

# СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЦИКЛОНИЧЕСКИХ КРУГОВОРОТОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ю.В. Артамонов, В.Н. Белокопытов,  
Е.А. Скрипалева

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: ocean@mhi2.sebastopol.ua

*В работе анализируется сезонная изменчивость геострофических потоков, формирующих основные циклонические круговороты Черного моря на основе наиболее полного в настоящее время массива гидрологических данных (Белокопытов, 2004). Установлено, что два крупномасштабных циклонических круговорота прослеживаются большую часть года, как отдельные самостоятельные образования, хотя в некоторые месяцы, преимущественно зимой-весной, их пограничные периферии в центральной части моря существенно ослабевают.*

**Введение.** В настоящее время достигнуты значительные успехи в изучении циркуляции вод Черного моря. Обобщение результатов классических экспериментальных работ [1 – 3], диагностического и численного моделирования [4 – 7], а также последних достижений спутниковой альтиметрии [8], показало, что циркуляция вод Черного моря представляется системой крупномасштабных, главным образом циклонических, круговоротов и прибрежных антициклонических круговоротов, которые подвержены значительной сезонной изменчивости. Последние исследования на базе наиболее полного массива гидрологических данных [9, 10] представляют сезонную динамику крупномасштабных циклонических круговоротов в виде следующей обобщенной схемы. В январе-марте наблюдается единый круговорот с центром в восточной части моря; в апреле-мае – единый круговорот с центром в западной части моря; в июне-июле – два круговорота, западный более интенсивен; в августе-сентябре – два круговорота, из них более интенсивен восточный; в октябре-декабре – два круговорота равной интенсивности.

Развивая результаты [9, 10], в настоящем исследовании основное внимание уделяется анализу сезонной изменчивости гео-

строфических потоков, формирующих пограничные (смежные) периферии крупномасштабных циклонических круговоротов.

**Материалы и методика.** Массив гидрологических данных, используемый в работе, создан на основе банков океанографических данных МГИ НАН Украины и Морского отделения УкрНИГМИ. Общее число гидрологических станций составило 130320 [10]. В настоящее время этот массив является наиболее полным массивом гидрологических данных для Черного моря. Фактические измерения были проинтерполированы на стандартные горизонты в узлы регулярной 10-мильной сетки, при этом использовалась методика, подробно описанная в работе [10]. Далее были рассчитаны зональные и меридиональные геострофические скорости относительно отсчетного горизонта 300 м. Среднегодовая динамическая топография, показывающая среднее положение циклонических круговоротов, представлена на рисунке 1.

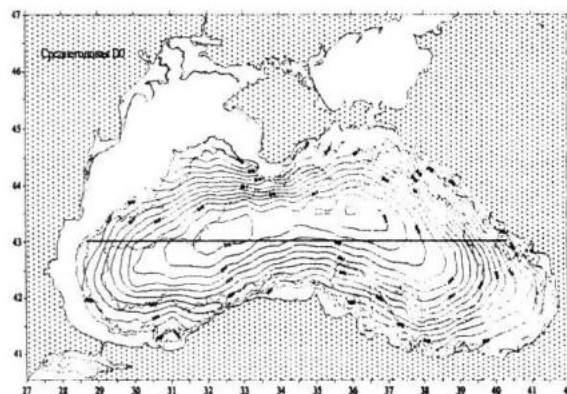


Рисунок 1 – Среднегодовая динамическая топография на поверхности относительно 300 м и положение разреза, который представлен на рисунке 2

Анализ внутригодовой изменчивости меридиональных геострофических потоков, формирующих пограничные периферии круговоротов, указывает на их интенсивную сезонную изменчивость (рис. 2). Причем достаточно сложно выбрать зональное сечение, которое наиболее репрезентативно отражало бы эту изменчивость, так как центры круговоротов существенно смещены по широте и их положение изменяется от сезона к сезону. Поэтому для каждого зонального сечения с дискретностью расчетной сетки между 42° и 44° с.ш., для каждого месяца, были выбраны экстремумы меридиональной скорости, соответствующие

