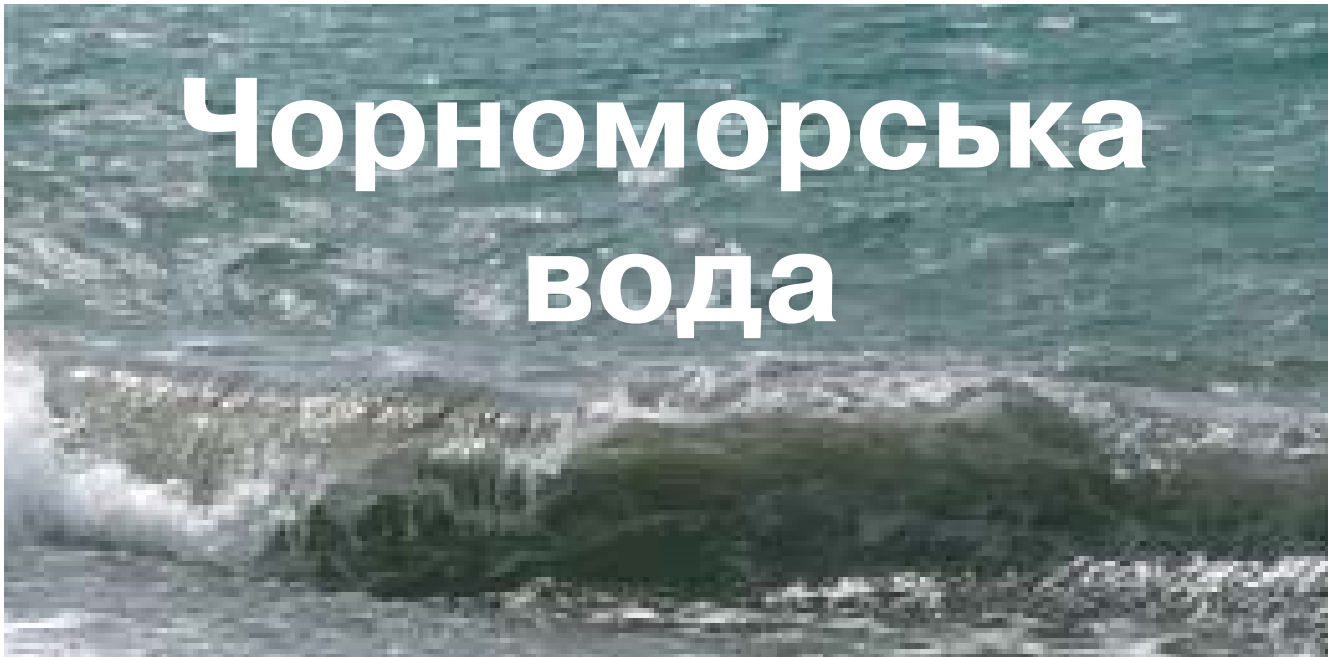


Чорноморська вода



Ювеналій Зайцев

доктор біол. наук,
академік НАН України,
головний наук. співр.
Одеського відділення
Інституту біології південних
морів ім. О.О. Ковалевського
НАН України,
м. Одеса

Площа Чорного моря становить майже 423 000 км², середня глибина — 1290 м, найбільша глибина — 2 212 м, а об'єм води — майже 547 000 км³. Це середні показники, бо відомі значно більші і глибші моря, наприклад, Середземне або Коралове море, а також зовсім маленькі моря, такі як Азовське або Мармурове. Територіальне море (до Конвенції 1982 р. цю ділянку морського простору називали територіальними водами) України на Чорному морі пролягає вздовж усього узбережжя, має завширшки 12 морських миль (22,22 км).

За рельєфом дна Чорне море дещо нагадує величезну таріль з глибоким і плоским дном та мілководними краями шельфу на периферії. Щодо хімічного складу чорноморської води, то вона солоніша і містить буквально всю таблицю елементів Менделєєва. Хтось підрахував, що з води Чорного моря можна було б добути близько 100 т розчиненого в ньому золота, якщо випарувати всю воду, і з майже 10 млн. т різних солей добути дорожчий метал. У морській воді присутні всі потрібні для живих істот речовини — солі натрію, калію, кальцію, магнію, стронцію, кобальту тощо, причому у співвідношенні, наближеному до так званого фізіологічного розчину. Ще на початку ХХ ст. відомий американський фізіолог Ж. Леб писав, що за складом солей людська кров нагадує морську воду, з якої вийшли колись наші далекі предки.

