



Поверхневі течії

Surface currents

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНЕВИХ ТЕЧІЙ

Основними факторами, що обумовлюють циркуляцію поверхневих вод Чорного моря і впливають на її характер, є вітер, розподілення густини морської води, стікання річкових вод, конфігурація берегової лінії та рельєф дна.

Карта загальної циркуляції поверхневих вод Чорного моря, характерна для середньорічного поля густини морської води і вітру, являє собою єдину для всього моря систему постійних замкнутих коловоротів.

Головний коловорот – основна чорноморська течія, що охоплює все море замкнутим кільцем завширшки від 20-25 до 40-55 км, знаходиться в зоні материкового схилу і спрямована проти годинникової стрілки. Під впливом конфігурації берегів і рельєфу дна, а також особливостей вітрового поля над морем, від основної течії відокремлюються дві гілки. Одна гілка відхиляється від основної течії в районі мису Чам і прямує на північний схід і далі на північ, знову зливаючись з основною течією в районі мису Піцунда. Друга гілка бере початок у районі мису Сарич і, огинаючи мис Херсонес, заходить у північно-західну, мілководну частину моря, потім відхиляється на захід і південний захід, і, приєднуючи дунайські води, зливається з основною течією в районі мису Каліакра.

У загальній системі циркуляції поверхневих вод моря найчіткіше виражена основна чорноморська течія; сталість її становить у середньому 80-90%. Швидкість течії у середньому дорівнює 0,6-0,8 вузл. У стрижні основної течії, місцезнаходження якої співпадає із зоною різкого перепаду глибин у морі, швидкість коливається від 0,8 до 1,2 вузл.

За межами смуги основної чорноморської течії у центральних глибоководних районах моря мають місце великі коловороти зі сталою циркуляцією вод проти годинникової стрілки (циклонічні коловороти), а в південно-східній частині моря спостерігається коловорот з циркуляцією вод за годинниковою стрілкою (антициклонічний коловорот).

Великі коловороти спостерігаються здебільшого під час слабких вітрів. Швидкість течії на периферії цих коловоротів становить у середньому 0,4-0,6 вузл., а в центрі – 0,2-0,4 вузл.

На ділянках між основними постійними коловоротами розташовуються зони нестійких за напрямком і швидкістю течій.

Крім названих особливостей схеми загальної циркуляції поверхневих вод, в окремих відкритих районах моря мають місце малі локальні коловороти, у формуванні та існуванні котрих головну роль відіграє місцевий вітровий режим, а їх структура і розташування визначаються особливостями конфігурації берегів і рельєфу дна. Такі коловороти прослідковуються на захід від мисів Сарич і Херсонес, на північний захід від мису Олюдже, на північний схід від мису Керемпе, на північний схід від мису Синоп, на північ від мису Ішкли, на північний захід від міста Батумі і на південь від мису Айтодор. Швидкість течії на периферії цих коловоротів становить 0,4-0,6 вузл., а в центрі – 0,2-0,4 вузл.

Сезонні зміни в циркуляції поверхневих вод обумовлені сезонними змінами атмосферних процесів над Чорним морем і пов'язаними з ними змінами вітрового режиму, а також змінами у полі щільності морської води. У кожному сезоні циркуляція поверхневих вод, як правило, зберігає основні риси загальної циркуляції вод, хоча спостерігаються і деякі особливості.

Так, основна течія, залишаючись найсталішою течією Чорного моря, змінює свою інтенсивність від сезону до сезону. Великі циклонічні коловороти, що спостерігаються в усі сезони, змінюють лише своє розташування та розміри. Виняток становить антициклонічний коловорот у південно-східній частині моря, який у зимовий період слабшає, а інколи розмивається і переходить у циклонічний коловорот. Малі локальні коловороти води, обумовлені місцевим вітровим режимом, утворюються не кожен сезон. Найбільш сталими з них є коловороти на захід від мисів Сарич і Херсонес і на північний захід від міста Батумі; менш сталими – круговороти на північний схід від мису Керемпе і на північ від мису Ішкли (спостерігаються тільки в осінньо-зимовий період).

