

## **ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

*Проведен анализ особенностей циркуляции вод Черного моря по климатическим данным. Вычислены среднегодовые величины скоростей течений и расходов масс воды в Черном море динамическим методом, а также проведены оценки сезонных максимальных и минимальных переносов. Выявлены периоды активного развития динамических процессов на акватории моря и периоды их ослабления.*

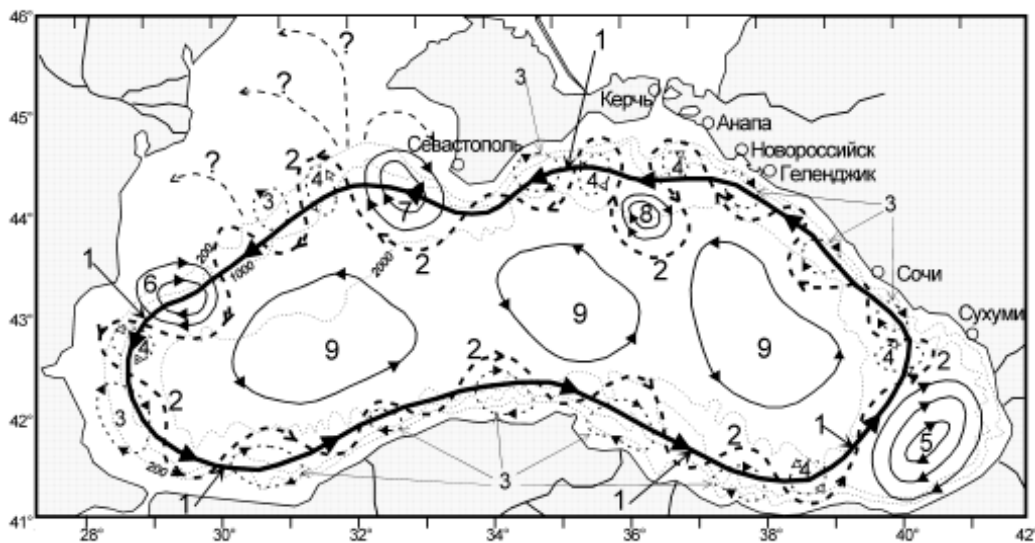
**Ключевые слова:** циркуляция вод Черного моря, Основное Черноморское течение, скорость течения, расход масс воды.

**Введение.** Традиционно считается [1, 2, 3], что циркуляция вод на поверхности Черного моря обуславливается двумя основными факторами: действием циклонических вихрей над морем вообще и стоком в него рек. При этом одна группа авторов (согласно [1, 3]) полагает, что воздействие ветра на поверхность моря является основной причиной наблюдаемой схемы течения моря. По их утверждению ветер, даже без учета других факторов, может сформировать наблюдающуюся циклоническую циркуляцию вод в море с известными антициклоническими круговоротами (Батумским и Дунайским). По мнению другой группы авторов (согласно [1]) в качестве основной движущей силы, определяющей циркуляцию вод в Черном море, признается халинный фактор, связанный с распространением по его акватории в поверхностном слое вод речного стока и поступлением через пролив Босфор в глубинные слои моря высокосоленных средиземноморских вод.

При анализе термохалинных параметров показано, что наличие мощного перманентного пикно-халоклина обуславливает ярко выраженную бароклинную динамику вод Черного моря. Известно [4], что основные течения в этом бассейне наблюдаются в верхнем 200–250-метровом слое. Ниже скорость течения невелика и, как правило, не превышает 2–3 см/с [4]. Важной особенностью горизонтальной циркуляции вод Черного моря является наличие общего циклонического круговорота, в котором выделяют струйное течение (Основное Черноморское течение – ОЧТ). До конца 1970-х гг. оно не имело определенного названия и именовалось как основное течение или основной поток. С начала 1980-х гг., в основном, начиная с работ А.С.Блатова [5], широко применяется название ОЧТ. Это течение в основном располагается над континентальным склоном, за исключением юго-восточной части моря, где оно может отходить от побережья и пересекать глубоководную часть. ОЧТ разграничивает море на две динамические области: узкую прибрежную зону, с сильной антициклонической завихренностью течений, и обширную область слабой циклонической завихренности в открытой части моря [2].

Генеральная циркуляция вод в Черном море согласно терминологии авторов [6] характеризуется циклоническим движением вод (рис. 1) с главным структурным элементом – ОЧТ (кольцевым циклоническим течением – КЦТ). Вследствие синоптической изменчивости ветра, гидродинамической неустойчивости и взаимодействия с рельефом подводного склона, течение испытывает волнообразные колебания, т.е. это струйное течение меандрирует. Интенсивность меандрирования КЦТ, длина волн и амплитуда меандров в различных районах моря и в разное время года различны: от слабых колебаний до почти замкнутых или очень вытянутых

меандров. В теплый период года, с апреля по ноябрь, интенсивность меандрирования больше, чем в зимний период. В конце лета и осенью меандры могут достигать центральной части моря. В результате, в меандрах возникают, развиваются, а затем разрушаются вихревые структуры: слева от стрежня в циклонических меандрах образуются циклонические вихри (ЦВ), справа, в антициклонических меандрах, прибрежные антициклонические вихри (ПАВ). Наибольшего развития антициклонические меандры и ПАВ достигают в летне-осенний период. В большинстве случаев они имеют форму, близкую к окружности, их геометрические размеры достигают 30-40 км, иногда – 60-80 км, а в исключительных случаях – до 100 км. Большинство ПАВ после образования перемещаются вместе с антициклоническими меандрами в том же направлении, что и поток КЦТ [6].



