

Зависимост на скоростта на абразия от колебанията на морското ниво

Веселин Д. Пейчев

Институт по океанология, БАН, Варна; e-mail: margeo@io-bas.bg

Абразионният процес има важно значение за формирането на релефа на бреговата зона. Характерни негови особености са необратимостта и пространствено-времевата му неустойчивост. Най-важните фактори, определящи скоростта на абразия, са хидродинамичният режим, съставът на скалите, изходната разчлененост на релефа, наклонът на подводния брегови склон, височината на клифа, наличието на наносни потоци, гравитационни процеси и антропогенната дейност.

Съгласно първоначалните представи (Davis, 1912; Johnson, 1919) се е считало, че в резултат на абразията бреговата линия се изравнява и за неограничен период от време могат да бъдат унищожени цели континенти. Зенкович (1962) установява, че абразионният процес се прекратява при достигане на равновесие между енергията на вълните и наклона на подводния брегови склон и максималната ширина, на която сушата може да абрадира при постоянно морско ниво, не надвишава 10 km.

Абразионният профил на равновесие е определен аналитично от Лонгинов (1955) и Попов (1969), а скоростта на отстъпване на клифа – от Sunamiga (1977) на базата на лабораторни и натурни изследвания, проведени в условията на постоянно ниво. В действителност морските брегове се формират в условията на сложни относителни колебания, обусловени от тектонските движения и евстазията на Световния океан. Влиянието на режима на изменение на нивото върху развитието на бреговете е анализирано от Попов,

Есин (1966), Каплин (1973), Есин, Савин, Жилев (1980), Федоров (1982). Въздействието на тектонските движения върху бреговите процеси е изучавано от Леонтьев (1961), Савин, Есин (1977). Скоростта на абразия по Българското Черноморско крайбрежие е изследвана от редица автори (Аврамова, 1963; Симеонова, Тимов, 1969; Симеонова, Есин, 1972; Симеонова, Илиева, 1973; Попов, Мишев, 1974; Есин, Савин, Симеонова, Жилев, 1981; Шуйский, Симеонова, 1982; Георгиева, 1985; Симеонова, 1985; Марински, 1986, 1998; Василев др., 1988; Пейчев, 1992).

Съгласно получените нови данни (Пейчев, 1998) дължината на абразионния бряг по Българското Черноморско крайбрежие е 236.8 km, средната скорост на абразия – 0.11 m/a, абрадираният обем – 304 000 m³/a, и абрадираната маса – 575 300 t/a. Понастоящем е изяснена ролята в абразионния процес на геоложкия строеж и физикомеханичните свойства на скалите (Шуйский, Симеонова, 1976; Банушев, Пейчев, 1996; Reutchev, Solakov, 1999). Недостатъчно е изследвано въздействието на основните хидродинамични фактори – придънните хидродинамични напрежения, силата на удара на вълните върху клифа, колебанията на морското ниво.

В резултат на глобалното затопяне на климата се очаква повишение на морското ниво според различните прогнози (Каплин, Лукьянова, 1992;

Vites, 1989; Каплин, Селиванов, 1997) с около 1 m до края на XXI в., което съгласно теоретическите постановки ще доведе до значително увеличаване на скоростта на абразия (Barth, Titus, 1984; Айбулатов, Артюхин, 1993). Проведените досега натурни изследвания обаче са недостатъчни за установяване на подобна зависимост.

