

В. А. БУБНОВ, К. В. МОРОШКИН, В. Д. ЕГОРИХИН

МЕЗОМАСШТАБНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В ОТКРЫТОМ ОКЕАНЕ

(Представлено академиком Л. М. Бреговским 5 VIII 1974)

Принято считать ⁽¹⁾, что за пределами поверхностного и придонного пограничных слоев течения в открытом океане, исключая приэкваториальную зону и области сильных струйных течений, при масштабах пространственно-временного осреднения, превышающих несколько десятков километров и несколько суток, носят квазигеострофический характер. Для крупномасштабных явлений океанической циркуляции это установлено на массовом материале наблюдений. Исследование же мезомасштабных движений в открытом океане началось лишь в последние годы, и природа их недостаточно изучена. В связи с этим представляют интерес результаты измерений на советском гидрофизическом полигоне 1970 г. в тропической Атлантике ^(2, 3).

Инструментальные измерения течения на полигоне осуществлялись с конца февраля по начало сентября в 17 точках, расположенных на четырех лучах симметричного креста, ориентированных по меридиану и параллели. Центр полигона находился в точке 16°30' с. ш., 33°30' з. д. Интервалы между соседними точками наблюдений увеличивались при удалении от центра и составляли на каждом луче 5, 10, 17,5 и 24 мили. В каждой точке измерения осуществлялись на 10 горизонтах с дискретностью 30 мин.

С марта по сентябрь выполнено пять квазисиноптических гидрологических съемок района полигона с глубоководными станциями до 1500 м, расположенными в узлах квадратной сетки с шагом 15 (первые три съемки) и 30 (четвертая и пятая съемки) морских миль (рис. 1).

Путем сопоставления дисперсий динамических высот, рассчитанных от поверхности 1500 дбар по данным съемок и близким им по продолжительности многосуточных станций, с учетом погрешностей измерений, установлена значимость пространственной изменчивости динамического рельефа в рассматриваемых масштабах на глубинах свыше 150 м, что свидетельствует о принципиальной возможности построения динамических карт для этих глубин. Однако для получения стационарной картины мезомасштабных геострофических течений исходные данные необходимо подвергнуть фильтрации с целью подавления короткопериодных возмущений поля плотности. С этой целью динамические высоты, рассчитанные для стандартных уровней по наблюдаемому распределению плотности относительно поверхности 1500 дбар, в соответствии с методикой М. Н. Кошлякова ^(1, 4) сглаживались по формуле

$$\begin{aligned} \bar{D}_{i,j} = & 0,28D_{i,j} + 0,13(D_{i-1,j} + D_{i,j-1} + D_{i,j+1} + D_{i+1,j}) + \\ & + 0,05(D_{i-1,j-1} + D_{i-1,j+1} + D_{i+1,j-1} + D_{i+1,j+1}), \end{aligned}$$

где i и j обозначают порядковые номера зональных и меридиональных рядов сетки гидрологических станций.

Сглаживание динамических высот на граничных станциях выполнялось по той же формуле путем четного продолжения наблюдаемого поля за границы области наблюдений.

Представленные на рис. 1 сглаженные динамические карты дают последовательные во времени образцы мезомасштабной геострофической циркуляции вод в районе полигона на глубине 300 м (подобные карты построены