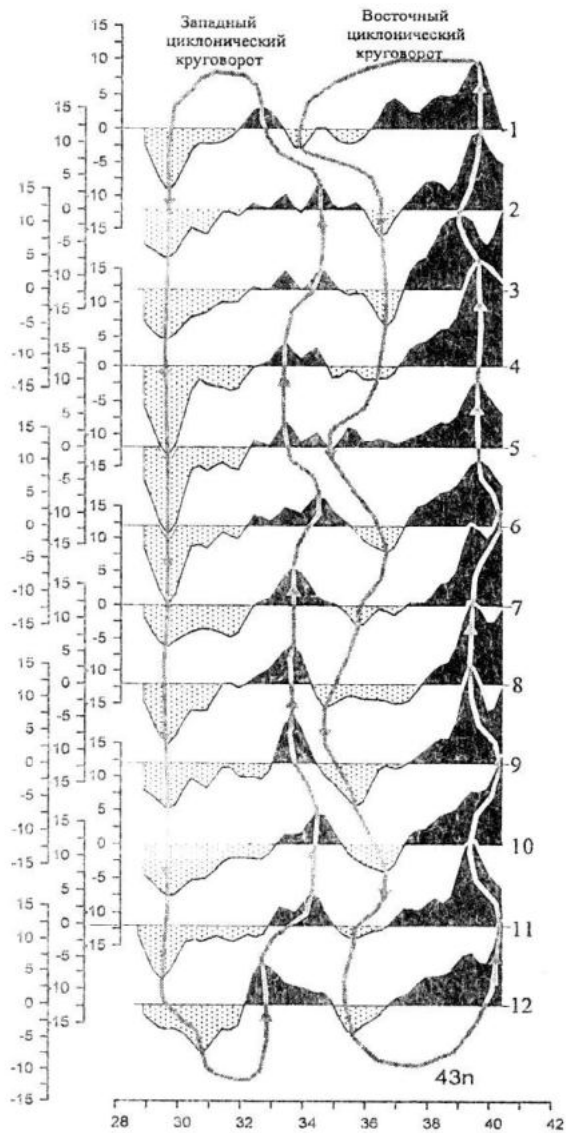


Рисунок 2 – Внутригодовая изменчивость меридионального компонента геострофической скорости на горизонте 0 м вдоль 43° с.ш.

пограничным перифериям круговоротов и проанализирована их внутригодовая изменчивость (рис. 3).

**Анализ результатов.** На рисунке 3 жирными серыми линиями показано положение широты смена знака зонального компонента геострофической скорости на восточной (западной) периферии западного (восточного) циклонического круговорота.

Минимум зональной скорости, характеризующий положение широтной оси круговоротов, большей частью не совпадает с минимумом меридиональной скорости. На восточной периферии западного циклонического круговорота минимумы зональной и меридиональной скорости практически совпадают только в январе-феврале. В это время на западной периферии восточного

круговорота наблюдается значимая меридиональная составляющая скорости в южном направлении. Таким образом, в январе-феврале циркуляция в Черном море представляется в виде основного циклонического круговорота, на фоне которого сохраняется восточный круговорот.

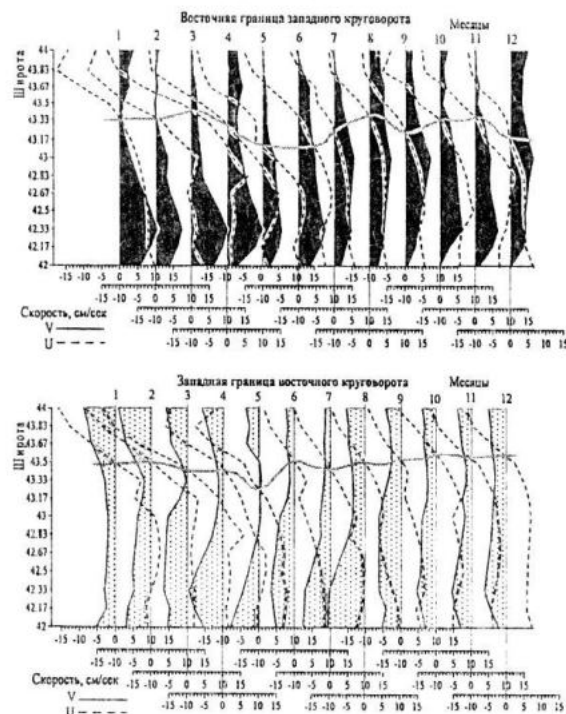


Рисунок 3 – Внутригодовая изменчивость меридиональной (сплошная линия) и зональной (пунктир) составляющих геострофической скорости на горизонте 0 м вдоль пограничных периферий циклонических круговоротов

В марте-апреле усиливается западный круговорот и ослабевает восточный. В мае восточный круговорот практически разрушается и в июне-июле его западная периферия значительно ослаблена. С августа по декабрь оба круговорота достаточно хорошо развиты. Отмечается некоторое ослабление западного циклонического круговорота в октябре-ноябре (рис. 4).

