

ЭВОЛЮЦИЯ И СТРУКТУРА МЕЗОМАСШТАБНОГО АНТИЦИКЛОНИЧЕСКОГО ВИХРЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ: НАТУРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ЛАГРАНЖЕВ АНАЛИЗ

Удалов А.А., Будянский М.В., Пранц С.В., Лобанов В.Б., Ладыченко С.Ю.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток

udalov.aa@poi.dvo.ru

Ключевые слова: вихрь Японского моря, автоматическое детектирование, состав воды, лагранжев анализ.

На широте 39–41° сш в Японском море (ЯМ) происходит слияние субтропических и субарктических вод, что приводит к формированию субполярного фронта, который простирается через весь бассейн от берегов Кореи до Японских островов. Меандрирование фронтального потока сопровождается формированием вихрей различной полярности и размеров, образующихся в результате бароклинной неустойчивости [1]. Квазистационарные фронтальные вихри в северной части ЯМ были отобраны и изучены гораздо реже, чем квазистационарные вихри в южной части моря, такие как теплый квазистационарный антициклон (АЦ) Уллынг в бассейне Уллынг, АЦ над рельефом дна в районе отрога Оки, антициклон Вонсан и циклонический (Ц) вихрь Док между антициклонами Уллынг и Оки [2]. Все эти вихри были хорошо изучены с помощью судовых и спутниковых наблюдений, поверхностных дрейфтеров и буев-профилографов.

В данной же работе была проанализирована область к северу от субполярного фронта на северо-западе ЯМ, где регулярно формируются, циркулируют и затухают мезомасштабные вихри. Фронтальные вихри в северо-западной части ЯМ интересны еще и тем, что они формируются в области смешения теплых субтропических и холодных субарктических вод, что оказывает влияние на морскую экосистему. Это может быть важно для понимания путей переноса субтропических видов рыб. Начиная с последних десятилетий XX века, в северо-западной части ЯМ, вблизи побережья России, все чаще наблюдаются проникновения тепловодных рыб (угря, тунца, рыбы-луны и триггерфиша) и некоторых тропических и субтропических морских организмов (черепах, акул и др.) [3].

Основное внимание в работе уделяется антициклоническому вихрю в северо-западной части ЯМ, который был отобран в мае 2004 г. Этот мезомасштабный вихрь существовал на протяжении долгого времени, что позволило проследить его эволюцию от образования до распада с помощью лагранжевых индикаторов, основанных на альтиметрии. Цель работы – зафиксировать основные события в эволюции этого вихря на основе лагранжевых карт, определить происхождение водных масс, которые захватывались, удерживались и высвобождались вихрем, и сравнить результаты моделирования с данными судовых наблюдений и спутниковыми инфракрасными изображениями. Для этих целей лагранжев подход представляется более подходящим, чем обычно используемый эйлеров, поскольку лагранжеские карты являются отпечатками истории вовлечения вод в вихревое движение.

На основе судовых наблюдений продемонстрирована многослойная структура этого вихря. Вихрь имел ядро теплой воды с низкой соленостью между 250 и 400 м, что характерно для вихрей, наблюдавшихся ранее в северо-западной части ЯМ [4]. Однако в его структуре обнаружены другие аномалии, которые ранее не наблюдались, включая ядро теплой и относительно

высокосоленой воды между 30 и 230 м, которая теплее и соленее по сравнению с окружающей средой, и поверхностную воду выше сезонного пикноклина. Эти аномалии в вертикальном составе различных водных масс в вихре могут быть объяснены особенностями его эволюции.

Используя лагранжев подход, была прослежена эволюция вихря за 9 месяцев с января по октябрь 2004 года. На основе ежедневно рассчитываемых L-карт и карт происхождения и "возраста" вод обнаружено несколько событий увлечения вихрем окружающих вод, разделения и слияния с соседними вихрями. Проведенный анализ показал, что на протяжении всего периода эволюции вихря преобладал занос в него субтропических вод с юга. Особенно сильным он был в начале и в конце жизненного цикла вихря, в январе и октябре. Сразу после формирования и отрыва вихря от потока субтропических вод усилился захват прибрежных вод, окружающих вихрь. Наблюдался также занос в вихрь субарктических вод с севера, однако их объем был примерно в десять раз меньше, чем субтропических вод. Большой занос окружающих вод в вихрь в феврале привел к его быстрому увеличению и разделению на два вихря позднее. Эти события были подтверждены спутниковыми инфракрасными изображениями.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант №23-17-00068.

Список литературы

- 1) Lee D.-K., Niiler P.P. The energetic surface circulation patterns of the Japan/East Sea // Deep Sea Research Part II, 2005. – V. 52. – P. 1547–1563.
- 2) Lee D.-K., Niiler P. Eddies in the southwestern East/Japan Sea // Deep Sea Res. Part I, 2010. – V. 57. – P. 1233–1242.
- 3) Ivankova V.N., Samuilov A.E. New fish species for the USSR waters and an invasion of heat-loving fauna in the north-western part of the Japan Sea // Voprosy Ihtiologii, 1979. – V. 19. – P. 449–550.
- 4) Lobanov V.B., Ponomarev V.I., Salyuk A.N., Tishchenko P.Y., Talley L.D. Structure and dynamics of synoptic scale eddies in the northern Japan Sea. In: Far Eastern Seas of Russia, Ed. V.A. Akulichev. V. 1. Oceanographic Research. Nauka: Moscow, 2007. – P. 450–473.