

**КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПЛАВАЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА НА  
ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ ИЗ-ЗА СУБ-МЕЗОМАСШТАБНОЙ  
АДВЕКЦИИ: ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ДЛЯ  
ФИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

**Журбас В.М.<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН, 117997, г. Москва  
Нахимовский пр., 36, 8(499)124-63-96, zhurbas@ocean.ru*

Velocity field simulated by a circulation model with extremely high horizontal resolution (the grid bin is 232×232m) in the Gulf of Finland during a period of summer upwelling events is used to calculate advection of floating Lagrangian particles that are uniformly distributed on the sea surface initially. For a relatively short time of advection  $\tau$  (of the order of one day), the particles are found to gather within a narrow, elongated stripes characterized by extremely high, positive values of vorticity, Finite-Time Lyapunov Exponent, and lateral thermohaline gradients module (fronts). The clustering rate, defined as the time derivative of standard deviation of normalized particle concentration, tends asymptotically at small  $\tau$  to the standard deviation of flow divergence. The standard deviation of flow divergence, in its turn, displays a considerable growth with the refinement of the model grid, confirming the paramount role of submesoscale dynamics in clustering of floating stuff. At large  $\tau$ , the probability density function of floating particle concentration is shown to tend to lognormality. Based on the backward-time integration of the Lagrangian velocity convergence, a criterion for finite-time clustering is introduced.

Нестационарное поле скорости течений в Финском заливе во время летних событий апвеллинга, смоделированное моделью циркуляции с чрезвычайно высоким (субмезомасштабным) горизонтальным разрешением (сетка с ячейкой 232×232 м), используется для расчета адвекции плавающих лагранжевых частиц, равномерно распределенных на поверхности моря вначале. Обнаружено, что в течение относительно короткого времени адвекции  $\tau$  (порядка одного дня) частицы собираются в узких удлиненных областях – нитях, которые характеризуются чрезвычайно высокими положительными значениями завихренности, конечно-временного показателя Ляпунова и горизонтальных градиентов температуры, солёности и плотности на поверхности моря (бароклинные фронты). Скорость кластеризации, определяемая как производная

по времени от стандартного отклонения нормализованной концентрации частиц, при малых  $\tau$  асимптотически стремится к стандартному отклонению флуктуаций дивергенции скорости течения. В свою очередь, стандартное отклонение флуктуаций дивергенции скорости течения существенно возрастает с уменьшением шага сетки, подтверждая первостепенную роль субмезомасштабной динамики в процессе кластеризации плавающего материала. Показано, что при больших  $\tau$  функция плотности вероятности концентрации плавающих частиц стремится к логнормальной. Сформулирован критерий кластеризации за конечный промежуток времени, основанный на интегрировании дивергенции скорости лагранжевой частицы назад по времени.