Солоність чорноморської води

Характерною рисою морської води є її солоність. Під цим терміном у океанології розуміють кількість грамів солей у 1 кг води. Солоність виражають у тисячних долях, або проміле. Середня солоність морів і океанів становить 35‰. Солоність поверхневої води Чорного моря — 18‰, що пов'язано з його ізолюваністю від океану та надходженням великої кількості річкової води. На глибині 2000 м солоність води Чорного моря сягає найбільшого значення — 22,4‰.

Уздовж чорноморських берегів України морська вода має різну солоність (рис. 1). Навпроти дельти Дунаю, відкритих лиманів та у Керченській протоці солоність води знижується до 10‰ і менше, біля південних берегів

Криму вона становить 17-18‰, а у східній частині Каркінітської затоки влітку може наблизитись до 18,5‰.

Крім мінеральних сполук, у морській воді міститься багато органічних речовин, які утворилися з прижиттєвих виділень організмів або внаслідок посмертного їх розкладання. Це білки, жири, амінокислоти, вітаміни тощо. Якщо мінеральні речовини, насамперед сполуки азоту і фосфору, необхідні для росту рослин, то органічні речовини у морській воді утворюють поживну базу для численних бактерій та інших нижчих істот, а також діють як стимулятори або інгібітори багатьох біологічних процесів. Ці речовини регулюють також співвідношення між живими істотами, наприклад, допомагають різностатевим тваринам одного

виду знаходити один одного у водній стихії, хижаку — відшукати жертву, а можливій жертві — уникнути ворога тощо. Органічні речовини природної водойми виконують таку саму екологічну функцію, яку для наземних тварин виконують запахи. Тому забруднення моря різними хімічними речовинами становить небезпеку для його життя.

Температура чорноморської води

Життєво важливим екологічним показником водного середовища є температура. Від неї залежать всі біологічні процеси, екологія та поведінка водних організмів, зокрема початок та завершення їх нерестових, нагульних та зимувальних міграцій, розподіл у водоймі.

Як і в інших морях помірної зони, температура води у Чорному морі знає істотних коливань протягом року, і це зумовлює чітко визначену сезонну ритміку всіх екологічних процесів у самому морі та у приморських водоймах. У безвітряні (штильові) літні дні вода біля берегів моря може прогріватись до 24–25°C, а у мілководних затоках — Тендрівській, Джарилгацькій, Каркінітській — подекуди може сягати 28–29°C. Наприкінці липня 2004 року у Тилігульському лимані було зареєстровано температуру моря навіть 31,5°C (усне повідомлення В.В. Адобовського). У відкритих водах моря температура води влітку на поверхні досягає 23–24°C (рис. 2). Глибше вода значно холодніша, а на глибині 150 м температура 8,6°C зберігається протягом усього року. Поверхнева вода біля південного узбережжя Криму у січні-лютому охолоджується до +7...8°C, а у мілководній північно-західній частині та перед Керченською протокою знижується до +4...5°C і менше. Під час особливо холодних зим, наприклад, у 1954, 1964, 1985, 1996, 2006 рр., температура води в Одеській затоці знижувалась до -0,7...-1,0°C. У ці зими поверхня моря вкривалась кригою, іноді — до горизонту (рис. 3). У разі найскладніших погодних умов, крижане поле на півдні сягало 0. Зміїного, а декілька разів навіть Босфору. Не пізніше початку березня вся крига на поверхні моря тане і починається повільний прогрів води, причому насамперед прогривається вода біля самого берега.