Циркуляція поверхневих вод у північно-західній мілководній частині моря має свої особливості, обумовлені переважним чином змінами вітрового режиму і стоком річок. Планування північно-східних і східних вітрів у осінньо-зимовий період обумовлює у цій частині моря циклонічне перенесення вод із середньою швидкістю 0,4-0,6 вузл. Весною, за загального послаблення північно-східних і східних вітрів, поле течій за своїм характером залишається циклонічним, але швидкість течій знижується до 0,4-0,2 вузл.

Переважаючи у літній період західні, а в кінці періоду південні вітри формують антициклонічне поле течій зі швидкістю 0,1-0,3 вузл.

FEATURES OF SURFACE CURRENTS

The main factors responsible for surface waters circulation of the Black Sea and having impact upon its character are wind, seawater density distribution, river stream flow, shoreline and bottom features.

General circulation chart of surface waters of the Black Sea, which is peculiar for mid-annual field of seawater density and wind, is a united system of stationary closed gyre for the whole sea.

The basic gyre is the main Black Sea current covering the whole sea with a closed circle from 20-25 to 40-45 km wide. When affected by the shoreline and bottom features, and the specifics of wind field above the sea the basic current splits into two segments. One segment deviates from the basic current at the 3am Br. and goes northeastward and then to the north, running again into the basic current at the Pitsunda Cape. Another segment heads at the Sarych Cape and doubling the Kherones Cape it goes to the north-western part of the sea, then it deviates to the west and southwest and, merging with the Danube waters it runs into the basic current at the Kaliakra Cape.

The main Black Sea current is the most well-defined in the general system of surface waters circulation; its stability is 80-90% in average. The average velocity of the current is 0.6-0.8 knots. The velocity in the midstream of the basic current, the location of which is in line with the pressure sudden drop, is around 0.8-1.2 knots.

Beyond the line of the basic Black Sea current in the central deep water areas there are located vast cycles with steady waters circulation counterclockwise (cyclonic circulation) and in the south-eastern part of the sea there may be observed clockwise waters circulation (anticyclonic circulation).

The vast circulations may be observed provided mostly for scant wind. The current velocity in the outskirts of these circulations is around 0.4-0.6 knots, and in the centre – 0.2-0.4 knots.

In the sections between the main permanent circulations there are located areas of the currents with non-stable direction and speed.

In addition to the above indicated features of the general surface waters circulation flow chart, the small local circulations are observed in some open sea areas. The key role for the formation and existence of these circulations is played by the local wind pattern, and their structure and location are preconditioned by the features of the shoreline and bottom configuration. Such circulations are observed at the west of the Sarych and Kherones Capes, north-west of the Oluce Br., north-east of the Kerempe Br., north-east of the Sinor Br., north of the Iyokl Br., north-west of Batumi and south of the Ai-Todor Cape. The current velocity in the outskirts of these circulations is around 0.4-0.6 knots, and in the centre – 0.2-0.4 knots.

The seasonal changes of surface waters circulation arise from the seasonal changes of atmospheric flows over the Black Sea and the associated changes of wind pattern and the changes of seawater density as well.

Thus, the basic current, being the most stable current of the Black Sea, has seasonal changes in its intensity. The vast cyclonic circulations observed in all seasons change only their locations and sizes. The only exception is an anticyclonic circulation in the south-eastern part of the sea which slackens in winter and sometimes tears turning into cyclonic circulation. The small local circulations preconditioned by the local wind pattern are formed not in each season. The most stable among them are the circulations west of the Sarych and Kherones Capes and north-west of Batumi. Less stable ones are circulations north-east of the Kerempe Br. and north of the Iyokl Br. (they may be observed only in autumn and winter).

Circulation of surface waters in the north-western shallow water zone has its specifics mainly due to the changes of wind pattern and river flows. The prevailing north-eastern and eastern winds in autumn and winter cause, in this part of the sea, the cyclonic movement of waters with mean velocity of 0.4-0.6 knots. In spring, provided for the total slackening of north-eastern and eastern winds, the currents field preserves its cyclonic character but the velocity of the currents slows down to 0.4-0.2 knots.

