

Изменчивость крупномасштабной циркуляции в Северной Атлантике по спутниковым данным

*Федоров А.М. (1), Кубряков А.А. (2), Белоненко Т.В. (1), Башмачников И.Л. (1)

(1) Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

(2) Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия

e-mail(*): aandmofficially@gmail.com



Санкт-Петербургский
государственный
университет
www.spbu.ru



- Рассмотрена изменчивость крупномасштабной циркуляции геострофических течений в Субтропическом и Субполярном круговоротах Северной Атлантики.
- Проанализированы изменения Субтропического круговорота.
- Обнаружено смещение Гольфстрима к югу.
- Доказано ослабление Субполярного круговорота и процессов глубокой конвекции.

Данные и методы

В работе использовались данные спутниковой альтиметрии архива AVISO (Archiving, Validation, and Interpretation of Satellite Oceanographic data)

Особенности массива:

- Временной период: 1993-2015 гг.
- Пространственное разрешение: 0,25°
- Временная дискретность: 7 суток

Компоненты геострофических скоростей рассчитывались по формулам геострофического баланса:

$$u = -\frac{g}{f} \frac{\partial h}{\partial y} \quad v = \frac{g}{f} \frac{\partial h}{\partial x}$$

Использовался 7-точечный алгоритм расчета течений, позволяющий уменьшить шумовую составляющую и сгладить поля производных, так как при их расчете используются данные на отрезке длиной 1,5°.

Рассчитывались скорости «первого» и «последнего моментов» использовались следующие формулы:

$$X_{1,2} = V_{mx} \pm Tr_x \cdot \frac{t_2 - t_1}{2}$$

$$Y_{1,2} = V_{my} \pm Tr_y \cdot \frac{t_2 - t_1}{2}$$

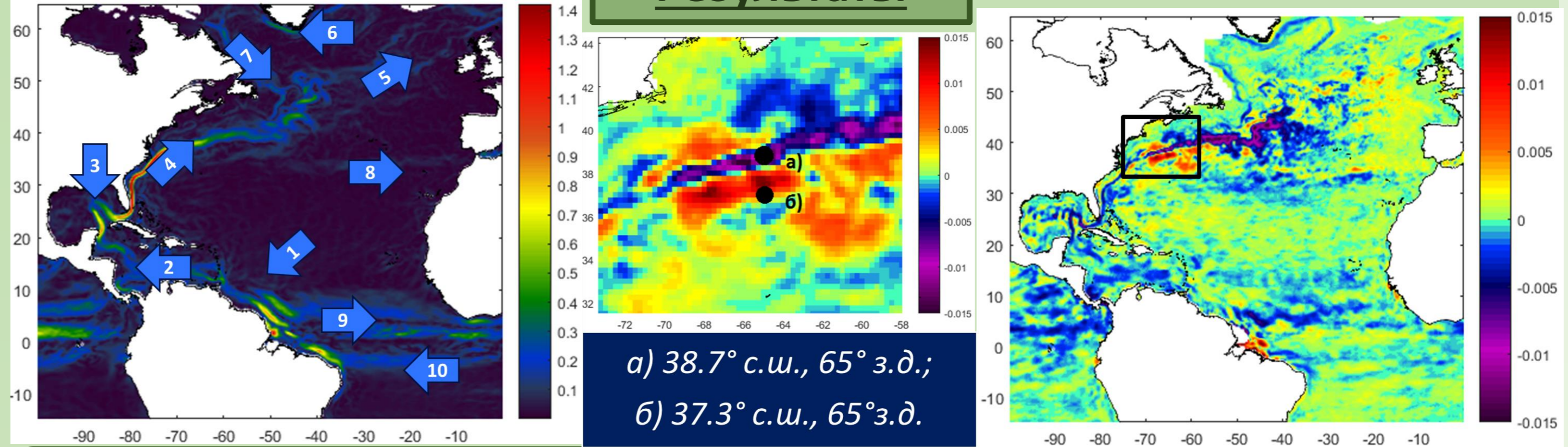
V_{mx} и V_{my} – сглаженные по пространству и осредненные по времени скорости,

t_1 и t_2 – начальное и конечное значения полученного массива дат.

Tr_x ; Tr_y – линейные тренды рассчитанные для сглаженных по пространству компонент скорости.

Сглаживание по пространству производилось при использовании фильтра скользящего среднего для ячейки размером 3° по широте и долготе.