Таким чином, зимова температура води у Чорному морі значно нижча, ніж у Середземному, де вона під час зимових місяців знижується на півночі до +12... 13°C, і море ніколи не

замерзає. Ця обставина має велике екологічне значення для організмів середземноморського походження. Саме з цієї причини у Чорному морі прижилися лише ті з них, які здатні витримувати зимовий температурний мінімум. Решта видів, які влітку заходять у Чорне море, восени мігрують на зимівлю назад у Середземне море.

Прозорість чорноморської води

Як екологічний фактор прозорість води має велике значення. Вона залежить від кількості живих істот, органічних та неорганічних часток, завислих у воді, і, у свою чергу, визначає глибину проникнення сонячного променя у товщу води. Особливе значення має так звана *фотосинтетично активна радіація Сонця*, від якої залежить життєдіяльність рослин.

Більша прозорість води у Чорному морі спостерігається у центральних водах та біля скелястих берегів, віддалених від річкових гирл. Річки поставляють у море пісок, частки мулу та поживні речовини для рослин. Тому поблизу гирл річок створюються умови для масового розмноження водоростей, зокрема фітопланктону, і в результаті вода набуває незвичайного кольору, іноді навіть червоного [1], прозорість води знижується, що у свою чергу гальмує розвиток донних водоростей.

У північно-західній частині Чорного моря, де найбільшою мірою виявляється вплив річкового стоку, та навпроти Керченської протоки, прозорість води не перевищує 10–12 м, тоді як у районі мису Тарханкут та Південного берега Криму вона сягає 20 м і навіть більше. Саме ці ділянки моря полюбують підводні фотографи та кінооператори, для яких освітленість підводних пейзажів має вирішальне значення.

Під час океанографічних робіт прозорість води найчастіше визначають за допомогою білого диска діаметром 30 см (диск *Секкі*). Глибину, на якій неможливо розглядіти диск, називають *відносною прозорістю води*. В окремих ділянках Середземного моря диск Секкі зникає на глибині 35–40 м, а у Саргасовому морі — на глибині до 65–70 м. Там найкраще робити підводні спостереження та фотографувати. Проте щодо біологічних ресурсів, зокрема риби, то перше місце посідають моря з невисокою прозорістю води, такі як Азовське, Каспійське, Балтійське, північно-західна частина Чорного моря.

Для забезпечення нормальної життєдіяльності водних організмів вирішальне значення мають так звані *біо-*

генні елементи — хімічні елементи, які постійно входять до складу організмів. До них належать кисень, вуглець, водень, кальцій, азот, калій, фосфор, магній, сірка, хлор, натрій, залізо. Велике значення мають також мікроелементи (алюміній, бор, йод, кремній, мідь, титан тощо), кількість яких у організмах рослин та тварин вимірюється тисячними частками процента, але які є складовою частиною специфічних біохімічних сполук (ферментів, гормонів, вітамінів тощо), що відіграють надзвичайно важливу роль в організмі живих істот.

Збагачення морських вод такими біогенними елементами, як сполуки азоту і фосфору (їх називають поживними речовинами), зумовлює інтенсивне розмноження рослин, а надмірне внесення таких речовин у море спричиняє *евтрофікацію* — складний екологічний процес з багатьма негативними екологічними та економічними наслідками. До речі, сучасне Чорне море, насамперед його північно-західна частина, належить до найбільш евтрофікованих ділянок світового океану.

Постійні течії Чорного моря

Важливу роль в екології моря і екології людини відіграють течії — поступальний рух водних мас. *Течії мають вирішальний вплив на розподіл температури, солоності та інших характеристик морської води, на морські організми та екологічні процеси, на діяльність людини у морі.*

За тривалістю течії у морях та океанах бувають постійними, періодичними та короткочасними. *Постійні течії* — це потужні потоки води, які завжди існують в одному й тому самому великому районі і мають один і той самий генеральний напрямок. *Періодичні течії* виникають під дією періодичних вітрів, наприклад, зимового та літнього мусонів, а *короткочасні* — спричиняють непостійні вітри.

На підставі багаторічних досліджень встановлено, що у верхній половині пелагалії Чорного моря, приблизно до глибини 1000 м, діє єдина циклонічна (проти ходу стрілки годинника) система постійних течій.