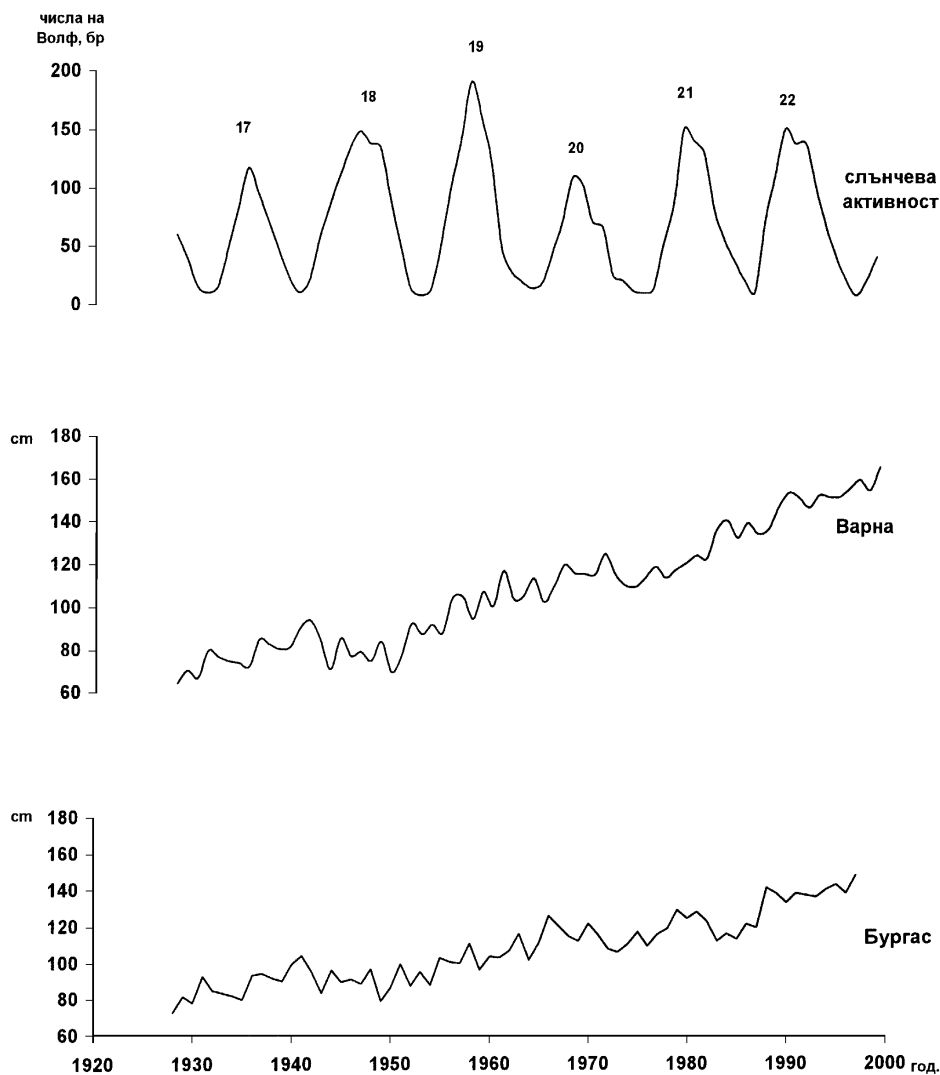
От особено значение е изследването на връзката между повишаването на морското ниво и скоростта на абразия по българския черноморски бряг, което за някои абразионни полигони е извършено в настоящата статия. Интерес представлява и изучаването на слънчевата радиация, чиито цикли са главен фактор, влияещ върху колебанията на климатичните елементи (температура, валежи, вятър) и оттам върху морското вълнение и интензивността на абразия. Влиянието на слънчевата активност е опосредствено и зависи от локалните особености в различните региони. За територията на България са установени циклични колебания в хода на валежите и температурата с периоди 10 - 11 и 20 - 21 години, съпадащи с циклите на слънчевата активност (Комитов, 1997).

На фиг. 1 са представени средногодишните морски нива по данни от мареографите във Варна и Бургас за периода 1928 - 1997 г., както и циклите на слънчева активност (от 17-и до 22-ри цикл) по Славов, Георгиева (1998), изразени в числа на Волф – $w=k.(f+10g)$, където f е общ брой слънчеви петна на видимото полукълбо на Слънцето, g – брой групи петна, k – коефициент, отчитащ особеностите на наблюдателя.

Средногодишните стойности на нивата за Варна след 1980 г. и за Бургас след 1987 г. са екстраполирани в съответствие с данните за Одеса (Шуйский, Пейчев, Черкашин, 2001). Корелационната връзка между средногодишните морски нива във Варна и Бургас е много тясна (коефициентът на корелация е $r=0.965$). В края на XIX в. започва съвременната евстазия на Световния океан. Повишението на морското ниво в западната част на Черно море е изследвано от Марков, Пейчев, Пърличев (1991);