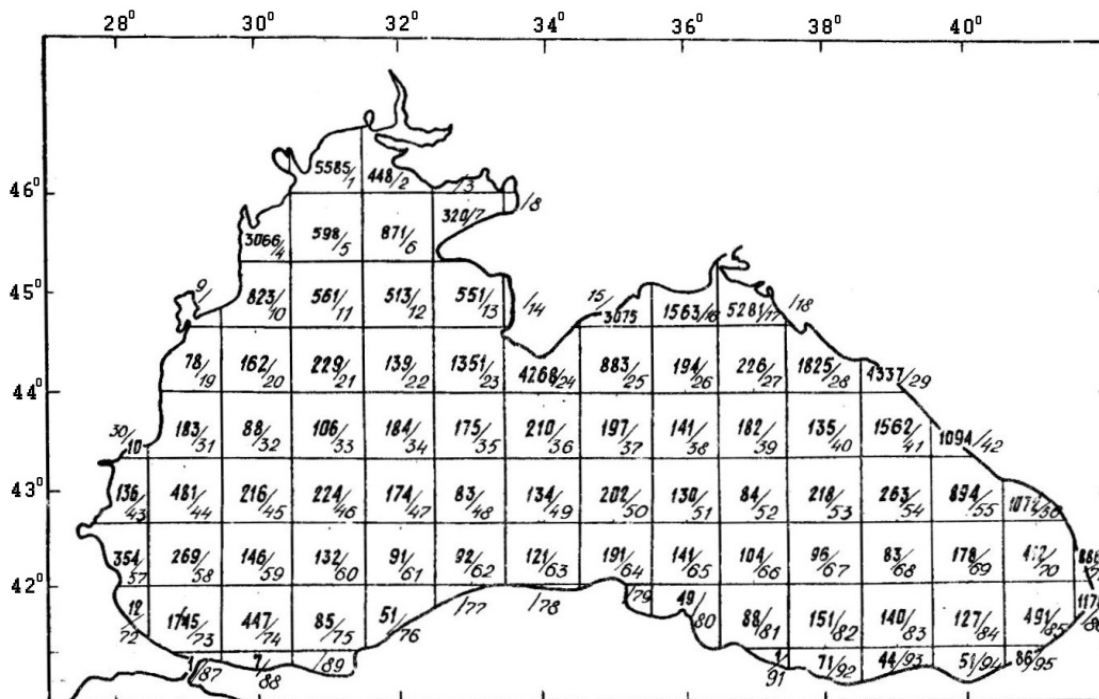
1 – Кольцевое циклоническое течение (КЦТ) – среднее положение стрежня; 2 – меандры КЦТ; 3 – прибрежные антициклонические вихри (ПАВ); 4 – циклонические вихри (ЦВ); 5 – Батумский антициклонический вихрь; 6 – Калиакрский ПАВ; 7 – Севастопольский ПАВ; 8 – Керченский ПАВ; 9 – квазистационарные циклонические круговороты

Рис. 1 – Схема циркуляции вод Черного моря согласно [6].

**Цель статьи.** Располагая климатическими сведениями о температуре и солёности воды по горизонтам, полученным в узлах 95 квадратов (размером 40' × 60') Черного моря (рис. 2) [7], была предпринята попытка оценить среднегодовые величины скоростей течений и объёмы переноса в нем масс воды Черноморскими потоками, применив аппарат динамического метода.

**Материалы и методы их исследования.** В выполненной нами работе был проведен количественный анализ полученных расчетным путем характеристик пространственного распределения на акватории Черного моря среднегодовых величин скоростей течений в его верхнем 50 – метровом слое, а также аналогичных объёмов масс воды, переносимых Черноморскими потоками в верхнем 300 – метровом слое. Расчеты были проведены динамическим методом по климатическим данным [7]. Расчеты проводились по 23 зональным и меридиональным гидрологическим разрезам. Для каждого из этих разрезов динамическим методом были вычислены зональная и меридиональная компоненты значений среднегодовых скоростей течений на стандартных горизонтах для верхнего 50 – метрового слоя, а также аналогичные величины расхода воды по стандартным слоям от 0 до 300 м с последующим обобщением результатов для получения направления и скорости течения в верхнем 50 – метровом слое, а расхода воды для всего 300 – метрового слоя.

Из-за недостаточного количества данных Т-S-характеристик в квадрате 32 (рис.2), вошедших в осреднение, динамические расчеты давали резко отличающиеся данные от соседних квадратов (выбросы). Чтобы исключить это, было проведено осреднение Т-S-характеристик для этого квадрата по соседним квадратам, лежащим к северу, югу, западу и востоку от дававшего "выбросы". Такие осреднения пришлось провести для стандартных горизонтов ниже 50 м. Таким образом, был исключен появившийся брак в расчетах.