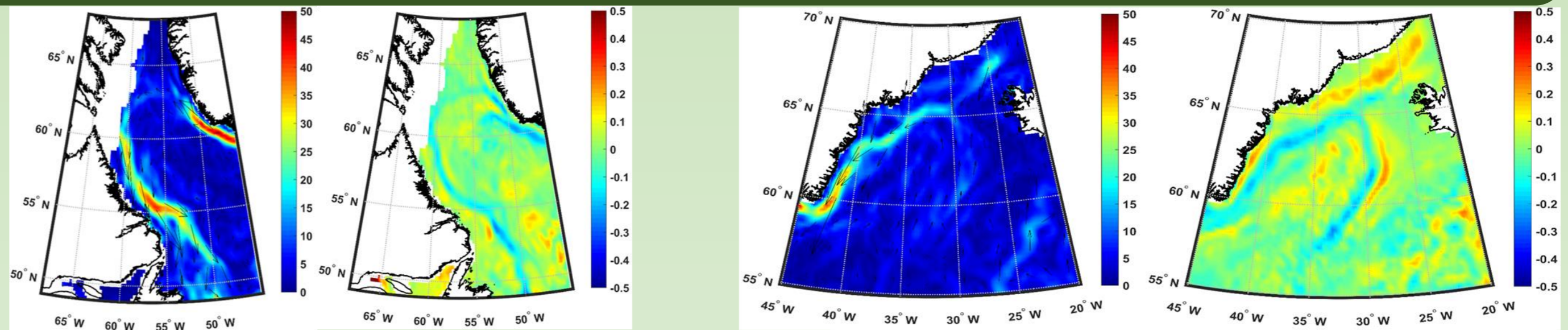
Результаты



а) 38.7° с.ш., 65° з.д.;

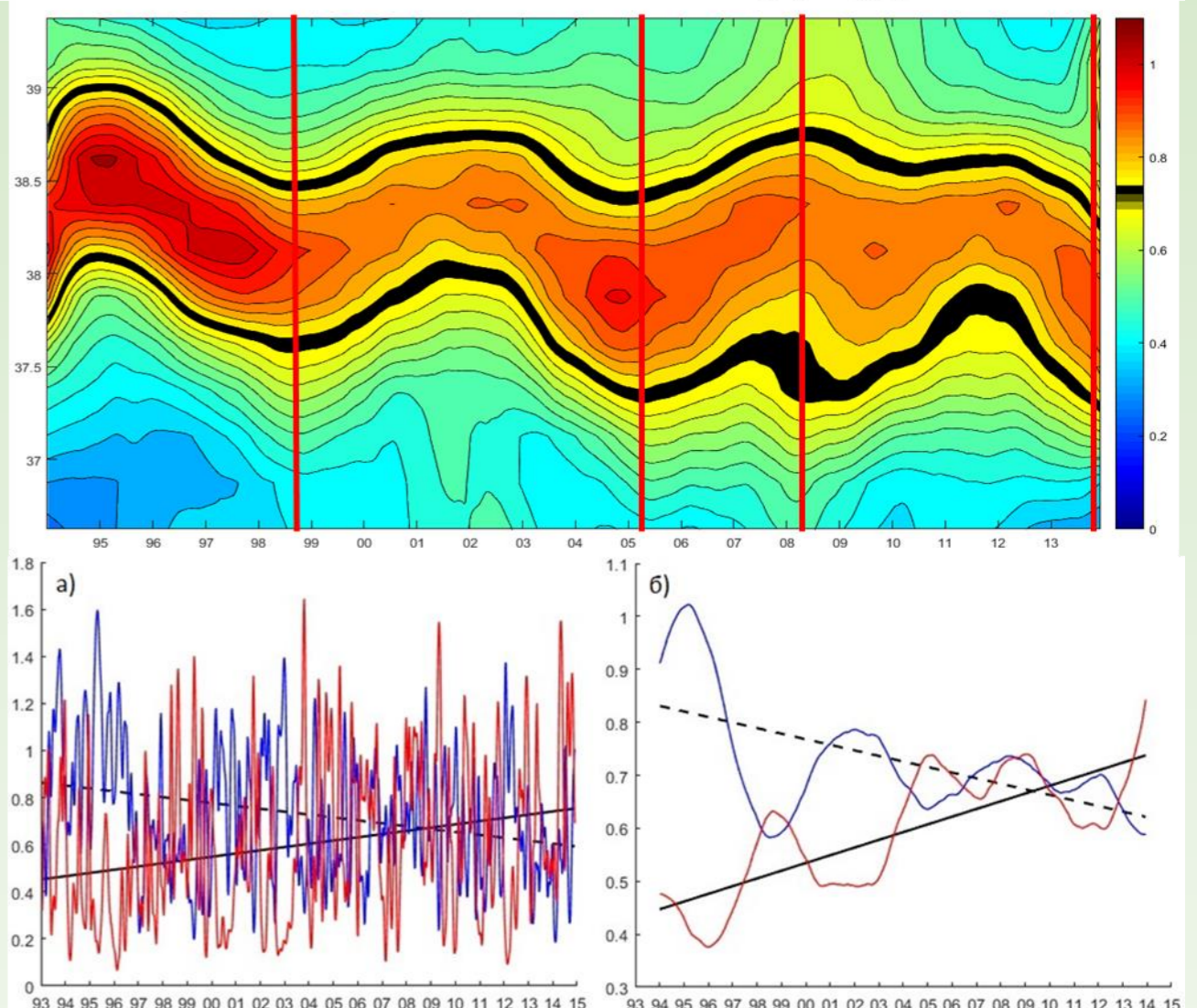
б) 37.3° с.ш., 65° з.д.