Metreveli (1996); Веселинов, Мънгов (1998). На базата на данни от мареографите във Варна и Бургас за периода 1928 - 1980 г., Марков, Пейчев, Пърличев (1991) след отчитане на вертикалните движения на крайбрежните участъци определят средногодишно повишение на морското ниво 3.0 mm/a. Metreveli (1996) използва дълги редове от данни, които съдържат информация за вековните колебания на нивото преди и след началото на евстазията и определя нейната стойност за Западното Черноморско крайбрежие – 3.2 mm/a. На основата на данни от нивомерните рейки във Варна, Несебър и Бургас за периода 1924 - 1991 г. Веселинов, Мънгов (1998) изчисляват средногодишно повишение на морското ниво – 2.786 mm/a. То зависи от редица фактори, от които основни са: вертикалните движения на блоковете на земната кора по крайбрежието и в Черноморската падина; речният отток; термичното изменение на плътността и обемът на морската вода; изместването на водата от седиментния материал, който се внася от реките, абразията и еоловия транспорт; връзката на Черно море с трансгресията на Световния океан. Корелационна връзка между средногодишните морски нива и циклите на слънчева активност не се установява – $r=0.04$.

За установяване на корелационната връзка между скоростта на абразия и колебанията на морското ниво бяха използвани данните от 6 абразионни полигона, разположени в силно абрадируеми скали (лъос и алевролити), съгласно класификацията на Petchev, Solakov (1999), (табл. 1). В тях през периода 1983 - 1997 г. са проведени най-голям брой ежегодни измервания на скоростта на абразия посредством методика, предложена от Пърличев (1986), която се изразява в периодично измерване на разстоянията до ръба на клифа от постоянни репери. На фиг. 2 е представен ходът на средногодишната скорост на абразия в абразионните полигони. Необходимо е да се отбележи различната скорост на абразия в полигони с почти еднакъв литоложки състав, което характеризира абразията като многофакторен процес.



Фиг. 1. Колебания на морското ниво и слънчевата активност

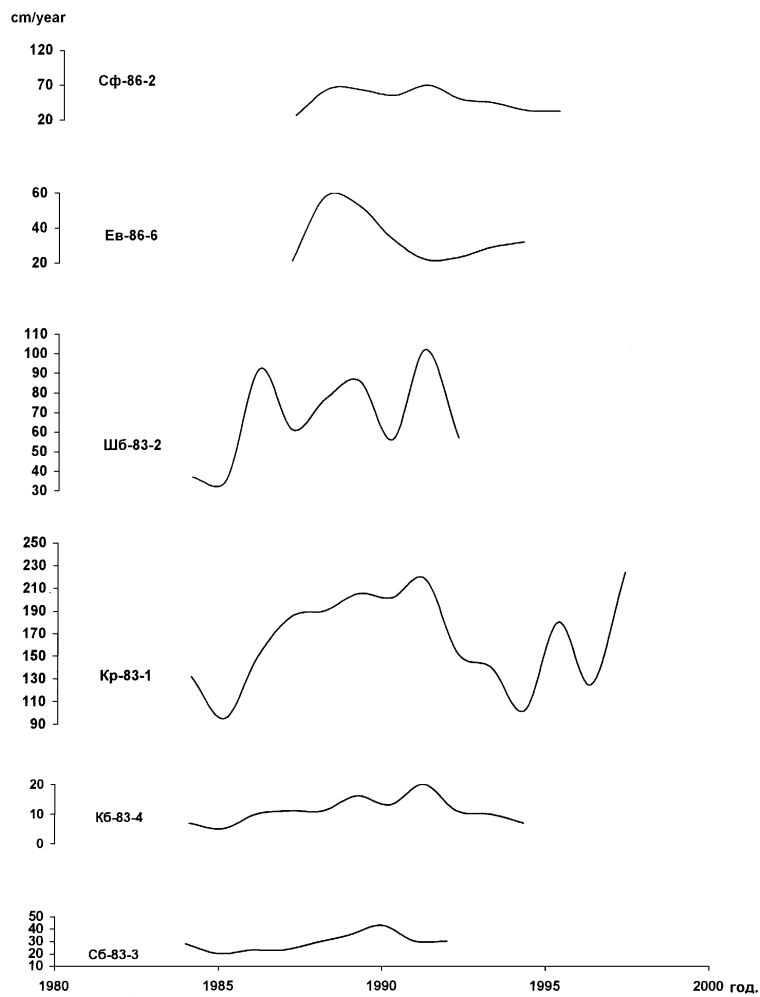
В табл. 2 са представени изчислените коефициенти на корелация между скоростта на абразия в абразионните полигони и колебанията на морското ниво, като скоростта на абразия за полигоните н. Сиврибурун, н. Карталбурун, н. Крапец и н. Шабла е корелирана с нивата на мареографа във

Варна, а за полигоните към п. "Европа" и кв. Сарафово – с нивата на мареографа в Бургас.