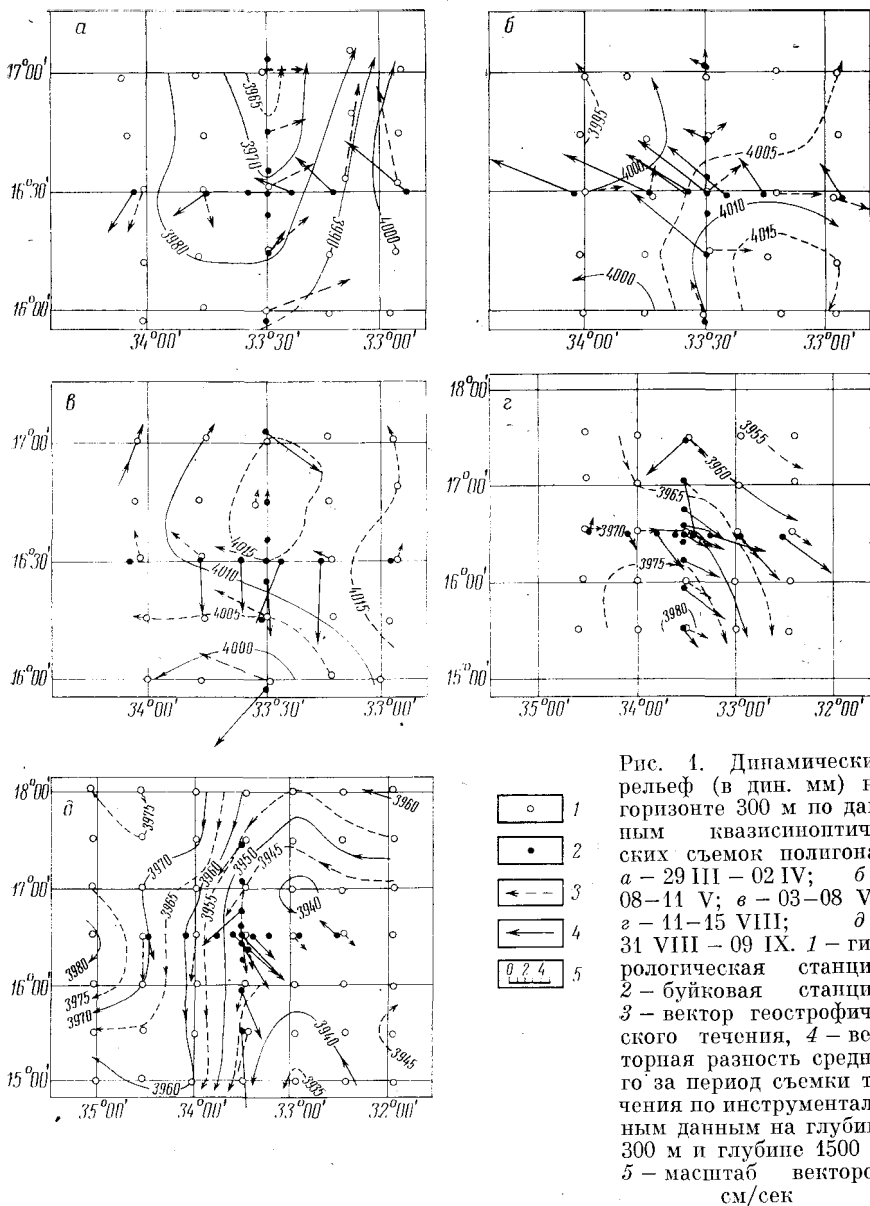


Рис. 1. Динамический рельеф (в дин. мм) на горизонте 300 м по данным квазисиноптических съемок полигона: а - 29 III - 02 IV; б - 08-11 V; в - 03-08 VI; г - 11-15 VIII; д - 31 VIII - 09 IX. 1 - гидрологическая станция, 2 - буйковая станция, 3 - вектор геострофического течения, 4 - векторная разность среднего за период съемки течения по инструментальным данным на глубине 300 м и глубине 1500 м, 5 - масштаб векторов, см/сек

также и, для горизонтов 200 и 600 м). Как видно из рисунка, ни одна из двух последовательных съемок не зафиксировала одинаковой или подобной схемы геострофической циркуляции. Вместе с тем в период каждой съемки наблюдалась единая для всей бароклинной толщи океана схема геострофического движения вод. Таким образом, от съемки к съемке, т. е. за промежуток времени от двух до четырех недель, во всем бароклинном слое плотностное поле успевает коренным образом перестроиться.