Загальна схема постійних течій води у Чорному морі наведена А.К. Леоновим [2]. Окремі відрізки цієї системи отримали власну назву. Південний відрізок кільцевої циклонічної течії у межах від Босфору до Колхідської низовини на Кавказі називають *Анатолійською течією*, від Колхідської низовини до Керченської протоки — *Кавказькою*, від Керченської протоки до Тендрівської коси — *Кримською*, а

від Тендрівської коси до протоки Босфор — Румелійською течією.

Найбільш чіткі межі має Румелійська течія, яка отримує додатковий імпульс руху від стоку великих річок, що впадають у північно-західну частину Чорного моря, — Дніпра, Дністра та Дунаю. Починаючись біля гирла Дніпровсько-Бузького лиману, Румелійська течія рухається спочатку зі сходу на захід уздовж північних берегів моря, а потім — на південь уздовж західного берега смугою приблизно до 50-75 миль. Досягнувши Босфору, Румелійська течія розділяється на три гілки. Одна гілка крізь Босфор заходить у Мармурове море, друга уздовж самого берега рухається на північний захід аж до мису Каліакра і знову вливається в основну масу Румелійської течії, а третя дає початок Анатолійській течії і продовжує рух на схід уздовж південного берега моря (рис. 4).

Ширина Румелійської течії на поверхні, як і ширина інших течій, значною мірою залежить від напрямку та сили вітру. При східних вітрах вона більше притискується до західного берега і на півдні українських вод Чорного моря проходить між дельтою Дунаю та о. Зміїним, практично не торкаючись його. Під час західних та південно-західних вітрів течія, навпаки, розширюється на 40-50 миль, і у такі дні можна спостерігати як о. Зміїний з усіх боків оточено малопрозорою розбавленою дунайською водою. Але в усіх випадках водні маси прямують з півночі на південь.

Під дією Румелійської течії основна маса вод Дунаю, а також завислих часток мулу і піску переміщується з півночі на південь. Це добре помітно не лише з борту суден, а й на фотографіях із супутників. Дані про переміщення так званого твердого стоку річок дуже важливі для багатьох галузей діяльності людини, зокрема для охорони довкілля, рибальства, судноплавства тощо. Так, наприклад, витрати коштів на підтримку судноплавного ходу будуть вище там, куди надходить більша частина мулу та піску. У цьому, до речі, полягає один з основних аспектів проблеми доцільності створення судноплавного каналу через гирло Бистре у Кілійській дельті Дунаю. Тут, на виході з шойно поглибленого гирла, швидко утворюється піщана мілина, яка знов починає заважати судноплавству.

Біля мису Ереглі Анатолійська течія розділяється на дві частини. Одна з них прямує на північний схід, потім на північ, а перетнувши середину моря, повертає на захід і приєднується до Румелійської течії. Таким чином зами-

Таблиця 1. Шкала ступеня хвилювання моря (за “Морским энциклопедическим справочником”, 1986)

Висота хвиль, м	Ступінь хвилювання, бали	Характеристика хвилювання
0	0	Хвилювання відсутнє
0-0,25	I	Слабке
0,25-0,75	II	Помірне
0,75-1,25	III	Значне
1,25-2,0	IV	Значне
2,0-3,5	V	Потужне
3,5-6,0	VI	Потужне
6,0-8,5	VII	Дуже потужне
8,5-11,0	VIII	Дуже потужне
11,0 і більше	IX	Виняткове

кається циклонічний круговорот західної половини Чорного моря. Решта Анатолійської течії продовжує рух на схід уздовж південного берега. Навпроти Колхідської низовини ця течія під назвою “Кавказька течія” прямує вздовж східних та північно-східних берегів до Керченської протоки. Тут вона поповнюється водами Азовського моря і рухається на захід під назвою “Кримська течія”. Біля берегів східного Криму Кримська течія ділиться на дві гілки. Менша відхиляється на південь і, перетинаючи все море, вливається в Анатолійську течію, замикаючи циклонічний круговорот східної частини моря. Більш могутня гілка Кримської течії, яка зливається з Азовською течією, що виходить з Керченської протоки, продовжує рухатися на захід, огинає південно-східні та південні береги Кримського півострова і ділиться на три гілки. Перша з них рухається на північний схід уздовж берегів Криму, доходючи до Євпаторії, півострова Тарханкут і далі. Друга гілка йде у напрямку гирла Дунаю, де зливається з Румелійською течією, третя, лише трохи відхилившись на північний захід, також приєднується до Румелійської течії.