Съществуващата корелационна връзка е слаба ($r=0.40-0.53$), което се дължи на многобройните фактори, освен колебанията на морското ниво, които влияят върху абрази-

Таблица 1. Абразионни полигони

Абразионен полигон	Местоположение	Литолошко описание	Дължина, m	Средна височина на клифа, m	Период на измерване	Средна скорост на абразия, m/a
Сб – 83 – 3	н. Сиврибурун	лъос	62	14.2	1983-92	0.29
Кб – 83 – 4	н. Каргалбурун	лъос	32	12.7	1983-94	0.11
Кр – 83 – 1	н. Крапец	лъос	21	11.4	1983-97	1.66
Шб – 83 – 2	н. Шабла	лъос	100	10.5	1983-92	0.67
Ев – 86 – 6	къмп. "Европа"	алевролити	336	5.5	1986-94	0.34
Сф – 86 – 2	кв. Сарафово	алевролити	138	10.0	1986-95	0.49



Фиг. 2. Скорост на абразия в абразионните полигони

Таблица 2. Коефициенти на корелация между средногодишната скорост на абразия и средногодишните морски нива

Абразионен полигон	Коефициент на корелация		Средноквадратично отклонение σ , m	Коефициент на вариация v , %
	Варна	Бургас		
Сб – 83 – 3	0.53		0.07	24.1
Кб – 83 – 4	0.48		0.04	36.4
Кр – 83 – 1	0.50		0.43	25.9
Шб – 83 – 2	0.48		0.22	32.8
Ев – 86 – 6		0.49	0.13	38.2
Сф – 86 – 2		0.40	0.15	30.6

ята. Същевременно скоростта на повишение на морското ниво понастоящем не е достатъчно висока, за да доведе до ускоряване на абразионния процес. За да се направят категорични изводи, е необходима по-дълга редица от данни, но при проведените досега изследвания не е наблюдавано увеличаване на скоростта на абразия в абразионните полигони, независимо че морското ниво непрекъснато се повишава. Скоростта се изменя в определени граници, варирайки около някаква средногодишна стойност, която е различна за различните полигони.

Възможно е дори в отделни участъци в условията на повишаване на морското ниво да се наблюдава понижаване на скоростта на абразия. Например Ш у й с к и й (1999) установява такова понижаване при н. Бурнас за периода 1961 - 1995 г., въпреки че през този период нивото на морето в района се покачва със средна скорост 2.9 mm/a. Възможна причина за този процес е транспортът на наноси и акумулирането в бреговата зона на абрадиран материал.

Съвременната скорост на повишаване на черноморското ниво от около 3 mm/a е значително по-ниска от долната граница на катастрофалното за бреговете повишение на нивото, която за Черно и Азовско море

според Черкашин (2001) е 13 – 24 mm/a. Интерес представлява сравнението с Каспийско море, което не е свързано със Световния океан и скоростите на регресия и трансгресия в него са много високи. По данни на Лилиенберг (1998), Долотов и др. (2001) средногодишното ниво на Каспийско море през 1929 г. е било -26 m, през 1940 г. -27.8 m и през 1977 г. достига минималната си стойност от -29.02 m. В резултат на регресията през този период се осушават около 50 000 km² от шелфа. От 1978 г. започва трансгресия с много висока средна скорост на повишение на нивото – 185 mm/a. През 1985 г. нивото достига -27.85 m, а през 1996 г. -26.3 m и е потопена площ от 40 000 km². В резултат на трансгресията се извършва преработка на бреговете и подводния брегови склон, абразионният процес се активизира, а редица плажове се размиват и се потопява крайбрежната морска тераса. Подобни процеси не се очакват за западния бряг на Черно море и в случай че съвременната скорост на повишение на нивото не се промени през XXI в., скоростта на абразия ще остане в сегашните си граници.

