

Школа-семинар «Спутниковые методы и системы  
исследования Земли»

г. Таруса

2 – 6 марта 2015 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СУБМЕЗОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕЙ НА  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ  
БЕЛОГО МОРЯ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ**

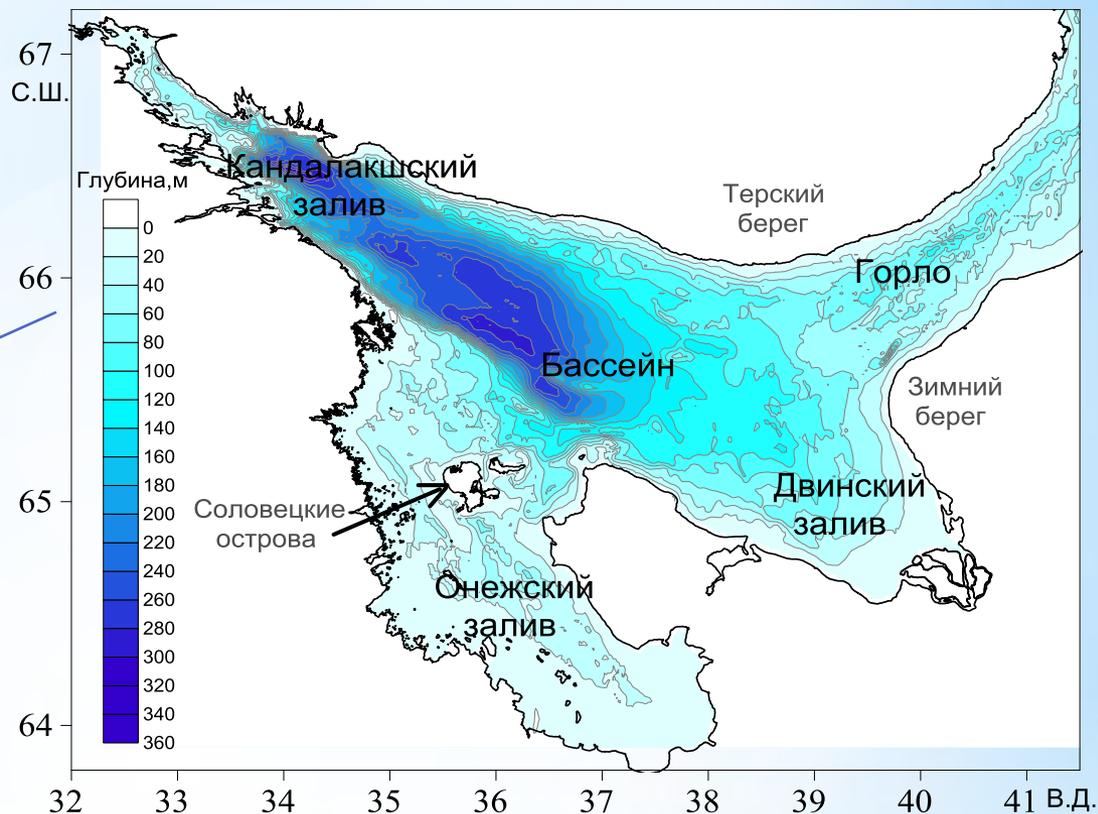
Атаджанова О.А.

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Санкт-Петербургский филиал)

## СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА

1. Актуальность проблемы.
2. Основные задачи.
3. Используемые данные.
4. Методика исследований.
5. Первые результаты:
  - распределение субмезомасштабных вихрей в Белом море;
  - сопоставление субмезомасштабных вихрей и концентрации хлорофилла Белого моря.
6. Открытые вопросы.
7. Планы дальнейшей работы.

# АКТУАЛЬНОСТЬ



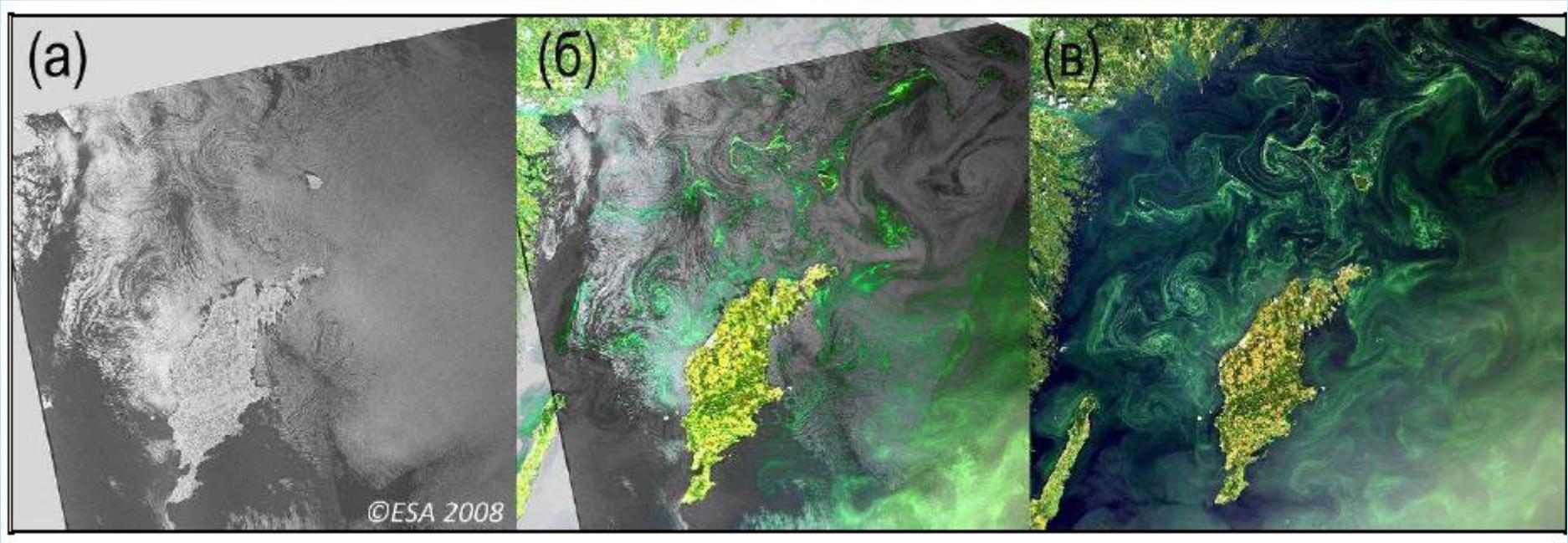
Субмезомасштабные вихри могут быть инструментом переноса свойств и вещества по вертикали между поверхностью и толщей океана благодаря вертикальным скоростям. Такой вертикальный транспорт играет важную роль в переносе питательных веществ в фотический слой для развития фитопланктона (*Thomas et al., 2008*).

