

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ МАКСИМУМА ЧАСТОТЫ ВЯЙСЯЛЯ- БРЕНТА В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ

Ю.В.Артамонов, А.Е.Букатов,
Н.М.Соловей.

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoi@alpha.mhi.iuf.net

Рассматривается фоновое распределение глубины залегания максимума частоты Вяйсяля-Брента в Атлантическом океане. Исследуется его сезонная изменчивость и взаимосвязь с элементами крупномасштабной геострофической циркуляции.

Введение. Известно, что пространственно-временные и энергетические параметры внутренних волн зависят от стратификации плотности. Поэтому исследование гидрологических условий существования внутренних волн основывается на анализе вертикального распределения частоты Вяйсяля-Брента $N(z)$. Обычно $N(z)$ возрастает с глубиной от поверхности до слоя скачка плотности, где достигает своего максимума, а затем плавно убывает с глубиной. В [1,2] предложены аналитические уравнения для $N(z)$ для глубокого океана.

Однако, в верхнем слое океана вертикальный профиль частоты Вяйсяля-Брента имеет значительную пространственно-временную изменчивость. В связи с этим возникает интерес к исследованию распределения $N(z)$ по глубине с использованием массивов гидрологических данных.

В зависимости от поставленных задач, частоту Вяйсяля-Брента исследуют либо по фактическим гидрологическим данным, либо по данным климатических массивов. Наиболее подробное исследование поля частоты Вяйсяля-Брента на основе массива реальных многолетних гидрологических данных для Северной Атлантики в полосе широт от 0° до 60° с.ш. проведено в работах [3,4]. Для пространственного осреднения использовались двухградусные трапеции, для временного – полугодия. Появление современных более полных баз гидрологических данных позволяет исследовать пространственную структуру поля частоты

Вяйсяля-Брента в более широкой акватории Атлантики, используя меньшие масштабы пространственного и временного осреднения. Так как целью данной работы является получение фоновых закономерностей распределения поля частоты Вяйсяля-Брента на сезонном масштабе, то целесообразно использование климатического массива гидрологических данных.

Материалы и методика. Расчёты проводились на основе широко используемого в настоящее время массива LEVITUS-BOYER-94 [5] для акватории Атлантического океана в полосе широт от 40° с.ш. до 70° ю.ш. По среднемесячным значениям температуры и солёности в узлах одноградусной сетки рассчитывалась плотность. Полученный массив плотности анализировался на предмет выявления инверсий. Для анализа пространственно-временных закономерностей существования инверсий было выбрано 5 районов, наиболее обеспеченных гидрологическими данными (район Гольфстрима (1), северо-западная часть Тропической Атлантики (2), район апвеллинга у северо-западного берега Африки (3), район апвеллинга у юго-западного берега Африки (4) и зона слияния Бразильского и Фолклендского течений (5)) (рис.1).

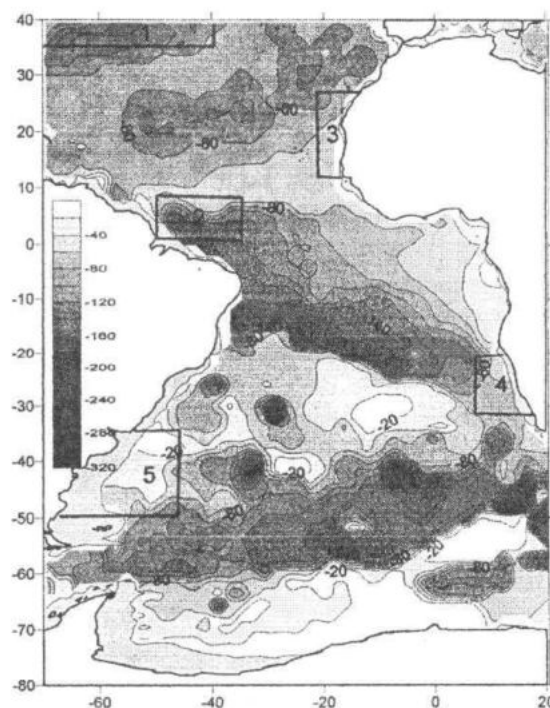


Рис. 1 - Глубина залегания максимума $N(z)$ в ноябре. Районы исследования инверсий.

Обнаружена сезонная закономерность появления инверсий плотности. Для Северного и Южного полушарий максимальное количество инверсий наблюдается в зимние месяцы, минимальное – в летние (рис. 2).

Наличие инверсий в климатических фоновых полях отражает высокочастотные процессы, протекающие в океане, которые не сглаживаются при осреднении и интерполяции реальных гидрологических данных.