обозначения в квадрате: в числителе – количество станций в одном квадрате, в знаменателе – номер квадрата.

Рис. 2 – Количество океанографических станций в 95 квадратах (размер квадрата 40'×60').

Нам также представилось интересным рассмотреть внутригодовую или сезонную изменчивость расходов масс воды Черноморскими потоками на акватории моря. С этой целью в каждом из рассматриваемых квадратов моря были найдены среднемесячные значения динамических высот, а затем по разности между этой характеристикой в заданном квадрате и в каждом из соседних квадратов, расположенных к северу и югу, а также к западу и востоку от него, были вычислены зональные и меридиональные компоненты среднемесячных значений величин расходов масс воды.

**Результаты исследований и их анализ.** Результаты выполненных расчетов в виде карт распределения векторов течений (см/с) и векторных значений расходов воды ( $10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ ) на акватории Черного моря приведены на рис. 3 и 4.

По представленному на рис. 3 распределению среднегодовых величин скоростей течений в верхнем 50-метровом слое моря, вычисленных динамическим методом по климатическим полям температуры и солёности можно констатировать подтверждение нашими расчетами общеизвестной основной схемы горизонтальной циркуляции вод Черного моря – наличие крупномасштабного общего циклонического круговорота вод. В этом круговороте четко выделяется своими повышенными скоростями, располагающиеся по контуру моря (свалу глубин шельфа) ОЧТ, являющееся струйным потоком вод меандрирующего характера. В юго-восточной части моря поток вод ОЧТ

отходит от берегового свала глубин шельфа, как это отмечают и другие авторы [1], и пересекает море по глубоководной его части, оставляя справа от себя вихревое возмущения антициклонического характера.

В противовес ОЧТ, которое характеризуется максимальными скоростями и оконтуривает море по свалу глубин шельфа, зона основной Черноморской дивергенции вод [8, 9], простираясь от восточного побережья Болгарии до западного побережья Грузии через центры циклонов моря, отличается минимальными скоростями. Так, если средняя годовая максимальная скорость вод по контуру моря вдоль оси ОЧТ (максимума) в среднем находилась в пределах 8,7 см/с, то значения этой скорости вдоль оси зоны дивергенции (минимума) проходящей через центр моря составляли в среднем всего 2,3 см/с, т. е. были в 3,8 раза ниже.

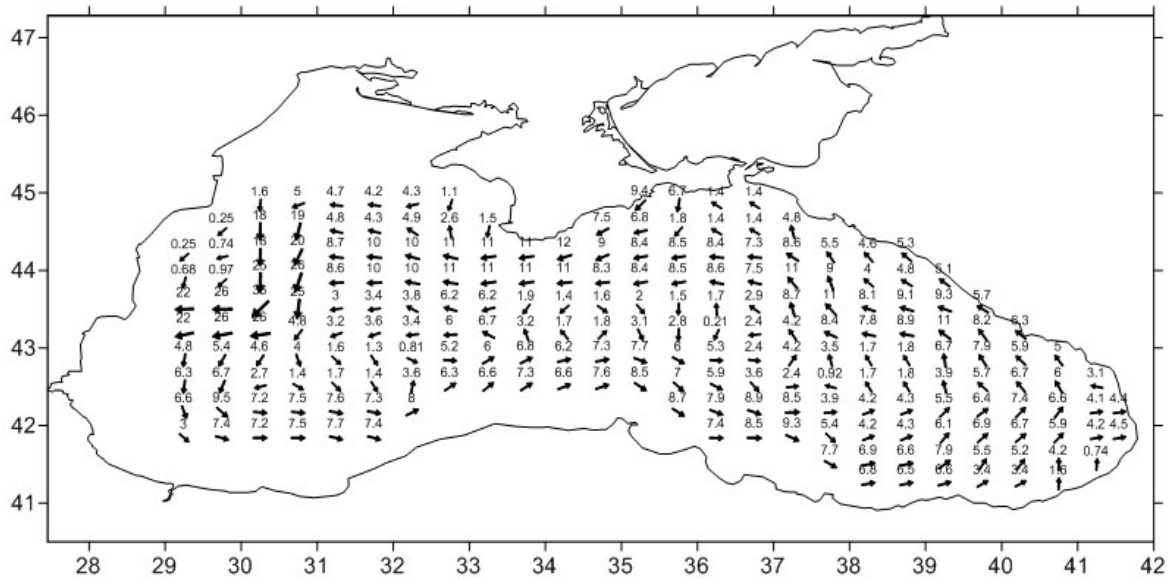


Рис. 3 – Распределение на акватории Черного моря среднегодовых величин скоростей течений (см/с) в верхнем 50-ти метровом слое по климатическим данным