Для некоторых морей уже проводились совместные исследования субмезомасштабных вихрей и распределения фитопланктона.

# РЕЗУЛЬТАТЫ С. КАРИМОВОЙ

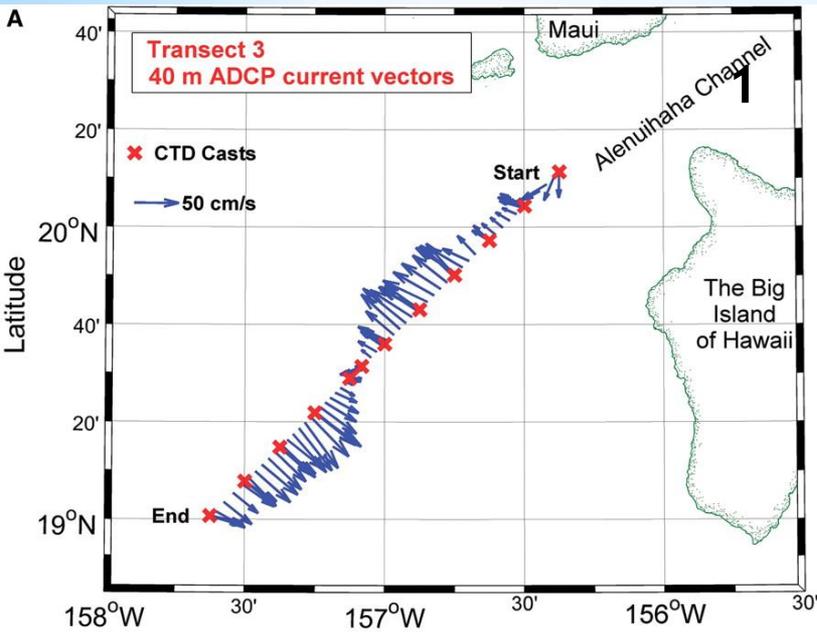
*(Каримова, 2012)*

Проявление вихревых структур в районе о. Готланд (Балтийской море): а) на фрагменте РЛИ, полученного Envisat ASAR 23.07.2008 г. в 20:11 UTC; б) а том же фрагменте РЛИ, совмещенном с наиболее яркими пикселями изображения MERIS, соответствующим положению вихревых структур в) на фрагменте изображения видимого диапазона, полученном Envisat MERIS от 24.07.2008 в 09:53 UTC *(Каримова, 2012)*

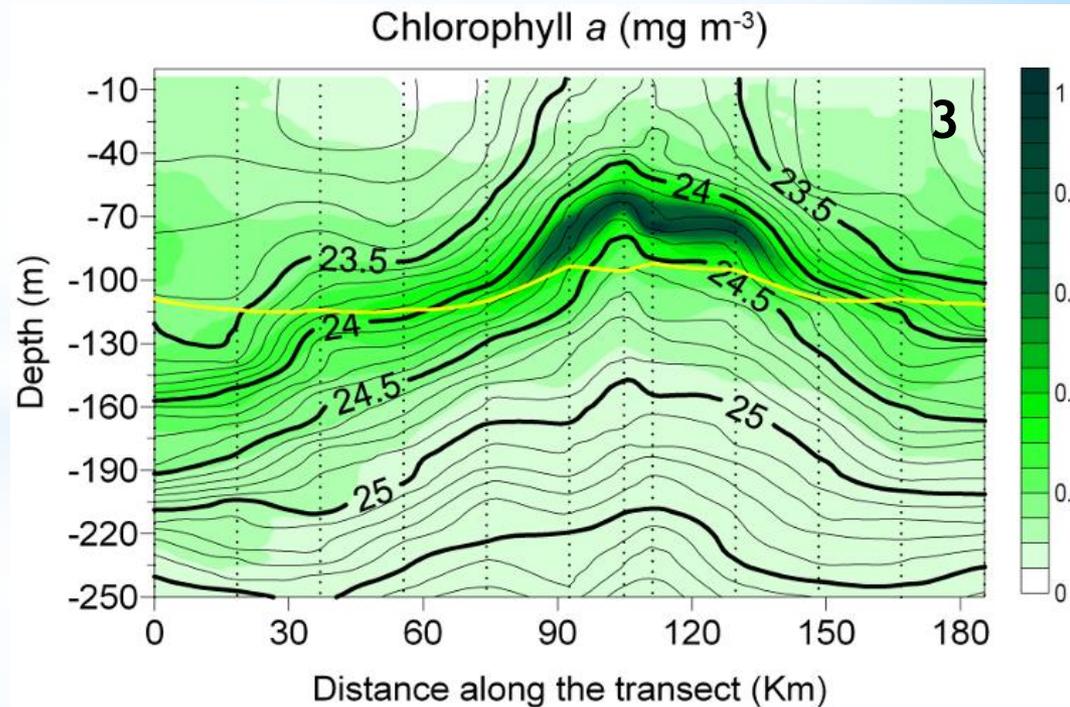
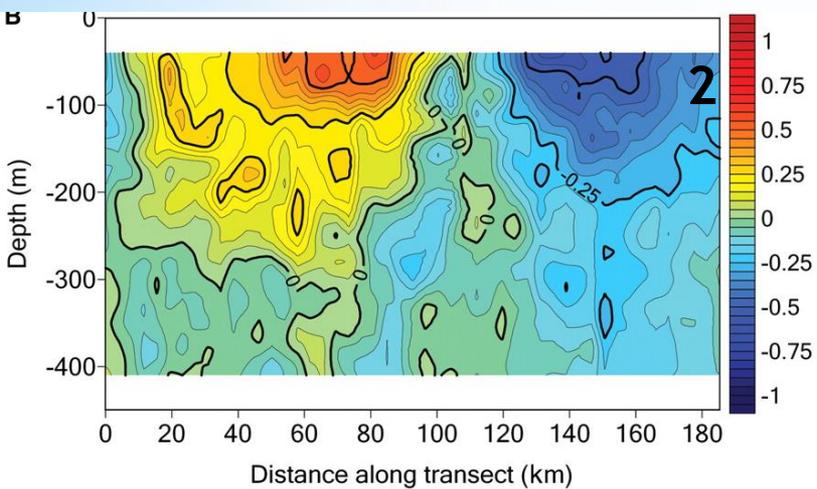