Для проверки достоверности рассчитанных в геострофическом приближении схем движения вод в районе полигона выполнено сопоставление геострофических векторов с векторами истинного движения, в качестве которых использованы векторы, полученные в результате осреднения за периоды съемок данных инструментальных измерений и предварительно подвергнутые фильтрации для подавления приливных и инерционных колебаний⁽⁵⁾.

Чтобы исключить влияние ошибок выбора отсчетной поверхности на результаты сравнения геострофических и истинных течений, на схемы геострофической циркуляции (рис. 1) в точках наблюдения течений нанесены векторные разности между истинной скоростью на горизонте 300 м и на глубине отсчетной поверхности (1500 м). Эти разности для удобства изложения в дальнейшем называются просто истинным течением.

В результате анализа материалов первой съемки (рис. 1а) приходим к выводу, что схема течений в геострофическом приближении, хотя и не находится в полном соответствии со схемой истинного движения вод, в принципе и не противоречит ей.

В наблюдениях в период второй и третьей съемок (рис. 1б, в) не обнаружено геострофического равновесия в системе мезомасштабной циркуляции.

Как видно из рис. 1г, во время четвертой съемки геострофические векторы по направлению хорошо согласуются с истинными, указывая на преобладание юго-восточного переноса вод. Можно считать, что в период этой съемки течения в районе полигона имели квазигеострофический характер. Имеющиеся данные свидетельствуют также о квазигеострофичности схемы реальной циркуляции вод в районе исследования и в период пятой съемки (рис. 1д).

Таким образом, из пяти рассмотренных примеров мезомасштабной циркуляции в двух случаях получено удовлетворительное соответствие геострофических и истинных течений, в двух случаях такое соответствие отсутствует, один случай можно считать спорным. Это показывает, что геострофическое равновесие даже в условиях открытого океана не является общей закономерностью, присущей мезомасштабным движениям.

По крайней мере две особенности отличают случаи несоответствия схем истинных и геострофических течений от остальных. Одна из них заключается в том, что эти случаи наблюдались в период прохождения через район полигона мезомасштабного антициклонического вихревого возмущения в поле скорости. При анализе синоптических картин течений по инструментальным данным установлено (⁵, ⁶), что этот соизмеримый с размерами полигона вихрь имел эллиптическую форму, прослеживался на всех глубинах, охваченных измерениями, и двигался через полигон с середины апреля по начало июля в направлении с ВСВ на ЗЮЗ. В период между второй и третьей съемками центр этого возмущения совпадал с центром полигона. Отсутствие проявлений указанного антициклонического вихря в наблюдаемом во время второй и третьей съемок поле плотности и связанное с этим несоответствие схем геострофических и истинных течений позволяет сделать предположение, что возможной причиной такого несоответствия является негеострофическая природа самого вихревого возмущения.

Другая особенность второй и третьей съемок состоит в их существенно меньшем пространственном масштабе по сравнению с двумя последующими съемками. Поэтому не лишены смысла представляется предположение, что масштаб движения, с которым мы имеем дело по данным второй и третьей съемок, меньше того критического, для которого еще оправдано геострофическое приближение.

Атлантическое отделение
Института океанологии им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР
Калининград

Поступило
8 II 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Н. Кошляков, Л. И. Галеркин, Чыонг Динь Хиен, *Океанология*, т. 10, в. 5, 805 (1970). ² Л. М. Бреховский, М. Н. Кошляков и др., *ДАН*, т. 198, № 6, 1434 (1971). ³ В. Г. Корт, *Вестн. АН СССР*, № 2, 92 (1971). ⁴ М. Н. Кошляков, У. М. Grachev, *Deep-Sea Res.*, в. 20, 524 (1973). ⁵ В. Г. Корт, М. Н. Кошляков и др., *Изв. АН СССР, Физ. атм. и океана*, т. 9; № 1, 405 (1973).