

**“Космический мониторинг загрязнения  
прибрежных акваторий российского сектора  
Азово-Черноморского бассейна”**



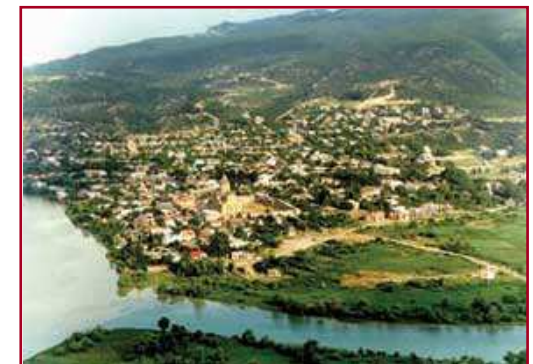
# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА



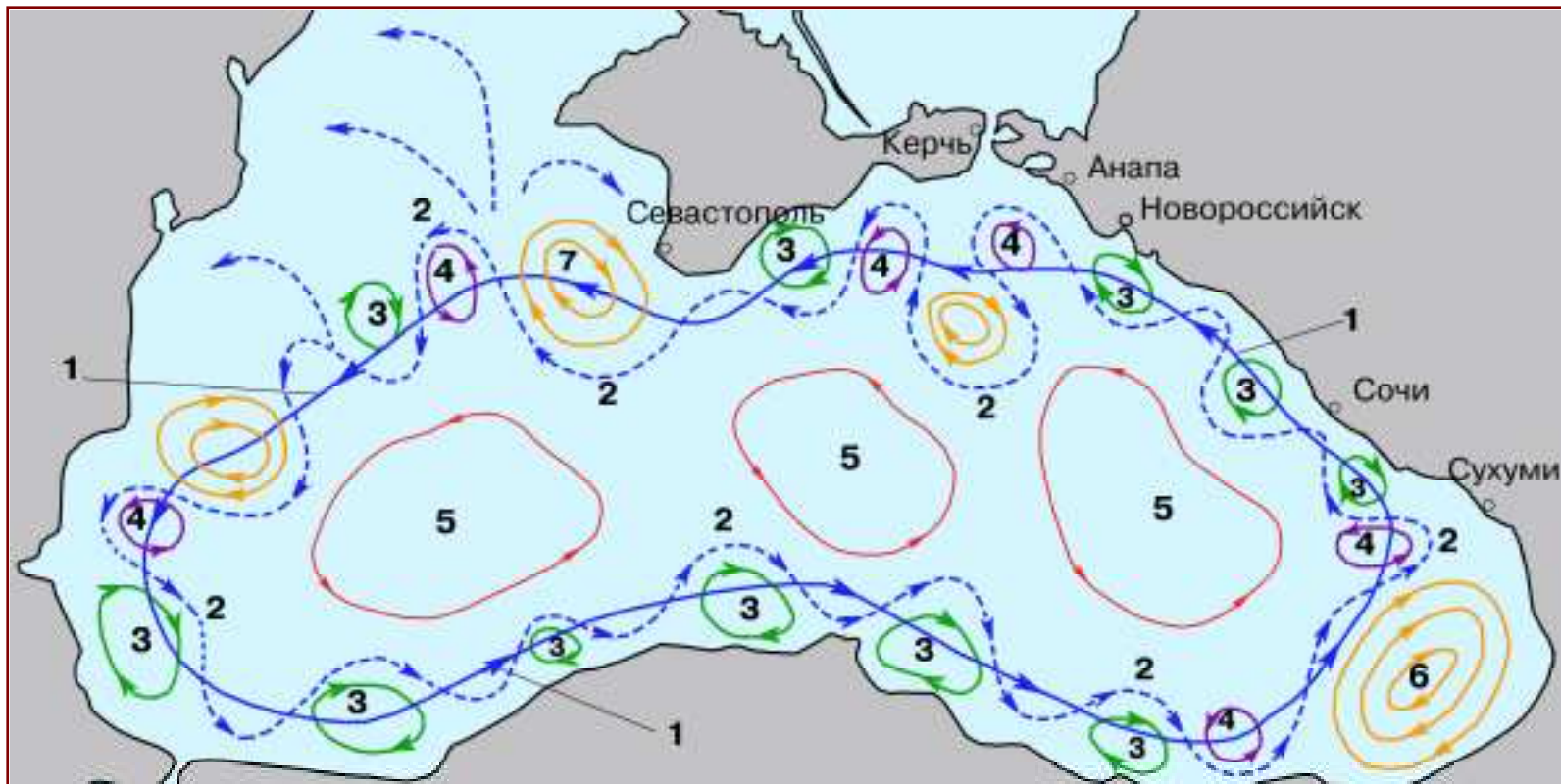
Азово-Черноморский бассейн является морской акваторией с высоким уровнем загрязнения.

- Черное и Азовское море имеют слабый водообмен с океаном;
- в Черном море наблюдается слабый вертикальный обмен между слоями (особенно в летний сезон);
- Азовское море характеризуется обширным мелководьем;
- основными источниками загрязнения являются сточные воды рек, впадающих в море, населенные пункты и предприятия, расположенные в прибрежных районах и по берегам рек, а также загрязнения с судов.