# РЕЗУЛЬТАТЫ FRANCESCO NENCIOLI

(Nencioli et al. 2008)



- 1 – векторы скорости на разрезе на глубине 40 м
- 2 – значения скоростей течения в направлении, перпендикулярном разрезу
- 3 – концентрация хлорофилла вдоль разреза + изопикны



## **ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

Исследование влияния циклонических субмезомасштабных вихрей на распределение фитопланктона в Белом море

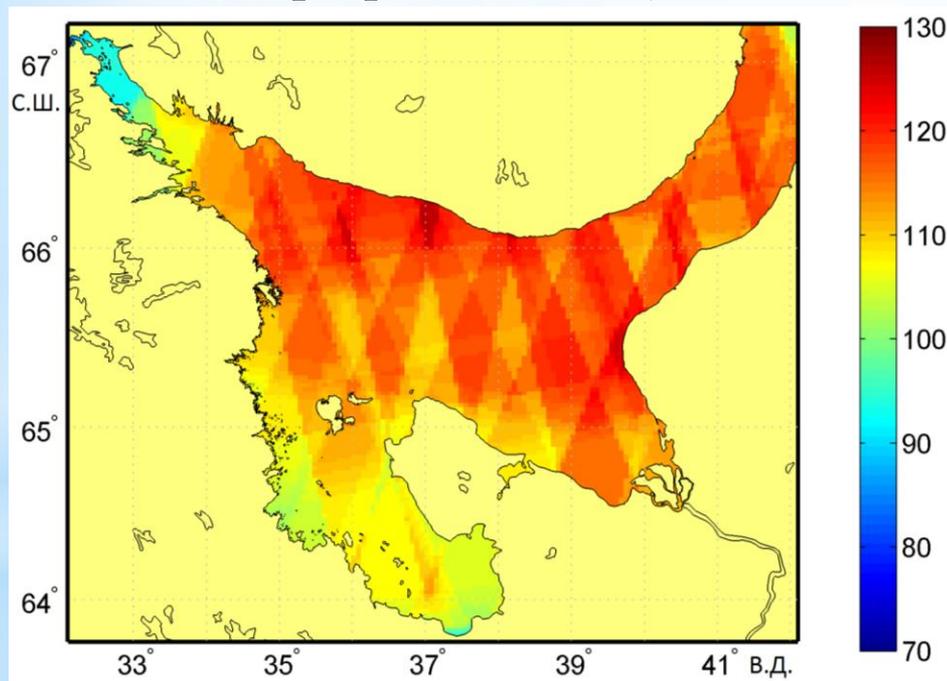
## **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НА ДАННОМ ЭТАПЕ РАБОТЫ:**

1. Получить количественную оценку вихревых структур с циклоническим типом вращения и их основные характеристики на акватории Белого моря по радиолокационным изображениям за период 2009-2012гг.
2. Сопоставить пространственное распределение субмезомасштабных вихрей с циклоническим типом вращения и карты распределения концентрации хлорофилла и температуры поверхности моря на разных масштабах времени.

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДАННЫЕ:

### 1. Радиолокационные изображения:

- *Май-сентябрь 2009-2011 гг.:* Envisat ASAR в С-диапазоне и режимах съемки WSM (ширина полосы обзора 400x400 км с разрешением 150 м) и IMP (100x100 км и 25 м, соответственно);
- *Июнь-август 2012 г:* Radarsat-1 (С-диапазон, режим ScanSar-W, 300x300 км, разрешение 50 м) и Radarsat-2 (С-диапазон, режим Fine Quad-Pol, 25x25 км, разрешение 5 м).