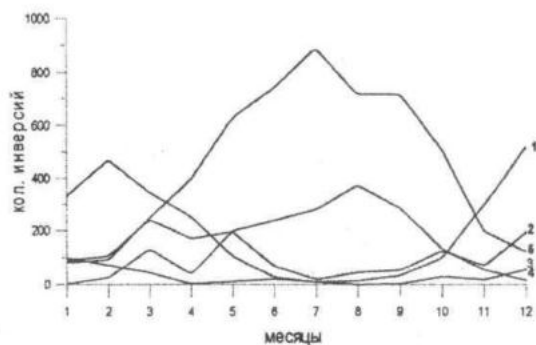


Рис. 2 - Сезонное распределение количества инверсий в районах 1-5.

Для получения устойчивой стратификации массив был скорректирован на инверсии плотности путём замены инверсионных величин значениями, интерполированными по соседним горизонтам. Значения $N(z)$ рассчитывались через градиент плотности

$$N^2(z) = \frac{g}{\rho_0} \frac{d\rho}{dz}$$

Особенности распространяющихся в океане внутренних волн во многом определяются величиной и положением по глубине максимума $N(z)$. Поэтому после расчета $N(z)$ в каждом узле регулярной сетки определялась глубина залегания максимума частоты Вьяйсяля-Брента ($H_{N_{\max}}$) и её значение на этой глубине (N_{\max}). Полученные значения $H_{N_{\max}}$ и N_{\max} для каждого месяца года картировались.

На рис. 3. представлен разрез среднегодовой частоты Вьяйсяля-Брента по 30° з.д. до глубины 500 м. Среднегодовые значения $N(z)$ рассчитывались по среднемесячным значениям частоты Вьяйсяля-Брента. Здесь же представлена глубина залегания максимума $N(z)$ по разрезу и её среднеквадратичное сезонное отклонение.

Рассчитаны также геострофические течения на стандартных горизонтах и

среднеквадратичное отклонение хода зональных скоростей. Подробно методика расчётов изложена в [6]. Пример распределения зональных скоростей геострофических течений вдоль меридиана 30° з.д. представлен на рис. 4.

Анализ результатов. Выявлено, что максимальные значения глубины залегания максимума частоты Вьяйсяля-Брента наблюдаются в зоне Гольфстрима и Северо-Атлантического течения (40° - 30° с.ш.), на Северной периферии Северного пассатного течения (20° - 25° с.ш.), в зоне Центральной и Южной ветвей Южного пассатного течения (10° - 20° ю.ш.), а также в области Центральной ветви Антарктического циркумполярного течения (45° - 55° ю.ш.) (рис. 1,3,4).

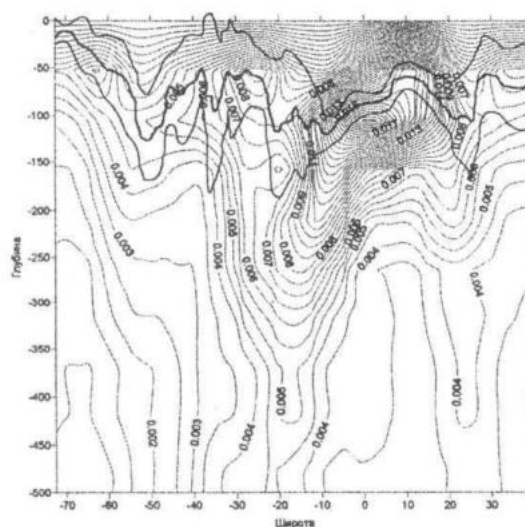


Рис. 3 - Разрез частоты Вьяйсяля-Брента по 30° з.д., глубина залегания максимума $N(z)$ (жирная) и её среднеквадратичное отклонение по разрезу (тонкая).

Минимальные значения глубины залегания максимума $N(z)$ наблюдаются в центре Северного субтропического антициклонического круговорота (28° - 32° с.ш.), в центре Северного тропического циклонического круговорота (10° - 15° с.ш.), в восточной части Южного тропического циклонического круговорота (10° - 20° ю.ш.), в центре Южного субтропического антициклонического круговорота (25° - 30° ю.ш.), к югу от Антарктического циркумполярного течения (в море Уэдделла) (рис. 1,3,4).

Максимальные значения среднеквадратичного отклонения глубины залегания максимума частоты Вьяйсяля-Брента отме-

чаются, в центральных частях Южного и Северного субтропических антициклонических круговоротов (25° - 30° с.ш., 25° - 30° ю.ш.), в зоне действия Северной и Южной ветвей Антарктического циркумполярного течения (48° - 52° ю.ш.) (рис 3,4).