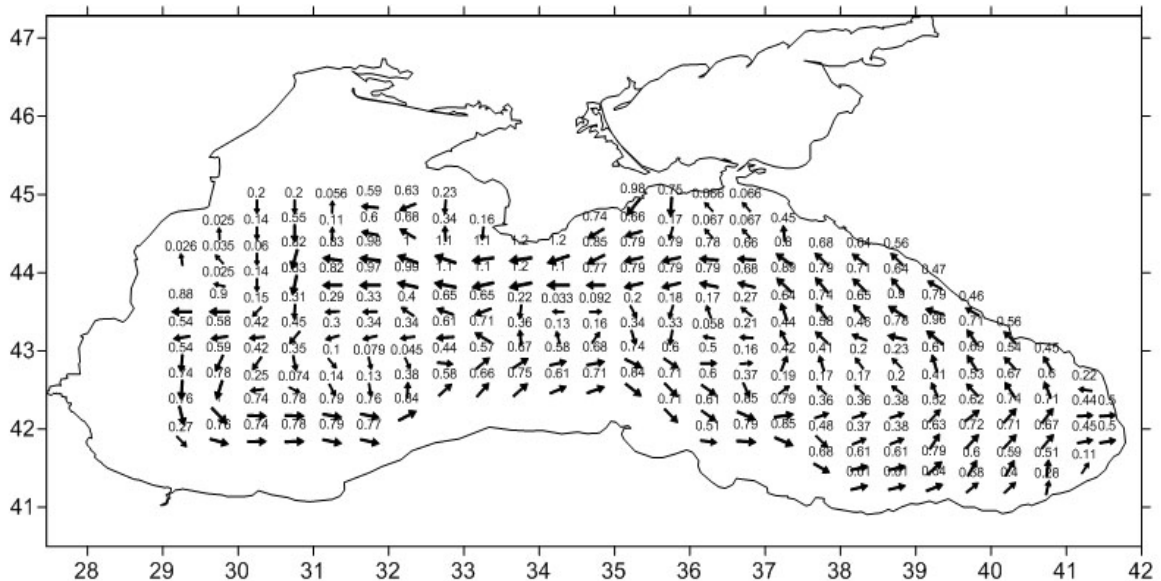


Рис. 4 – Распределение на акватории Черного моря среднегодовых расходов масс воды ( $\times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ ), переносимых ОЧТ и другими потоками по климатическим данным

Из других обращающих на себя внимание особенностей развития на поверхности моря динамических процессов общего характера присущих ОЧТ, необходимо указать на несколько повышенные значения его скоростей, наблюдаемых вдоль северного побережья моря, по сравнению с их значениями вдоль южного побережья. Это различие в среднем составило 1,6 см/с (соответственно 9,6 см/с и 8,0 см/с). Нужно обратить также внимание на то, что распределение скоростей вдоль оси потока ОЧТ имеет не монотонный, а очаговый характер. Уместно отметить также, что из-за своеобразного географического строения побережья Черного моря, а именно из-за сближения в его средней части Крымского и Анатолийского побережий и как бы условного деления моря на две (западную и восточную) части, происходит сгущение изотак и усиление скорости ОЧТ при прохождении его в этих районах. У крымского побережья (район мыса Сарыч) среднемноголетняя климатическая скорость ОЧТ достигает своего абсолютного максимума, равного 12 см/с, а у Анатолийского побережья (в районе мысов Инджебурун, Бозтеме и Бафра) 9,3 см/с.

Вообще можно констатировать, что в среднегодовом формате очаги повышенных скоростей вдоль струи ОЧТ выделяются на севере моря у южного побережья Крыма и несколько к западу от него (рис. 3). Средняя скорость здесь оценивается в 10,5 см/с (с максимумом 12,0 см/с и минимумом 8,7 см/с). Второй очаг в северной части моря располагается к востоку от вышеупомянутого, здесь средняя скорость составляла 8,6 см/с (с максимумом 9,0 см/с и минимумом 8,4 см/с). В восточной части моря, вдоль кавказского побережья, струя ОЧТ имела северо-западное направление, а ее средняя скорость была равна 9,7 см/с (с максимумом 11 см/с и минимумом 8,1 см/с). Вдоль южного побережья моря выделяются 3 очага повышенных скоростей. В средней части вышеупомянутый очаг у мысов со средней скоростью 8,4 см/с (с максимумом 9,3 см/с и минимумом 7,7 см/с); в юго-западной части моря вблизи пролива Босфор выделяется область повышенных скоростей, в среднем характеризующая значениями равными 7,9 см/с (с максимумом 9,5 см/с и минимумом 7,2 см/с). На юго-востоке моря в потоке ОЧТ, отошедшем от свала глубин и пересекавшем район по глубоководному участку, скорость его в среднегодовом масштабе составляла 7,7 см/с (с максимумом 7,9 см/с и минимумом – до 6,6 см/с). Охарактеризовать скорости ОЧТ вдоль довольно широкого западного шельфа нам, к сожалению, не удалось из-за имевшего здесь место брака исходных данных в некоторых квадратах.