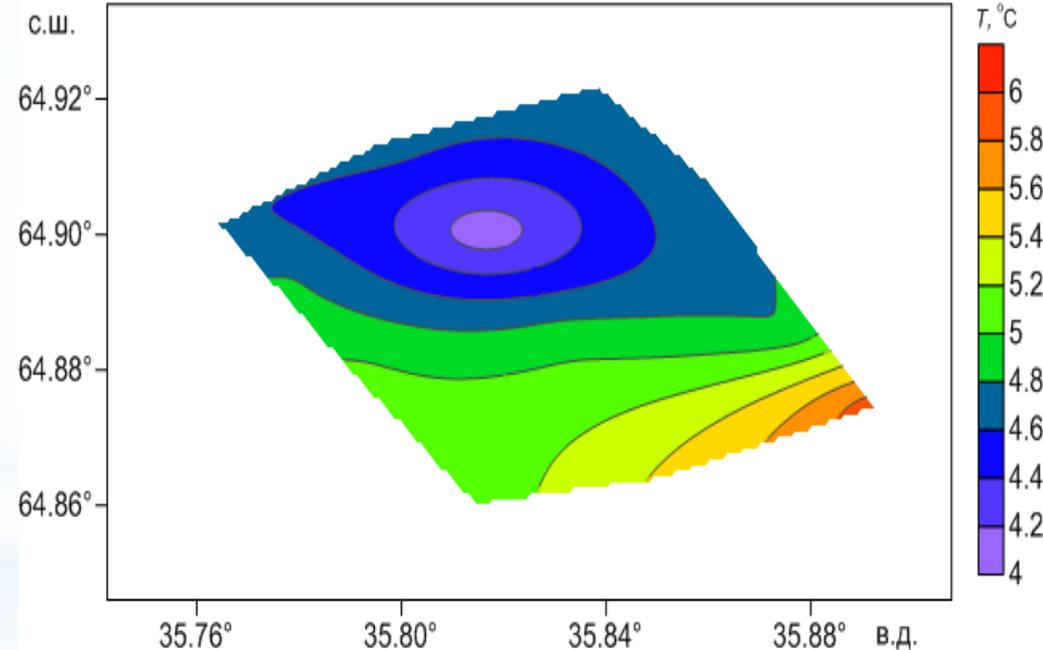
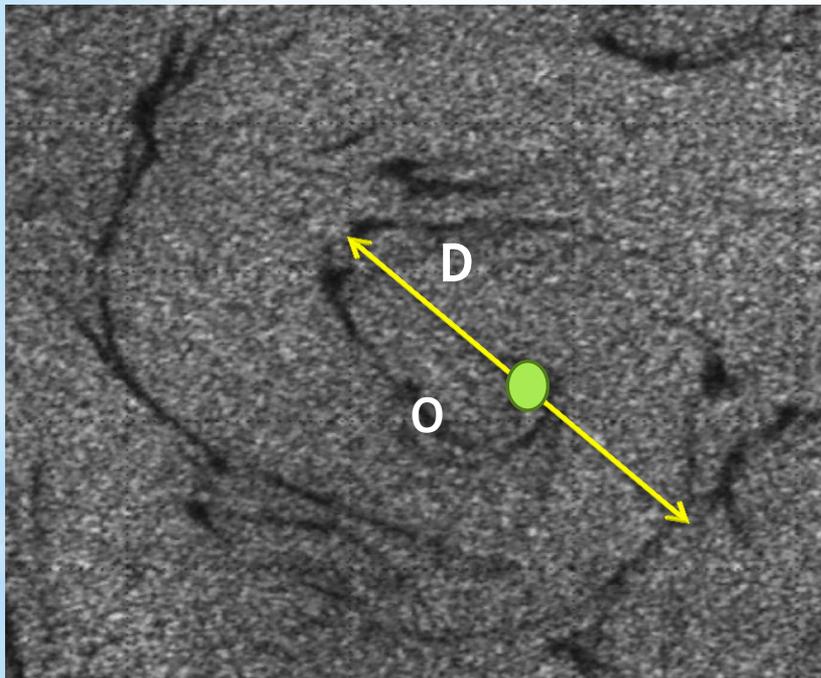


Год	Количество РЛИ, шт
2009	60
2010	111
2011	37
2012	13
Всего	221

2. Данные сканера цвета MODIS-Aqua для хлорофилла и температуры поверхности моря с разрешением 1.1x1.1 км (суточные) и 3 x 3 км (среднемесячные).

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Для субмезомасштабных вихрей измерялись: координаты центра (O), размер (диаметр - D), тип вращения
2. Рассчитывались некоторые статистические параметры для размеров вихрей с циклоническим типом вращения: максимальный, минимальный и средний размеры.