Значения трендов модуля интенсивности течений в Северной Атлантике отрицательны практически во всех частях как Субтропического, так и Субполярного круговоротов. Наибольшее ослабление для **Субтропического круговорота** наблюдается в Гольфстриме **до -1,7 см/с в год**, для **Субполярного круговорота** значения трендов значительно ниже из-за меньших скоростей течений **до -0,5 см/с в год**.



Смещение Гольфстрима южнее ранее занимаемого положения видно по пространственному разрезу по долготе 65° з.д. через основной поток Гольфстрима, а также по графикам временного распределения в двух точках (**синяя** – 38.7° с.ш., 65° з.д. и **красная** – 37.3° с.ш. 65° з.д.) которые находятся в зонах с противоположными значениями трендов. Применен механизм фильтрации при помощи скользящего среднего:

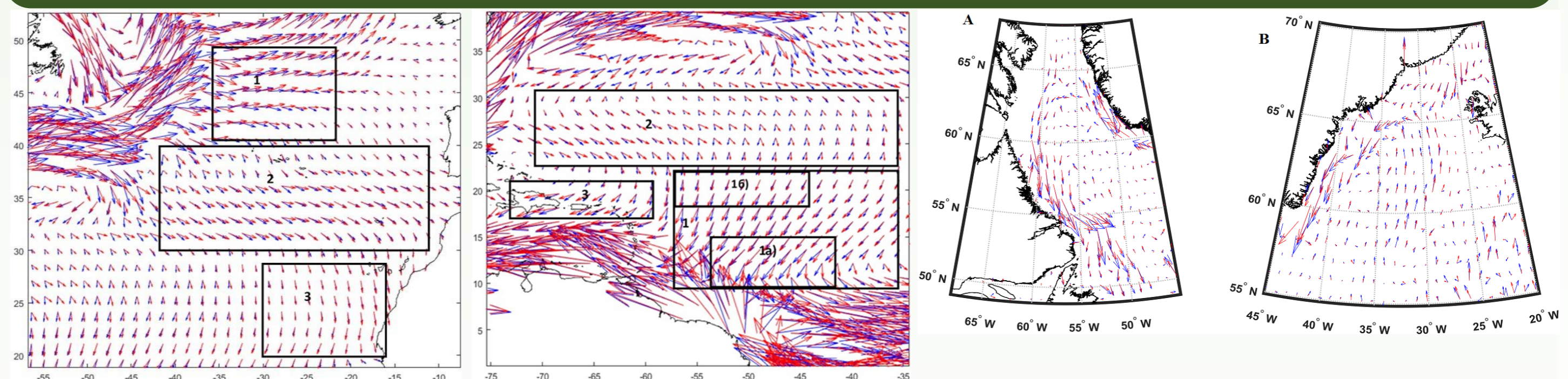
(а) – 30 дней; б) – 730 дней)



Поля «первого» (01.01.1993) и «последнего» (31.12.2015) моментов

Субтропический и Субполярный круговороты.

Синие стрелки – «первый», красные стрелки – «последний» момент времени.



Выводы:

- Отрицательные тренды интенсивности течений наблюдаются практически во всей рассматриваемой акватории.
- Ослабление Гольфстрима за рассматриваемый период составляет около 30-40 см/с
- Ослабление Лабрадорского течения составляет 11,5 см/с за 20 лет, то есть около 20 %
- Смещение основного потока Гольфстрима на 1° (~100 км) южнее на долготу 65° з.д.
- Замедление Субполярного круговорота
- Изменение формы Субтропического круговорота на более вытянутую в широтной плоскости