Анализируя распределение среднегодовых величин расходов воды в верхней 300–метровой толще на акватории моря (рис. 4), рассчитанных динамическим методом по климатическим данным температуры и солености воды в узлах анализируемых квадратов, можно констатировать, что это распределение в основном качественно аналогично вышеизложенным результатам скоростей течений на акватории моря. Наблюдаются те же очаги максимумов расходов, которые были присущи максимумам скоростей течений в струе ОЧТ, так же располагается и характеризуется минимальными значениями расходов воды зона основной Черноморской дивергенции вод и т.п. Это вполне понятно, поскольку выполненные расчеты расходов определяются однозначно величинами скоростей. Говоря об абсолютных величинах расходов воды, отметим, что при заданной толщине слоя 300 метров и расстоянии между станциями (квадратами), равными 40 милям (~74,1 км) при реальных среднегодовых климатических значениях скоростей в Черном море в пределах от 0 до 10–12 см/с, мы получаем расходы воды менее  $1 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ , т.е. меньше 1 свердрупа.

На основе анализа приведенных на рис. 4 значений расходов воды вдоль струи ОЧТ отметим, что максимальное значение расхода (как и скорости течения) было обнаружено на севере моря, приурочено к южному побережью Крыма и составляло  $1 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ . На северном побережье в восточной части моря максимальные расходы ОЧТ составляли  $0,9 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ , минимальные –  $0,8 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ , а средняя величина расхода была равна  $0,85 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ . Вдоль кавказского побережья средняя величина расхода воды вдоль

максимума струи ОЧТ составила  $0,82 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  с колебаниями от  $1,0 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  (максимум) до  $0,7 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  (минимум).

В трех очагах максимальных расходов вод, располагавшихся вдоль южного побережья моря, величины расходов характеризовались следующими значениями: в юго-западной части моря вблизи пролива Босфор средний расход был равен  $0,81 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  при максимуме  $1,0 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  и минимуме  $0,7 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ . В средней части южного побережья моря (район м. Бозтепе, м. Инджебурун) средний расход воды в струе ОЧТ был равен  $0,76 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ , с максимумом  $0,90 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  и минимумом  $0,60 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ . В юго-восточной части моря расход ОЧТ над глубоководным районом в среднем составлял  $0,7 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ , при максимуме  $0,8 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  и минимуме  $0,6 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

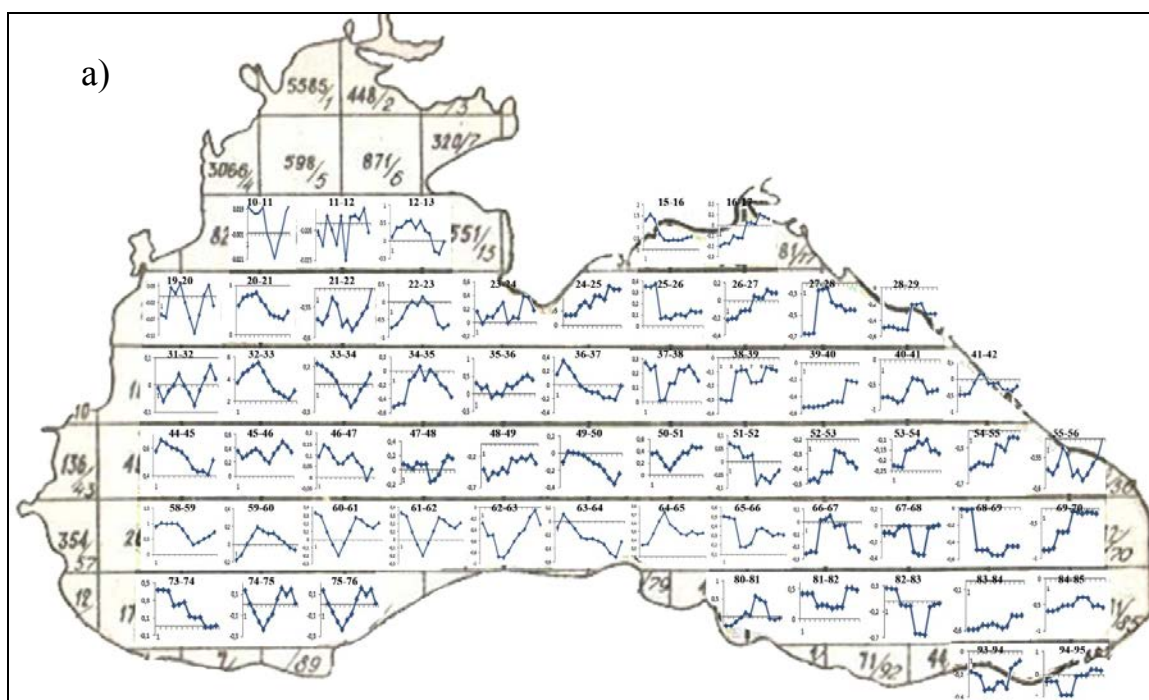
У западного побережья Черного моря, после проведенной нами корректуры исходных данных (устранение брака в отдельных квадратах этого региона), выполненные оценки среднегодовой величины максимального расхода воды в струе ОЧТ по климатическим данным были равны в среднем  $0,83 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  при максимуме  $0,90 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  и минимуме  $0,77 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Выполненные оценки расчета минимальных величин расхода масс воды вдоль оси зоны дивергенции дали значение менее  $0,1 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Для анализа сезонной изменчивости расхода воды на акватории моря были построены, для каждого квадрата, пара графиков сезонного хода меридиональной и зональной компонент расхода воды и их пространственное распределение по всему морю (рис 5 а, 5 б).