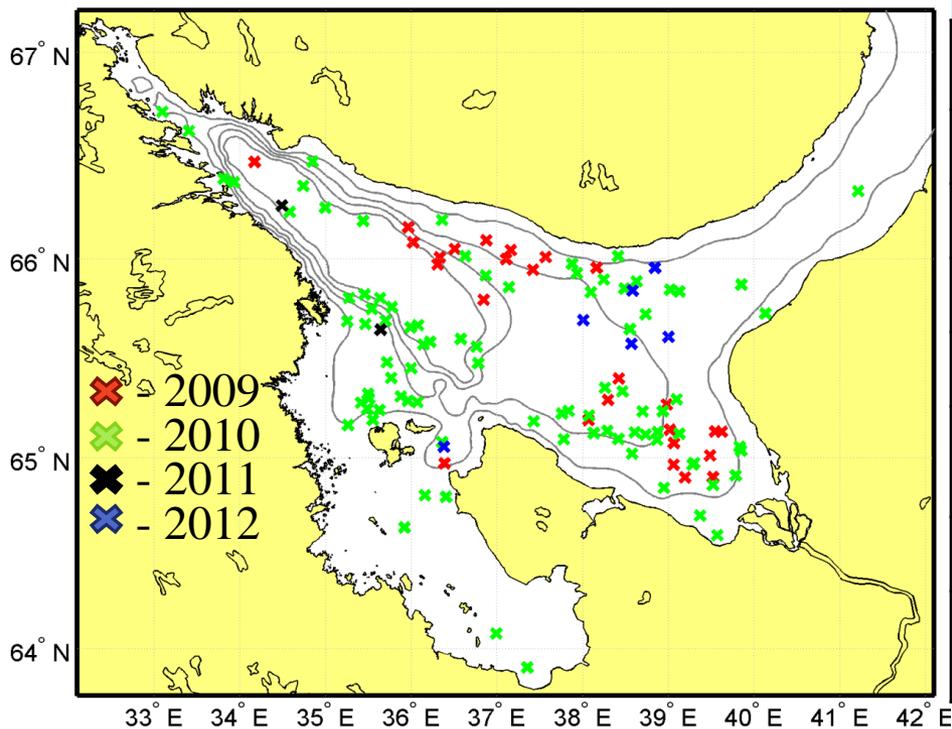
РЛИ Envisat ASAR 17.09.2010 08:40 UTC  
(район Кандалакшского залива)

Распределение температуры на горизонте 10  
метров по данным микрополигонных  
океанографических съемок 1 июля 2009 года  
(район севернее Соловецких островов)

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

3. Строились карты пространственного распределения вихрей с циклоническим типом вращения.
4. Определялись районы частой встречаемости.
5. По суточным и среднемесячным данным о концентрации хлорофилла и температуры поверхности моря(ТПМ) строились карты пространственного распределения этих характеристик.
6. На карты, построенные по данным концентрации хлорофилла, наносились центры вихревых структур с циклоническим типом вращения, и проводилось сопоставление этих карт с ТПМ.
7. Определялись особенности распределения концентрации хлорофилла в районах наибольшей встречаемости вихрей.

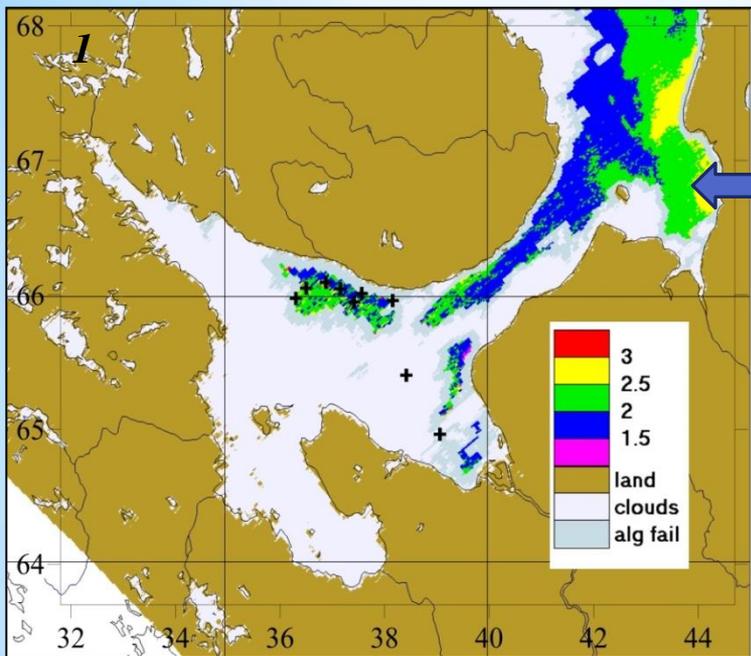
# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР С ЦИКЛОНИЧЕСКИМ ТИПОМ ВРАЩЕНИЯ