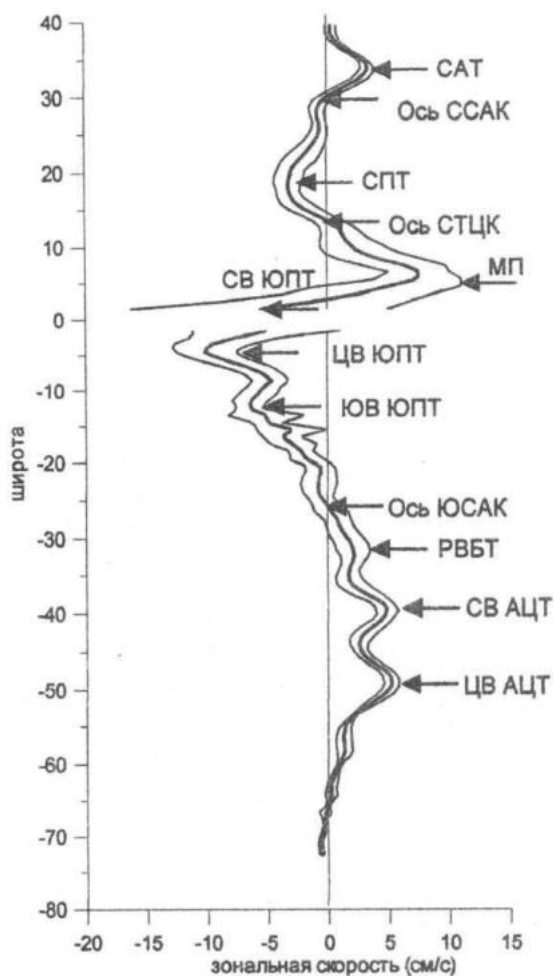


Рис. 4 - Зональная скорость (жирная) и среднеквадратичное отклонение зональной скорости (тонкая) на горизонте 100м. по 30° з.д. САТ – Северо-Атлантическое течение, ССАК – Северный субтропический антициклонический круговорот, СПТ – Северо-пассатное течение, СТЦК – Северный тропический циклонический круговорот, МП – Межпассатное противотечение, СВ ЮПТ – Северная ветвь Южного пассатного течения, ЦВ ЮПТ – Центральная ветвь Южного пассатного течения, ЮВ ЮПТ – Южная ветвь Южного пассатного течения, РВБТ – Рециркуляционная ветвь Бразильского течения, СВ АЦТ – Северная ветвь Антарктического циркумполярного течения, ЦВ АЦТ – Центральная ветвь Антарктического циркумполярного течения.

Минимальные значения среднеквадратичного отклонения H_{Nmax} наблюдаются в

экваториальной области, в зоне северных тропиков (20° - 8° с.ш.), в районе Антарктического побережья (67° - 72° ю.ш.) (рис. 3.4).

Заключение. Проведён анализ фонового распределения глубины залегания максимума частоты Вьяйсяля-Брента в Атлантическом океане на сезонном масштабе. Выявлены области максимальной внутригодовой изменчивости глубины залегания максимума $N(z)$. Показано, что положение этих областей отслеживает структуру крупномасштабной циркуляции вод. Максимальная сезонная изменчивость глубины залегания максимума частоты Вьяйсяля-Брента наблюдается в умеренных широтах - в зонах Северной и Центральной ветвей интенсивных зональных течений (АЦТ), в субтропических широтах - в центральных частях крупномасштабных антициклонических круговоротов (ССАК и ЮСАК).

ЛИТЕРАТУРА

1. Монин А.С., Нейман В.Г., Филошкин Б.Н. О стратификации плотности в океане // ДАН СССР, 1970, Т.191, № 6, - С. 1277-1279.
2. Миропольский Ю.З. Динамика внутренних гравитационных волн в океане. - Л.: Гидрометеиздат, 1981 - 302 с.
3. Булгаков Н.П., Иванов В.А., Иванов Л.И., Ястреб В.П. Распределение частоты Вьяйсяля-Брента в северо-западной части Тропической Атлантики // Экспериментальные и теоретические исследования взаимодействия океана и атмосферы. - Севастополь, МГИ АН УССР, 1983 - С. 113 - 119.
4. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А., Иванов Л.И., Лисичёнок А.Д. Атлас внутренних волн Северной Атлантики. Севастополь: МГИ НАН Украины, 1994 - 74 с.
5. Levitus, S.M., Boyer, P.T., World ocean Atlas 1994, Volume 4: Temperature, National Oceanographic Data Center, Ocean Climate Laboratory, Washington, D.C. June, 1994 - 120 p.
6. Артамонов Ю.В., Булгаков Н.П., Ломакин П.Д. Циркуляция вод деятельного слоя Южной Атлантики // Препринт МГИ НАНУ, Севастополь, 2001 - 86 с.