В общем можно констатировать, что в сезонной изменчивости расходов воды в потоках вод Черного моря, и прежде всего в ОЧТ, максимум приурочен к зимне-весеннему периоду, а минимум – к летне-осеннему времени года.

Анализ показал, что из всего массива проанализированных квадратов (71 квадрат) лишь в 50 из них (70 %) доминировала годовая периодичность с одним максимумом и одним минимумом. Во внутригодовой изменчивости остальных 21 квадрата (30 %) наблюдалась полугодовая периодичность или даже изменчивость имела более сложный характер.



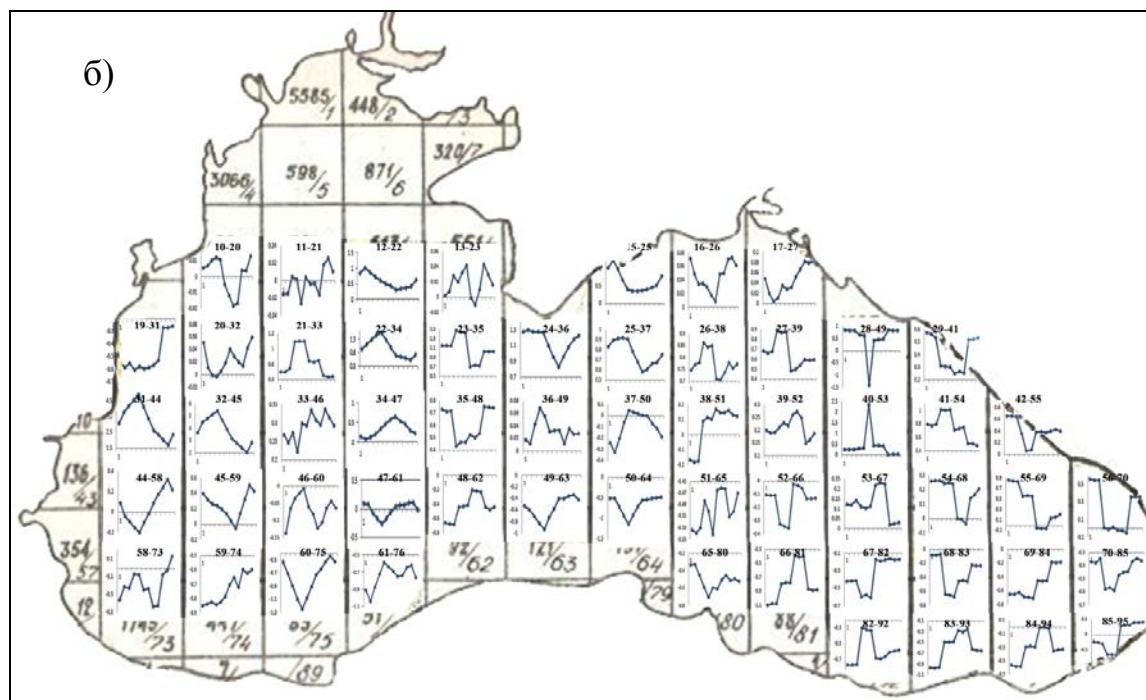


Рис. 5 – Сезонный ход расхода масс воды Черноморскими потоками по квадратам: меридиональная (а) и зональная (б) компоненты ("-" – перенос на север и "+" – перенос на юг). Цифры сверху каждого графика означают номера квадратов, между которыми проводились расчеты.

Проведенный анализ положения на акватории моря квадратов со сложной внутригодовой изменчивостью показал их приуроченность к районам моря, расположенным вблизи свала глубин СЗ шельфа, прилегающим к югу от Керченского пролива и к северу от пролива Босфор, а также расположенным вблизи устьев рек.

Проведенный анализ положения на акватории моря квадратов со сложной внутригодовой изменчивостью показал их приуроченность к районам моря, расположенным вблизи свала глубин СЗ шельфа, прилегающим к югу от Керченского пролива и к северу от пролива Босфор, а также расположенным вблизи устьев рек.

Нам представляется, что происходящие вторжения в акваторию прилегающих районов моря в поверхностном и подповерхностном слоях холодных шельфовых вод, азовоморских и речных вод и их взаимодействие и перемешивание с собственными водами этих регионов, вызывают вышеупомянутые нарушения и изменения в их сезонной изменчивости.

Говоря о конкретных месяцах экстремумов, наблюдающихся в потоке вод ОЧТ по периметру Черного моря, можно констатировать, что в районах моря, прилегающих к западному, юго-западному (район пр. Босфор) и южному (район м. Инджебурун) его побережьям, они хорошо согласуются с месяцами паводка и межени крупных рек СЗЧМ. Максимум наблюдается в мае, а минимум в ноябре.