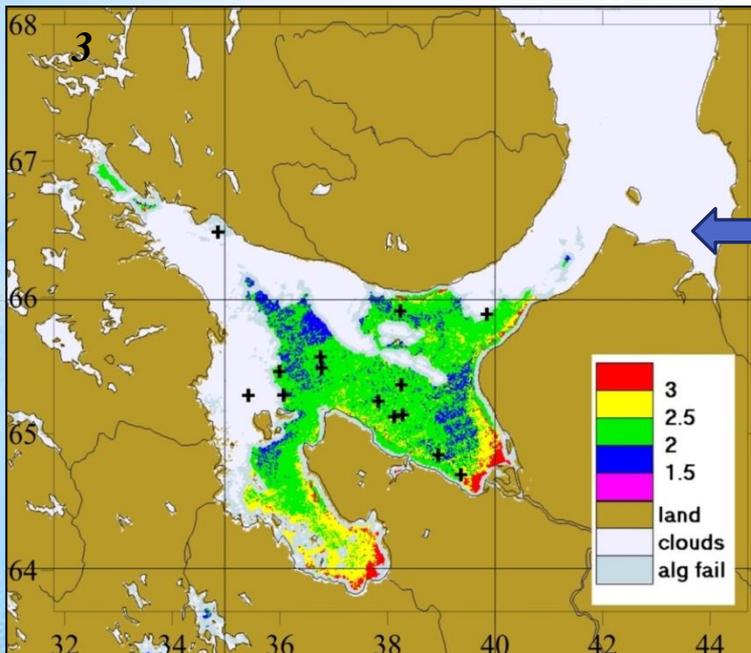
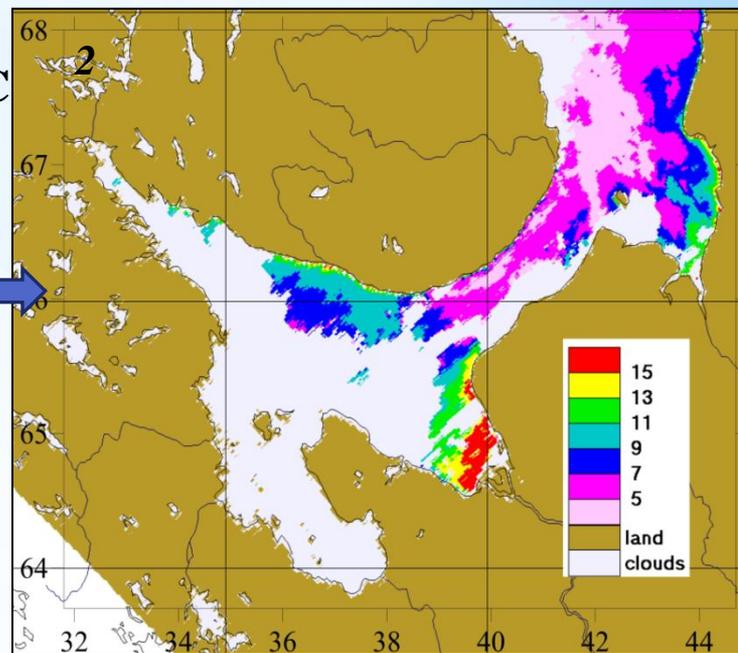
Месяц\Год	2009	2010	2011	2012	Итого
Май, шт	-	1	-	-	1
Июнь, шт	10	29	2	-	<b><u>41</u></b>
Июль, шт	10	25	-	3	<b><u>38</u></b>
Август, шт	5	16	-	3	24
Сентябрь, шт	1	19	-	-	20
Всего, шт	26	<b><u>90</u></b>	2	6	124
Ср. диаметр, км	5,5	4,1	4,5	4,2	4,6

1. Год с наибольшим числом вихрей с циклоническим типом вращения - 2010 г.
2. Месяц, в котором зарегистрировано максимальное количество, - июнь.
3. Основные районы встречаемости:
  - Двинский залив;
  - Юго-западная часть Бассейна;
  - В Бассейне вдоль Терского берега.

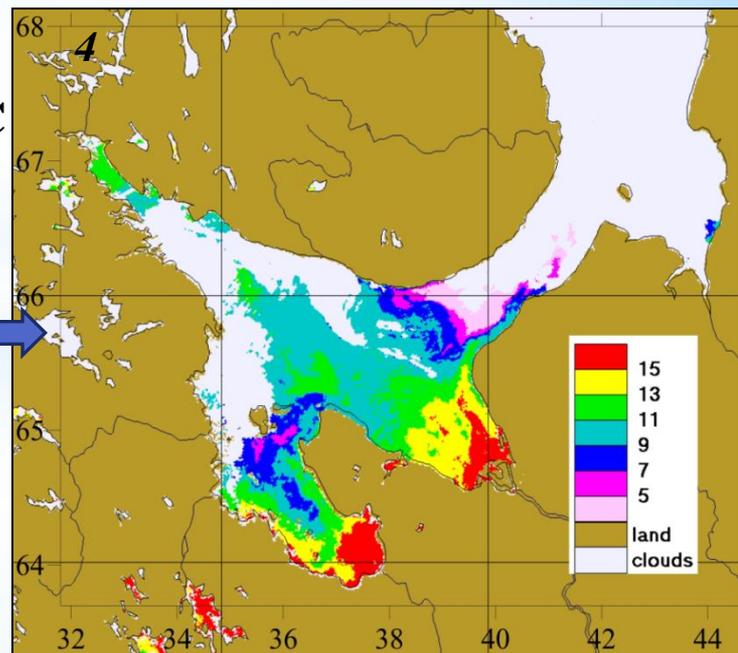
# СОПОСТАВЛЕНИЕ ДЛЯ СУТОЧНЫХ КАРТ



**Данные по вихрям:  
17.06.2009 8:02 UTC**  
*Карты концентрации  
хлорофилла  
(мг/м<sup>3</sup>)  
и температуры  
поверхности моря (°C)  
за 17.06.2009 8:25  
UTC*

