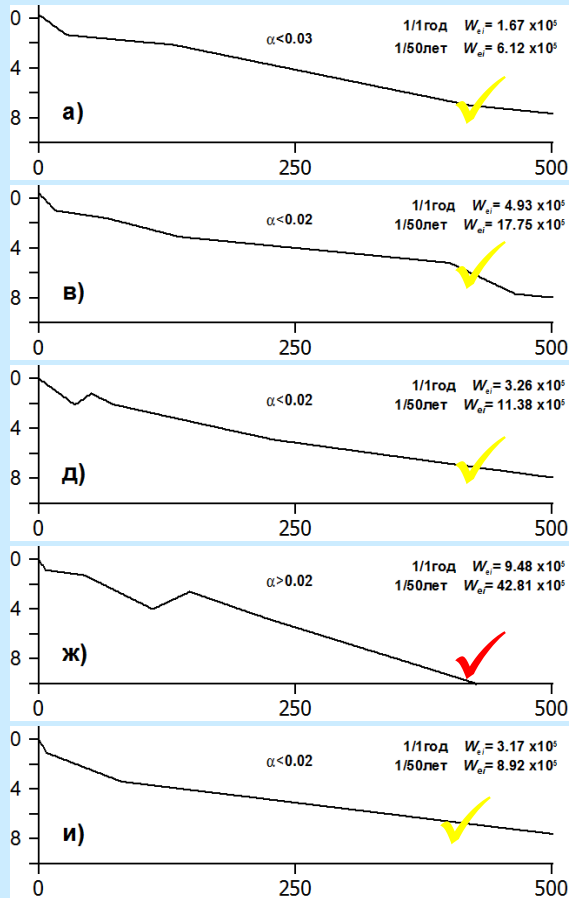
1) м. Сиврибурун – м. Шабла;	I	II	III	IV
2) м. Шабла – м. Калиакра;				IV
3) м. Калиакра – пляж Албена;	I	II	III	
4) пляж Албена – м. Св. Георгий;	I	II	III	IV
5) м. Св. Георгий – м. Галата;	I			
6) м. Галата – м. Палеца;	I			IV
7) м. Палеца – м. Черни нос;	I	II	III	
8) м. Черни нос – м. Емине;	I	II	III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



Institute of Oceanology - BAS

Coastal Zone Dynamics Department

Энергетическое воздействие волн





Institute of Oceanology – Bulgarian Academy of Sciences,
Varna, 9000, P.O. box 152
Bulgaria



Institute of Oceanology - BAS
Coastal Zone Dynamics Department