У процесі руху кожна постійна чорноморська течія іноді розділяється на невеличкі гілки, які залежно від обрису берегової лінії утворюють часом надто складні узори підводних течій.

Швидкість постійних течій у Чорному морі майже всюди невелика, приблизно 10-20 см/с, але іноді, при

потужних вітрах, може зростати більш ніж удвічі. Завдяки сезонній зміні стоку річок, швидкість течій зростає навесні та на початку літа. Восени і взимку швидкість течій і чіткість їхніх меж знижуються. Епізодичні вітри спричиняють істотні відхилення від переважаючих напрямків основних течій. З глибиною швидкість течій швидко зменшується і вже у шарі 75-100 м стає малодоступною для інструментального вимірювання.

Чорноморські хвилі

Розміри Чорного моря, великі глибини біля багатьох берегів, незначна порізанисть берегової лінії, локальний і короткостроковий крижаний покриття, часті цикли і потужні, особливо взимку, північні та північно-східні вітри створюють сприятливі умови для розвитку хвиль і великого прибою. Протягом місяців найбільшого розвитку хвиль — грудня та січня — максимальне хвилювання збігається з районами найвищих швидкостей вітру у центральній частині моря.

Влітку потужні шторми — рідкісне явище, а восени, коли переважають північний і північно-східний вітри, вони частішають, взимку їхня частота сягає максимуму, а на весні знову зменшується. Під час сильних штормів висоти хвиль досягає 6 м, а поодиноких хвиль — 7 м і навіть 8 м. В океанографії єдиним критерієм оцінки ступеня хвилювання є висота хвиль, яку визначають зазвичай візуально, при чому для оцінки вибирають найбільш помітні, великі хвилі.

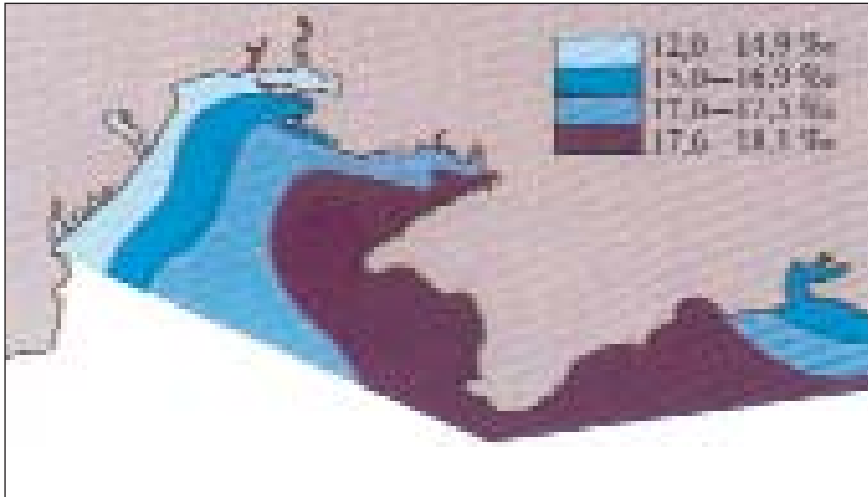


Рис. 1. Середня солоність води Чорного моря біля берегів України

Існує шкала ступеня хвилювання, якою користуються під час спостережень з борту судна, а також з берега (табл. 1). Під час океанографічних спостережень користуються також шкалою стану поверхні моря, яка ґрунтується на візуальній оцінці реакції поверхні моря на силу діючого вітру (табл. 2).

Коливання рівня моря

Під впливом різних чинників рівень води у Чорному морі, як і в інших морях, зазнає певних періодичних коливань. Вони зумовлені змінами кількості води у морі, припливами і відпливами та згінно-нагінними явищами. В абсолютних величинах амплітуда коливань рівня Чорного моря досить мала і зазвичай їх не помічають, але для океанографічних досліджень вони мають важливе значення.