Изследванията са финансирани от НС "Научни изследвания", МОН, по договор НЗ 1207/02.

ЛИТЕРАТУРА

- А в р а м о в а, Е. 1963. Абразия по нашия черноморски бряг. Природа. № 6.
- А й б у л а т о в, Н. А., Ю. В. А р т ю х и н. 1993. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. СП. Гидрометеоздат. 304.
- Б а н у ш е в, Б., В. П е й ч е в. 1996. Зависимост между литоложкия състав на скалите и скоростта на абразия по българския черноморски бряг. Год. на Минно-геол. Унив., т.41, св.1, геол. С., 69-74.
- В а с и л е в, Т. и др. 1988. Генерална схема за брегозащита на Българското Черноморско крайбрежие. Фонд "Геозащита" ЕООД, Варна.
- В е с е л и н о в, В., Г. М ъ н г о в. 1998. Многогодишни колебания на морското ниво по Българското Черноморско крайбрежие. В: Брегоукрепване и дълготрайно стабилизиране на склоновете на Черноморското крайбрежие. С., АИ "Проф.М.Дринов".
- Г е о р г и е в а, М. 1985. Фактори и предпоставки за активизиране на абразионния пренос. Брегозащита. НПКБСА, 124-130.
- Д о л о т о в, Ю. С., Л. А. Ж и н д а р е в, П. А. К а п л и н, С. А. Л у к љ я н о в а, Л. Г. Н и к и ф о р о в, Г. И. Р ы ч а г о в. 2001. Развитие песчаных берегов бесприливных морей в условиях колебания уровня водоема. Океанология, М., т.41, №2, 292-304.
- Е с и н, Н. В., М. Т. С а в и н, А. П. Ж и л я е в. 1980. Абразионный процесс на морском берегу, Л., Гидрометеоздат.
- Е с и н, Н. В., М. Т. С а в и н, Г. А. С и м е о н о в а, А. П. Ж и л я е в. 1981. Эволюция некоторых участков берега Черного моря в гороцене. В: Береговая зона моря, М., Наука, 79-88.
- К а п л и н, П. А. 1973. Новейшая история побережий Мирового океана, М., Изд. МГУ.
- К а п л и н, П. А., С. А. Л у к љ я н о в а. 1992. Береговая зона и подъем уровня океано. В: Эволюция берегов в условиях поднятия уровня океана. М: ИОАН СССР, 4-21.
- К а п л и н, П. А., А. О. С е л и в а н о в, отв.ред. 1997. Развитие морских берегов России и их изменения при возможном подъеме уровня Мирового океана, Геогр.ф-т МГУ, 305.
- К о м и т о в, Б. 1997. Квазициклически краткопериодични вариации на климата в България през XX в. Корелации със слънчевата активност. В: Сб. докл. от IV нац. конф. по основни проблеми на слънчево-земните въздействия, С.
- Л е о н т љ е в, О. К. 1961. Основы геоморфологии морских берегов, М., Изд. МГУ.
- Л и л и е н б е р г, Д. А. 1998. Феномен Каспия и новая тектоно-гидроклиматическая концепция колебаний уровня внутренних водоемов, Проблемы на географията, №314, С., 11-25.
- М а р и н с к и, И. 1986. Някои тенденции при борбата с абразията по Българското Черноморско крайбрежие, Водни проблеми, № 19, 94-101.
- М а р и н с к и, И. 1998. Абразията, причини за активизиране и борбата с нея. В: Брегоукрепване и дълготрайно стабилизиране на склоновете на Черноморското крайбрежие. С., АИ "Проф. М. Дринов".
- М а р к о в, Х., В. П е й ч е в, Д. П ъ р л и ч е в. 1991. Многогодишни изменения на морското ниво по Българското крайбрежие. В: "Рационално усвояване и защита на природните ресурси". Варна. 49-53.
- П е й ч е в, В. 1992. Морфодинамика и литодинамика на бреговата зона на Северното Българско Черноморско крайбрежие, Автореф. на канд. дис., Варна, 32.
- П е й ч е в, В. 1998. Абразионният процес на българския черноморски бряг. В: Брегоукрепване и дълготрайно стабилизиране на склоновете на Черноморското крайбрежие. С., АИ "Проф.М.Дринов", 139-142.
- П о п о в, В., К. М и ш е в. 1974. Геоморфология на Българското Черноморско крайбрежие и шелф. Изд. БАН, С.
- П ъ р л и ч е в, Д. 1986. Методика за изследване на динамиката на брега и плитководното дъно, Океанология, 15, С.
- С а в и н, М. Т., Н. В. Е с и н. 1997. О влиянии тектонического погружения побережья на закономерности абразионного процесса. Геоморфология, №3.
- С и м е о н о в а, Г. 1985. Абразионният