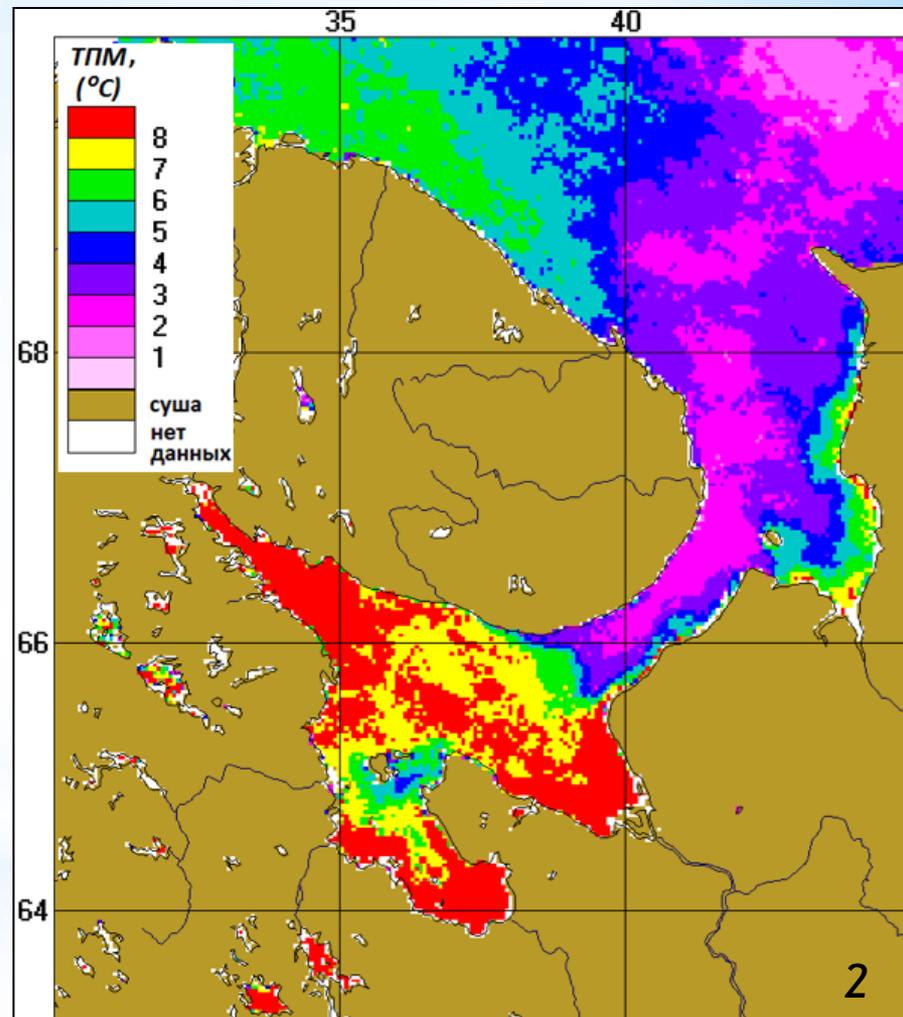
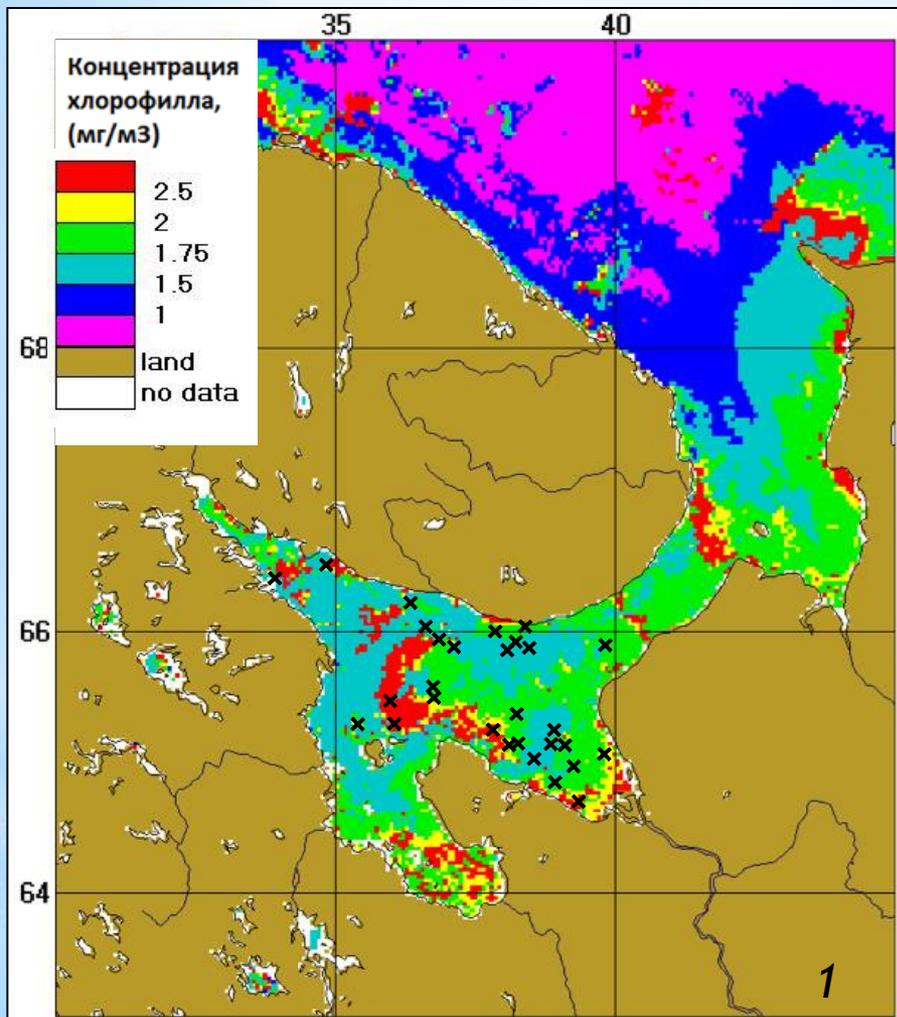


**Данные по вихрям:  
24.06.2010 8:11 UTC**  
*Карты концентрации  
хлорофилла  
(мг/м<sup>3</sup>)  
и температуры  
поверхности моря (°C)  
за 24.06.2010 9:35  
UTC*