The western wind prevailing in summer and southern wind – in winter form an anticyclonic currents field with the velocity of 0.1-0.3 knots.

The actual state of things what concerns surface currents in the Black Sea, observed each month during this period (a day or several days) may considerably differ from the annual and seasonal mean diagram of currents. That is driven by winds provided for the particular weather patterns.





Реальна картина поверхневих течій Чорного моря, що спостерігаються щомісяця в цей період часу (доба чи кілька діб), може значно відрізнятися від середньої річної і середньої сезонної схем течій, що зумовлюється впливом вітрів при конкретних синоптичних ситуаціях.

Найбільша швидкість течій при вітрах різних напрямків зі швидкістю 15-25 м/с може досягати 2,0-3,0 вузл. і більше.

Якщо у полі вітру над морем має місце горизонтальна поперечна нерівномірність, то в полі течії можуть з'являтися вихрові утворення як циклонічного, так і антициклонічного характеру.

Розміри таких вихорів можуть бути від кількох сотень метрів до 1-3 км.

Різкі зміни у полі вітру призводять до виникнення інерційних течій, котрі являють собою вільний потік, що рухається за інерцією після призупинення дії сили, що його викликала. Сталі інерційні течії існують при рівновазі двох сил – Коріоліса і відцентрової. Вектори цих течій під впливом сили Коріоліса поступово завертають вправо за годинниковою стрілкою, здійснюючи повний оберт на 360° за інерційний період, який для Чорного моря становить у середньому 17-18 год.

Розміри орбіт інерційних течій, що мають вигляд кола або еліпса, залежать від швидкості цих течій і змінюються від 2x3,5 до 3,5x5,5 км. Амплітуди швидкостей цих течій за розрахунками для Чорного моря становлять у середньому половину швидкості основної течії. Тривалість існування інерційних течій, за даними спостережень, зазвичай становить 2-3 доби.

ВИКОРИСТАННЯ КАРТ ПОВЕРХНЕВИХ ТЕЧІЙ

Основою для складання карт постійних течій (течій, що мало змінюються за напрямком і швидкістю протягом року або сезону) послужили дані гідрографічних спостережень, які велися глибоководними океанографічними станціями на Чорному морі за впродовж більше як 20 років відповідно до поділу глибоководних станцій по періодах і квадратах, визначених для обробки і систематизації гідрологічних спостережень на Чорному морі [27].

Вихідними даними для розрахунку карт вітрових течій стали карти типових полів вітру над Чорним морем, складені для типових полів атмосферного тиску над територією Європи.

Для типізації синоптичних ситуацій було використано синоптичні карти за більше ніж 15 років спостережень. Усього виділено вісім синоптичних ситуацій, котрі з урахуванням напрямку вітрових потоків над морем або значній його частині та прийнятих градацій швидкості вітру визначають такі типові поля вітру: північно-східний вітер, східний, південно-східний вітер, південний і південно-західний вітри, західний вітер, північно-західний вітер, північний вітер і вітер циклічного характеру.

Дані про повторюваність типових полів вітру над Чорним морем, а також тривалість їх проявлення по місяцях наведено у табл. 1.

Кarti полів тиску і вітру наведено на сторінках атласу поруч із відповідними їм картами течій.

Для визначення інформації про вітер і течії стосовно окремих районів моря нанесено на карти сітку квадратів.

КАРТИ ПОСТІЙНИХ ТЕЧІЙ

Кarti отримано розрахунковими методами для чотирьох періодів: січень-березень, квітень-червень, липень-вересень і жовтень-грудень. Призначаються вони для отримання відомостей про перенесення вод Чорного моря при штилі та нестійких за напрямками вітрах зі швидкістю до 5 м/с, що спостерігаються над морем не менше доби.

Нестійкі за напрямками вітри зі швидкістю до 5 м/с спостерігаються зазвичай при малоградієнтних полях атмосферного тиску, котрі щомісячно можуть зберігатися над морем безперервно від 1 до 10 діб.

КАРТИ ВІТРОВИХ ТЕЧІЙ

Кarti призначаються для отримання відомостей про сталі вітрові течії при різних типових полях вітру над Чорним морем.