- процес по Българското Черноморско крайбрежие. В: Научно-практически разработки, НПКБСА, №21, Варна, 5-13.
- С и м е о н о в а, Г., Х. Т и м о в. 1969. Изучаване на абразионната дейност при свлачищни брегове. Изв. на Геол. инст. сер. инж. геол. и хидрогеол., №17/18, 57-64.
- С и м е о н о в а, Г., Л. И л и е в а. 1973. Върху абрадирането на глинести разновидности от свлачищната брегова ивица при с. Сарафово, Бургаско. Изв. на Геол. инст. сер. инж. геол. и хидрогеол., №21/22, 37-55.
- С и м е о н о в а, Г. А., Н. В. Е с и н. 1972. Изучение абразии скальных пород, В: Процессы развития и методы исследования прибрежной зоны моря, М.
- С л а в о в, Н., К. Г е о р г и е в а. 1998. Влияние на слънчевата активност върху топлинните условия в България през последното столетие, В: 100 години география в СУ, 23-30.
- Ф е д о р о в, П. В. 1982. Послеледникова трансгресия Черного моря и проблема изменений уровня океана за последние 15 000 лет. В: Колебания уровня морей и океанов за 15 000 лет. М. Наука.
- Ч е р к а ш и н, С. С. 2001. Развитие берегов Тендровского и Егорлыцкого заливов в условиях относительного повышения уровня Черного моря. В: Исследование береговой зоны морей, Киев, 104-116.
- Ш у й с к и й, Ю. Д. 1999. Зависимость скорости абразии клифов от относительного повышения уровня Черного моря., Доклады НАН Украины, № 7, 130-133.
- Ш у й с к и й, Ю. Д., Г. С и м е о н о в а. 1976. О влиянии геологического строения морских берегов на процессы абразии. Докл. БАН, т.29, № 2, 241-243
- Ш у й с к и й, Ю. Д., Г. С и м е о н о в а. 1982. Относно типове абразионни клифове, разпространени по българските брегове на Черно море, Инж. геол. и хидрогеол. С., БАН, 12, 11-21.
- Ш у й с к и й, Ю. Д., В. Д. П е й ч е в, С. С. Ч е р к а ш и н. 2001. Об основных тенденциях долговременного изменения уровня в Западной части Черного моря и их, возможное влияние на берега. В: Исследование береговой зоны морей, Киев, 273-284.
- B a r t h, M. C., J. G. T i t u s. 1984. Greenhouse effect and sea level rise, N.Y. Van Nostrand, 325.
- M e t r e v e l i, G. 1996. Some of the main results the current eustasy investigation. Rep.conf.of IOC.Varna.
- P e i t c h e v, V. D., D. P. S o l a k o v. 1999. Classification des roches du littoral Bulgare de la mer Noire d'apres le degree de insistance a l'abrasion. Comp. rend. Acad. Bulg. Sci., 52, 11/12, 67-70.
- V i t e s, H. A. 1989. Greenhouse effect, sea level rise and coastal geomorphology, Progr.Phys.Geogr. 13, №3, 452-461.

Постъпила на 01.12.2002 г.

A relationship between the rate of the coastal erosion and fluctuation of the sea level

Veselin Peychev

(Summary)

The correlation relationship between the rate of coastal erosion in six polygons in the Bulgarian Black Sea coast and the sea level rise is investigated. The correlation coefficient between the rate of erosion and fluctuation of the sea level is 0.40 – 0.53. The coastal erosion is polyfactor process. The rate of erosion is variable in determinate range. The contemporaneous rate (3 mm/a) is low, than catastrophic coastal rise level for the Black Sea and Azov Sea (13-24 mm/a).