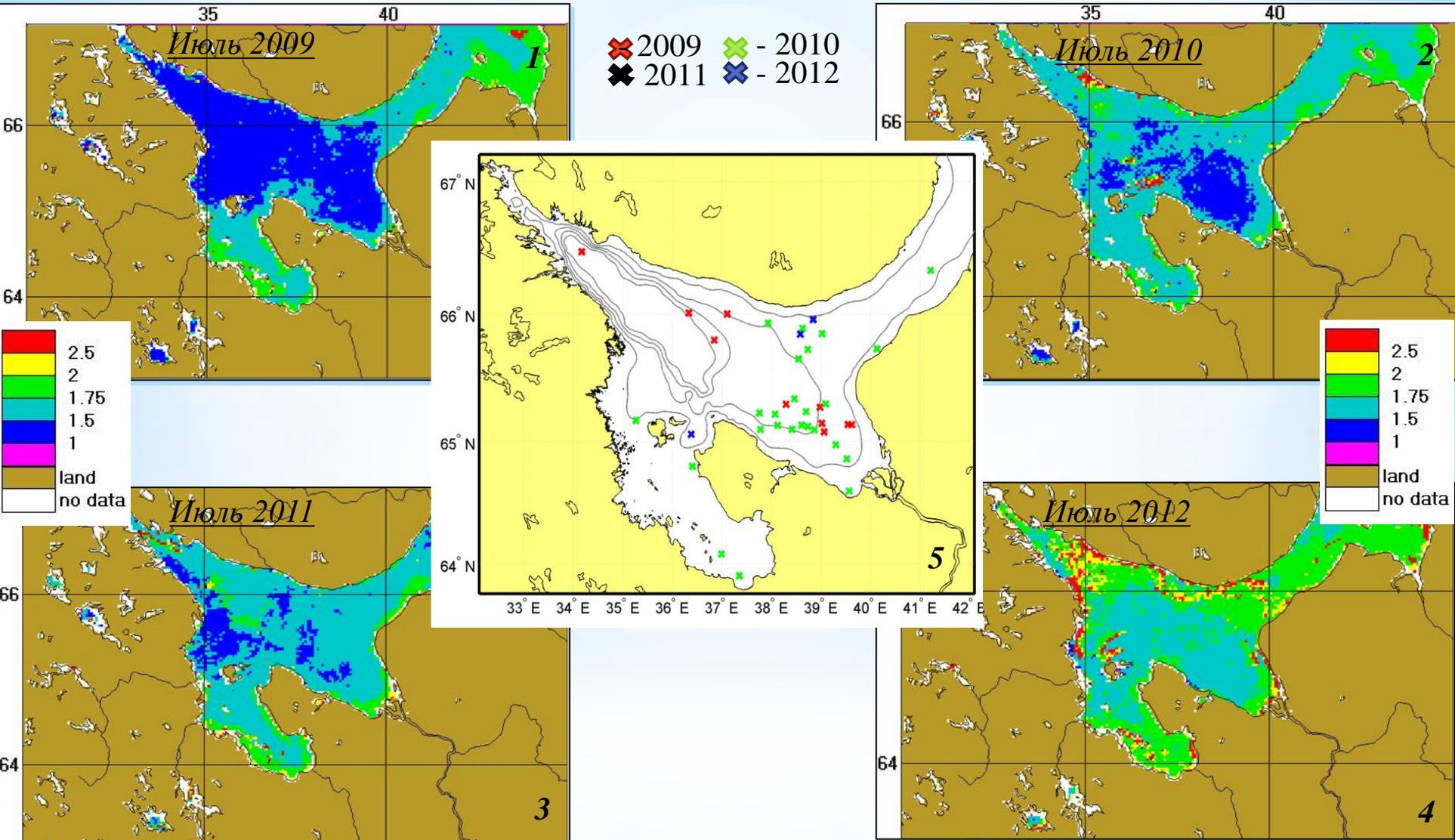
# СОПОСТАВЛЕНИЕ ДЛЯ ИЮНЯ 2010 ГОДА

*Среднемесячные карты концентрации хлорофилла(1)  
и температуры поверхности моря (2)*



# СОПОСТАВЛЕНИЕ ДЛЯ ИЮЛЯ 2009-2012 ГГ.

Среднемесячные карты концентрации хлорофилла за июль (рис. 1-4 )  
Карта центров вихрей с циклоническим типом вращения за июль (рис.5)



## **ВЫВОДЫ :**

1. На акватории Белого моря в теплый период 2009-2012 гг было зарегистрировано 124 субмезомасштабных вихря с циклоническим типом вращения, в среднем их диаметр составил около 5 км.

2. Районы с наиболее частой встречаемостью: Двинский залив, юго-западная часть Бассейна и у Терского берега.

3. По суточным данным вихревые структуры совпадают с районами, где концентрация в среднем около 2 мг/м<sup>3</sup>.

4. По среднемесячным данным за июнь 2010 и июль 2009-2012 в среднем вихри совпадают с районами концентраций хлорофилла 1,5 -2 мг/м<sup>3</sup>.

## **ОТКРЫТЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Какие основные механизмы формируют вихревые структуры в различных районах Белого моря?
2. Все ли вихревые структуры имеют достаточную толщину, чтобы доставлять биогенные вещества в фотический слой?
3. Каково время жизни субмезомасштабных вихрей в Белом море?

## **ПЛАНЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ:**

1. Сопоставление РЛИ с изображениями в видимом диапазоне с высоким разрешением
2. Исследование возможности использования количественного параметра, характеризующего связь между распределениями субмезомасштабных вихрей и концентрацией хлорофилла (число вихрей, приходящихся на различные градации концентрации хлорофилла).
3. Сопоставить полученные результаты с уже известными результатами для других морей

## **БЛАГОДАРНОСТИ:**

- Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00800), предоставленного через Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
- Копелевичу О.В. и Зимину А.В. за помощь в ходе исследования
- Салинг И.В. за подготовку спутниковых данных по хлорофиллу и температуре поверхности моря

Спасибо за внимание