Найбільші темпи підняття та зниження рівня моря спостерігаються відповідно у березні-квітні та серпні-вересні і пов'язані зі збільшенням та зменшенням річкового стоку. Крім того, протягом літніх місяців значно посилюється випаровування з морської поверхні, що також впливає на об'єм водних мас моря.

За результатами 70-річних вимірювань (з 1880 по 1950 рік), в Одеській затоці середній багаторічний рівень моря залишався незмінним, але протягом року він збільшувався і зменшувався приблизно на 18 см [2].

Добре відомі в інших морях багатометрові за амплітудою припливи та відпливи в ізольованому від Атлантичного океану та Середземного моря Чорному морі не перевищують кількох сантиметрів (біля Одеси — 5,5 см, біля Севастополя — 1-3 см) і практично не впливають на гідрологічний та гідробіологічний режим моря. Значно

помітнішими є неперіодичні коливання рівня моря від вітрових згінно-нагінних явищ. Найчастіше ці явища спостерігаються взимку, коли на Чорному морі посилюється активність циклонів. У районі Одеської затоки, наприклад, зниження рівня моря під час потужного північно-західного вітру

ру може сягати 0,5-1,0 м. Проте такі ситуації трапляються нечасто і тривають від кількох годин до 1-2 діб. Під час згону, коли вітер дме з боку суходолу, біля берега виникає дефіцит водної маси, який компенсується висхідними потоками глибинної води. Влітку це спричиняє раптове зниження температури води біля берега на 10°C і більше протягом доби. Вода у такі часи буває прозорою, чистою, але надто холодною для рекреаційного використання.

Під час дії вітрів протилежного напрямку (нагінних) біля берега нагромаджується надлишкова маса води з поверхневих шарів пелагіалі. Влітку вона буває теплою і каламутною, бо хвилі піднімають донні відкладення.

Поряд з підвищенням каламутності, нагінні вітри можуть спричинити багато інших наслідків, значно більш серйозних, іноді дуже небезпечних. Наприклад, викинути на берег судна, які виявилися не здатними протистояти вітру та хвилям.

Особливо трагічні події трапились 11 листопада 2007 р. у Керченський

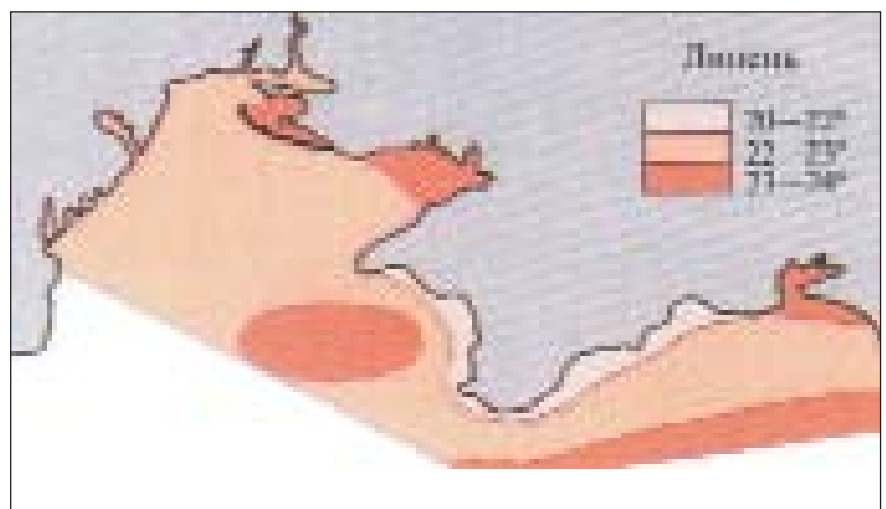


Рис. 2. Середня температура Чорного моря в січні і липні біля берегів України



Рис. 3. Вкрита кригою Одеська затока. Фото Ю. Зайцева

протоці. У той день тривалий і потужний південний вітер нагнав у протоку величезну масу чорноморської води. З півночі, з боку Азовського моря, як завжди, надходила азовська вода. Дві протилежні течії водночас підняли у протоці рівень води на кілька метрів проти звичайного. Це створило вкрай небезпечну навігаційну ситуацію для суден. В результаті, у протоці трапилась найбільша за останні десятиліття морська катастрофа. Постраждало 11 суден, 5 з них затонуло. При цьому загинуло 8 моряків, а у воду потрапило 3 тис. т мазуту та 6,8 тис. т сірки.