В юго-восточной части Черного моря непосредственно, вдоль побережья, максимум в сезонной изменчивости расхода ОЧТ наблюдается в январе-марте, а минимум – в октябре-декабре. Экстремумы вдоль струи ОЧТ, располагающейся в этом районе не вдоль свала глубин шельфа, а заметно мористее, были отмечены в апреле-июне – максимум и в октябре-декабре – минимум.

Вдоль кавказского побережья максимум в сезонной изменчивости расходов ОЧТ наблюдался в январе-марте, а минимум – в июле-сентябре месяце. В мористой части

восточного побережья в струе ОЧТ максимум смещался на май-июнь, а минимум – на октябрь-декабрь.

У северного побережья Черного моря, в прибрежных районах, максимум в сезонной изменчивости расхода воды наблюдался в феврале - апреле, а минимум в июле - августе; в мористой части (в ОЧТ) максимум был в апреле-июне, а минимум – сентябре-декабре.

Говоря об амплитуде сезонных колебаний расходов в струе ОЧТ можно констатировать довольно устойчивый и стабильный ее характер. В среднем на северном, восточном и южном побережьях ее величина составляла  $0,6 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  и, чуть ниже, на западном  $0,4 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  с колебаниями от  $0,2 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  до  $1,0 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Наряду с изложенными выше результатами климатических оценок интегрального среднегодового переноса масс воды Основным черноморским течением и другими потоками Черного моря, а также анализом их сезонной изменчивости, представилось интересным остановиться вкратце на некотором своеобразном внутригодовом характере хода меридионального переноса масс воды, обнаруженном в квадратах, прилегающих к проливам Керченскому (кв. 16-17) и Босфор (кв. 73-74), рис.5 а.

Внутригодовой ход переноса масс воды в этих квадратах (их меридиональная компонента) существенно отличается от характера подобной изменчивости в большинстве квадратов моря и явно свидетельствует о хорошо выраженном в течение года однонаправленном стоке масс воды из Черного моря в Мраморное через пролив Босфор, в первом случае, и наличии заметно выраженного обмена водами через Керченский пролив – во втором (рис. 5а). Выполненные нами оценки стока черноморских вод в Мраморное море на основе анализа этих данных оказались равными  $0,0215 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  (или  $677 \text{ км}^3/\text{год}$ ).

Результаты расчетов среднегодового стока черноморских вод в Мраморное море через пролив Босфор, проведенные нами, показали, что в среднем он составляет  $421 \text{ км}^3/\text{год}$  при максимуме  $1028 \text{ км}^3/\text{год}$  и минимуме  $189 \text{ км}^3/\text{год}$ , что совпадает с данными авторов [1].

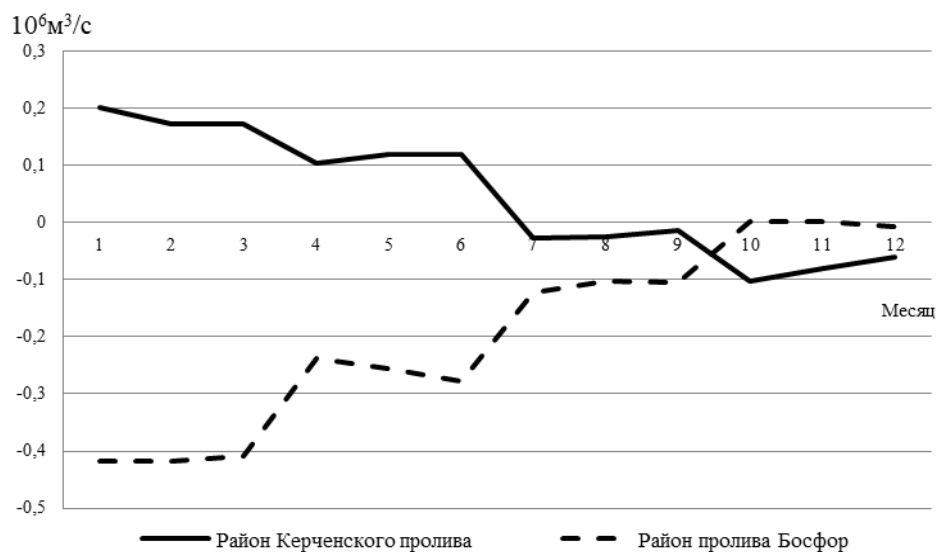


Рис. 6 – Годовой ход меридиональной компоненты расхода воды в районе Керченского пролива (кв. 16-17) и пролива Босфор (кв. 73-74) (положительные и отрицательные значения означают направление потока).

Согласно проведенным нами расчетам (рис. 6), в Керченском проливе в течение первой половины года наблюдался перенос черноморских масс вод в Азовское море, а в течение второй половины года отмечается обратный процесс сток азовоморских вод в Черное море. К сожалению, количественные величины этого стока получились заметно завышенными по сравнению с имеющимися в литературных источниках данными, тогда как полученный нами сток в Мраморное море хорошо вписывается в эти представления [1]. Отметим, что согласно проведенным нами расчетам (рис. 6), в Черное море втекает  $356 \text{ км}^3/\text{год}$  азовоморских вод, а



вытекает из Черного моря в Азовское 529 км<sup>3</sup>/год. Это в 7- 13 раз выше приводимых в [1] данных. Согласно [1], приток Азовских вод в Черное море составляет в среднем 53,7 км<sup>3</sup>/год, а черноморских вод в Азовское – 41,5 км<sup>3</sup>/год.