**Выводы.** Сезонная изменчивость меридиональных течений в центральной части Черного моря, где наблюдаются слабые зональные скорости, служит хорошим показателем сезонной изменчивости циклонических круговоротов. При этом полученные по этому признаку закономерности качественно согласуются с предложенной ранее схемой [10]. Вместе с тем, можно внести некоторую коррекцию в предложенную схему. Используемый подход позволяет констатировать, что в климатическом плане

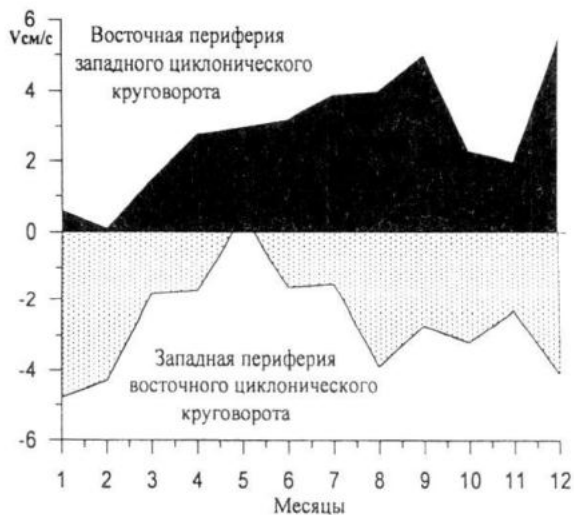


Рисунок 4 – Внутригодовая изменчивость меридиональной составляющей геострофической скорости на горизонте 0 м в центральной части моря, где зональная составляющая скорости близка к нулю

только в течение двух-трех месяцев можно ожидать полное исчезновение циклонических круговоротов, соответственно, западного круговорота в январе-феврале и восточного – в мае. В остальные месяцы года при нулевом зональном компоненте наблюдаются меридиональные скорости на смежных перифериях круговоротов. К сожалению, центральная часть Черного моря относительно слабо обеспечена гидрологическими наблюдениями, а динамический метод имеет ряд недостатков, поэтому более глубокое понимание особенностей взаимодействия циклонических круговоротов лежит на пути дальнейшего совершенствования численных моделей с усвоением более полных массивов гидрологических и спутниковых данных, а также обобщения измерений, выполненных с помощью дрейфтеров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Д.М. Филиппов. Циркуляция и структура вод Черного моря. – М.: Наука, 1968. – 136 с.
2. А.С. Блатов, Н.П. Булгаков, В.А. Иванов и др. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 240 с.
3. С.Г. Богуславский, А.С. Саркисян, Т.З. Джиоев, Л.А. Ковешников. Анализ расчета течений Черного моря // Изв. АН СССР. ФАО, 1978. – 12. – № 3. – С. 337 – 340.
4. Т.З. Джиоев, А.С. Саркисян. Прогностические расчеты течений в Черном море // Изв. АН СССР. ФАО, 1976. – 12. – № 2. – С. 217 – 223.
5. В.Н. Еремеев, С.В. Кочергин. Численное моделирование внутрисезонной изменчивости циркуляции вод Черного моря / Препринт. – Севастополь, 1991. – 31 с.
6. В.В. Кныш, С.Г. Демышев, Г.К. Коротаев. Методика реконструкции климатической сезонной циркуляции Черного моря по основе ассимиляции гидрологических данных в модели // МГЖ, 2002. – № 4. – С. 36 – 52.
7. О.А. Саенко, В.В. Кныш, Г.К. Коротаев. Опыт воспроизведения сезонного климата Черного моря на основе усвоения гидрологических данных // МГЖ, 1999. – № 1. – С. 21 – 41.
8. T. Oguz, P.E. La Violette, U. Unluatta. The upper layer circulation of the Black Sea: its variability as inferred from hydrographic and satellite observation // J. Geophys. Res., 1992. – V. 97. – № C8. – P. 12569 – 12584.
9. В.Н. Белокопытов. Сезонная изменчивость термохалинной и гидролого-акустической структуры вод Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – Вып. 8. – С. 12 – 22.
10. В.Н. Белокопытов. Термохалинная и гидролого-акустическая структура Черного моря / Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук // Рукопись. – Севастополь, 2004. – 143 с.