На довгі місяці, а, можливо, на роки, забруднено морську воду і дно. Фахівці вважають, що мазут, який осів на дно, з потеплінням води буде підні-

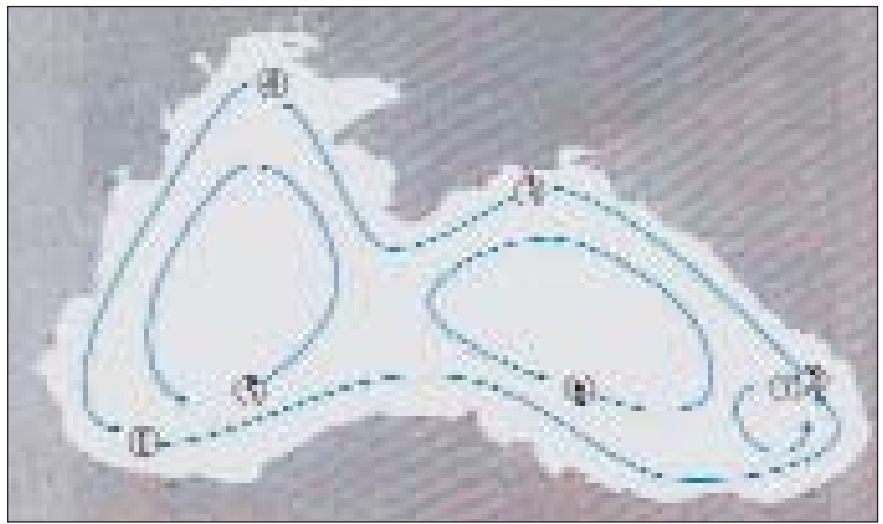


Рис. 4. Основні постійні течії Чорного моря (за Леоновим [2]):
 1 - Анатолійська,
 2 - Кавказька,
 3 - Кримська,
 4 - Румелійська,
 5 - Західний циклонічний круговорот,
 6 - Східний циклонічний круговорот,
 7 - Південно-східний циклонічний круговорот

Таблиця 2. Шкала стану поверхні моря (за "Морским энциклопедическим справочником", 1986)

Бал	Стан поверхні моря
0	Поверхня дзеркально гладка
1	З'являються невеликі гребені хвиль
2	Невеликі гребені хвиль починають перекидатися, але піна не біла, а склоподібна
3	Добре помітні невеликі хвилі, гребені деяких з них перекидаються, утворюючи місцями білу піну, що клубочиться, — баранці
4	Хвилі добре виражені, всюди утворюються баранці
5	З'являються високі гребені хвиль, їхні пінисті вершини займають великі площі, вітер починає зривати піну з гребенів хвиль
6	Гребні окреслюють довгі вали вітрових хвиль, зірвана вітром піна починає витягуватися смугами по схилах хвиль
7	Довгі смуги зірваної вітром піни вкривають схили хвиль і місцями, зливаючись, досягають їхніх підосів
8	Широкі смуги густої піни зливаються, вкриваючи схили хвиль. Лише місцями, у западинах хвиль, видно вільні від піни ділянки
9	Поверхня моря вкрита густим шаром піни, повітря наповнене водяним пилом і бризками, видимість значно знижена

чинив катастрофічне раптове підви-

Література

1. *Нестерова Д.А.* "Цветение" воды северо-западной части Черного моря (обзор) // Альгология.—2001.—Т.11, №4.—С.502-513.
 2. *Леонов А.К.* Региональная океанография. Ч.1.—Л.:Гидрометеоздат, 1960.—765 с.
 3. *Зайцев Ю.П.* Чорноморські береги України. —К.: Академперіодика, 2008.—242 с.