**Выводы.** Проведенные исследования, выполненные по расчетам среднегодовых скоростей течений и расходов масс воды на акватории всего Черного моря, на основе данных климатических термохалинных характеристик (в узлах квадратов 40×40 миль), позволяют сделать следующие заключения и выводы о характере циркуляции вод ОЧТ и вдоль свала глубин шельфа Черного моря:

1. Анализ построенных среднегодовых карт распределения векторов течений и расходов масс воды на акватории Черного моря подтвердил согласованность рассчитанных нами данных с общеизвестной схемой горизонтальной циркуляции вод Черного моря, главным звеном которого является Основное Черноморское течение (ОЧТ), характеризующееся повышенными скоростями по контуру моря (по свалу глубин шельфа) и сходимостью (конвергенцией) вод в потоке ОЧТ.

2. Выявлен определенный дисбаланс в скоростях ОЧТ, наблюдаемых вдоль северного и южного побережий. Среднегодовые значения скоростей вдоль северного побережья в струе ОЧТ находятся в пределах 9,6 см/с, а вдоль южного – лишь 8,0 см/с.

3. Показано, что распределение по акватории моря среднегодовых величин скоростей течений вдоль струи ОЧТ носит не монотонный, а очаговый характер. Выделено ряд очагов по контуру моря, присущих ОЧТ.

4. Распределение по акватории моря среднегодовых величин расходов масс воды показало качественную схожесть их во многом с описанными скоростями течений. Среднегодовые значения величины переноса масс воды по контуру моря в ОЧТ составили в среднем  $0,83 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$ , с колебаниями от  $1,0 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  (максимум на севере моря) до  $0,7 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{с}$  (минимум в его юго-восточном секторе). Выделены особенности сезонной изменчивости зональной и меридиональной компонент расхода масс воды в каждом из рассмотренных на акватории Черного моря квадратов.

#### Список литературы

1. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря – С.: НАН Украины, Морской гидрофизический институт, 2011. – 212 с.
2. Блатов А.С., Иванов В.А. О вихреобразовании в Черном море // Комплексные исследования Черного моря. – Севастополь: МГИ АН Украины. – 1979. – С. 43–51.2.
3. Зацепин А.Г., Кременецкий В.В., Станичный С.В., Бурдюков В.М. Бассейновая циркуляция и мезомасштабная динамика Черного моря под ветровым воздействием // Современные проблемы динамики океана и атмосферы: Сб. М: Триада ЛТД. – 2010. – С. 347–368.
4. Титов В.Б. О характере циркуляции и вертикальной структуре течений в восточной части Черного моря // Океанология – 1980. – Т. 20, № 3. – С. 425–431.
5. Блатов А.С., Булгаков Н.П., Иванов В.А. и др. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 239 с.
6. Динамические процессы береговой зоны моря / Под ред. Р.Д. Косьяна, И.С. Подымова, Н.В. Пыхова. – Москва: Научный мир, 2003. – 320 с.
7. Статистические характеристики термохалинной структуры вод Черного моря // Сб. под ред. Э.Н. Альтмана. Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Государственный океанографический институт. Севастопольское отделение. – С., 1987. – 302 с.
8. Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів. – К.: ДУ «Держгідрографія», 2009. – 356 с.
9. Белевич Р.Р., Андрианова О.Р., Попов Ю.И., Скита М.И. Особенности климатической циркуляции вод Черного моря по данным распределения динамических высот вдоль оси зоны черноморской дивергенции // Український гідрометеорологічний журнал – 2011. – № 8. – С. 234–241.

#### Оцінка особливостей циркуляції вод Чорного моря по кліматичним даним.

**Белевич Р.Р., Сриберко А.В., Степанова Ю.В.**

*Проведено аналіз особливостей циркуляції вод Чорного моря по кліматичним даним. Обчислені середньорічні величини швидкостей течій і витрат мас води в Чорному морі динамічним методом, а також проведені оцінки сезонних максимальних і мінімальних переносів. Виявлено періоди активного розвитку динамічних процесів на акваторії моря і періоди їх ослаблення.*

**Ключові слова:** циркуляція вод Чорного моря, Основна Чорноморська течія, швидкість течії, витрата мас води.

**Evaluation circulation features of the Black Sea on climate data. Belevich R., Sryberko A., Stepanova Y.**

*The analysis of the features of water circulation in the Black Sea on climate data was carried. The annual average flow velocity and the water rate in the Black Sea were calculated by the dynamic method and the evaluations of the maximum and minimum the seasonal water flows were made. The periods of active development of dynamic processes in the waters of the sea and periods of weakening were established.*

**Keywords:** water circulation of the Black Sea, the Black Sea during the main, the flow rate, mass flow rate of water.