Відомості про час, необхідний для розвинення сталої вітрової течії, залежно від швидкості сталою за напрямком вітру, наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Швидкість вітру, м/с	5-10	10-15	15-20	понад 20
Час, год.	12-18	6-12	3-6	менше ніж 3

При переході від одного поля вітру до іншого можливі відхилення течій від показаних на картах.

За допомогою карт можна визначити напрямок і швидкість поверхневих течій та скласти прогноз поверхневих течій всього моря чи окремих його районів.

Використання карт зводиться в основному до визначення можливих значень сумарної течії у морі за різних синоптичних ситуацій. Сумарну течію отримують геометричним складанням векторів постійної і вітрової течій, знятих з відповідних карт атласу.

The maximum velocity of the currents provided for the winds of different directions with the speed of 15-25 m/s can make up 2.0-3.0 knots and more.

If a horizontal transverse irregularity takes place in the wind field over the sea then the vortices, both of cyclonic and anti-cyclonic character, may appear in the current field. The size of such vortices may vary from several hundred meters to 1-3 km.

Sudden alteration in the wind field can cause inertial currents, which are defined as a free flow moving inertially after cessation of the impulse, which generated it. The established inertial currents can exist at equilibrium of two forces – Coriolis and centripetal. The vectors of these currents as affected by the Coriolis force turn gradually to the right clockwise making a complete 360° turn for the inertial period which is equal at the average to 17-18 hours for the Black Sea.

The size of orbital curves of inertial currents having the form of a circle or an ellipse, depend on the velocity of these currents and vary from 2x3.5 to 3.5x5.5 km. The velocity amplitudes if calculating for the Black Sea make up in average around half of the basic current velocity. The time of inertial currents existence according to observations usually makes up 2-3 days.

EXPLANATIONS TO SURFACE CURRENTS CHARTS

The basis for producing the charts of stationary currents (currents which vary little in direction and speed during year or season) were the data of hydrological observations from deep sea oceanographic stations carried out in the Black Sea during 20 years. The distribution of deep-sea stations by periods and squares assumed for processing and systemization of hydrological observations on the Black Sea.

The charts of conventional wind fields over the Black Sea plotted for the fields of atmospheric pressure over the territory of Europe served as benchmark data.

For type assignment of weather patterns the meteorological charts for more than 15 years of observations were used. All in all, there were outlined eight weather patterns, which in view of the directions of wind flows over the sea or its larger part and the conventional gradations of wind velocity determine the following conventional wind fields: north-eastern wind, eastern wind, south-eastern wind, southern and south-western winds, western wind, north-western wind, northern wind, and cyclonic wind.

The data on the times of occurrences of the conventional wind fields over the Black Sea and their lifetime by months are shown in Table 1.

The charts of pressure fields and wind fields are presented in the atlas alongside with the corresponding currents charts.

For determination of information about the wind and current in particular sea regions the charts are grid with squares.

CONSTANT CURRENTS CHARTS

The charts are produced via computational methods for four seasons: January-March, April-June, July-September and October-December and designated for receiving information about water movement in the Black Sea provided for the calm sea and winds non-stable in direction with the speed less than 5 m/s being observed over the sea for not less than a day.

The winds non-stable in direction with the speed of less than 5 m/s are usually observed at small gradient fields of atmospheric pressure, which can persist during each month over the sea for 1-10 days on a continuous basis.

WIND CURRENTS CHARTS

The charts are used for obtaining information about settled wind currents at different conventional wind fields over the Black Sea.

The information about the time required for the development of the settled wind current depending on the speed of the steady in direction wind is given in the Table 2.

Table 2

Wind speed, m/s	5-10	10-15	15-20	more than 20
Time, h	12-18	6-12	3-6	less than 3

When passing from one wind field to another there may be deviations from the currents indicated on the charts.

Using the atlas it is possible to determine the direction and the velocity of the surface currents and make a forecast for surface currents over the sea or its particular regions.

The use of charts resolves mainly into determination of the possible values of summary currents provided for different weather patterns. The summary current results from the geometric addition of the vectors of stationary and wind currents received from the corresponding charts of the atlas.