Российское побережье Черного моря имеет длину около 350 км. На этом участке в море впадают 45 рек. Речной сток распределяется неравномерно, увеличиваясь с северо-запада на юго-восток. Протяженность шельфа (расстояние от берега до изобаты 200 м) на северо-западе достигает до 50 км, а на юго-востоке составляет 3-5 км. Таким образом, юго-восточная часть черноморского побережья наиболее подвержена загрязнениям за счет речного стока.



# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ЦИРКУЛЯЦИИ ЧЕРНОГО МОРЯ



- 1 - Кольцевое циклоническое течение - среднее положение стрежня, определяющее границу прибрежной зоны;
- 2 - меандры Кольцевого циклонического течения;
- 3 - прибрежные антициклонические вихри (ПАВ);
- 4 - циклонические вихри;
- 5 - центры квазистационарных циклонических круговоротов;
- 6 и 7 - Батумский и Севастопольский антициклонические вихри.



## ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

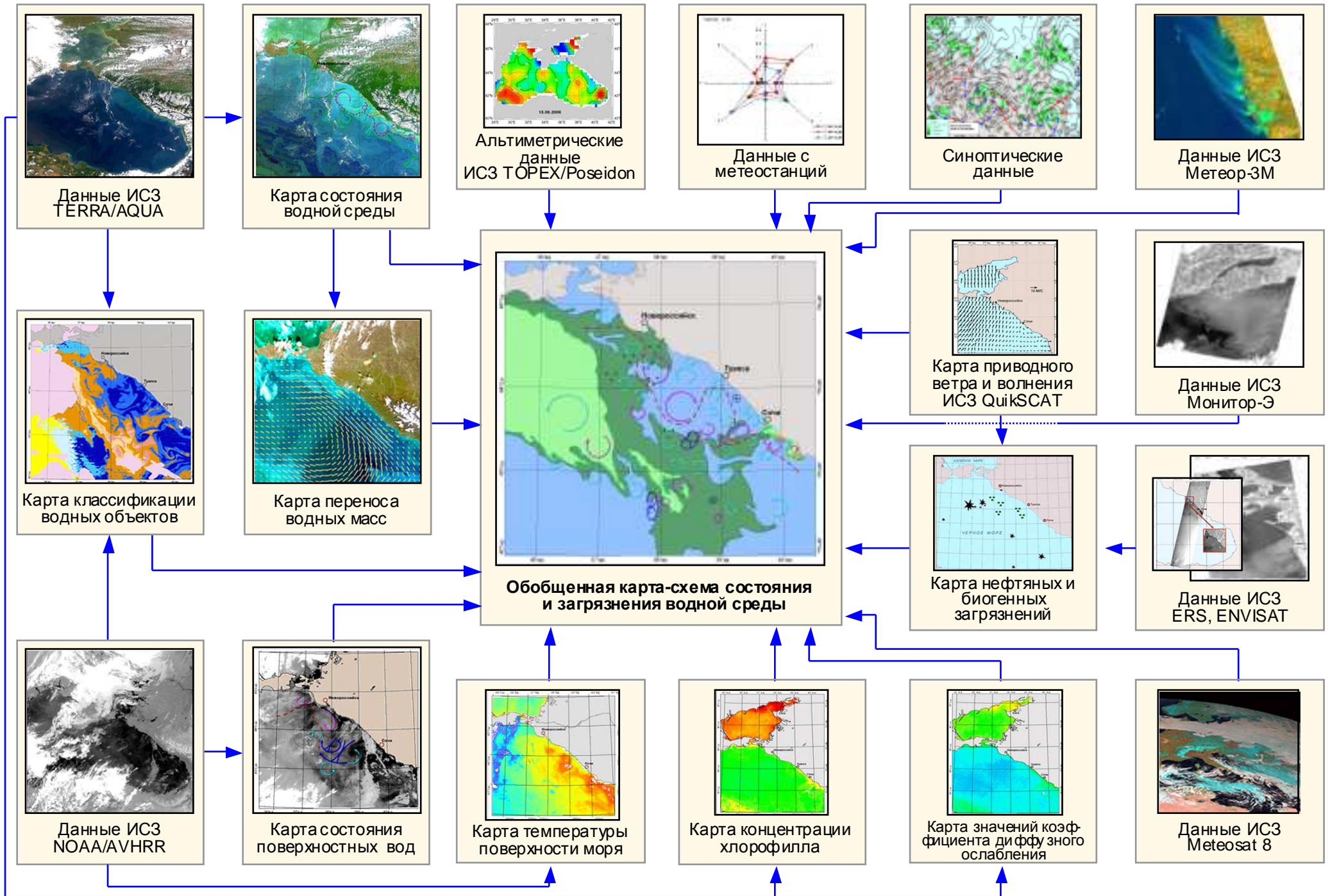
Сбор, обработка, накопление, систематизация, анализ и интерпретация спутниковой информации о загрязнении российского сектора Азово-Черноморского бассейна.

## РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ:

- **Оперативное картирование** параметров загрязнения водной среды; обобщение полученных результатов за декаду, месяц и период наблюдения.
- **Изучение закономерностей** прибрежной циркуляции и ее влияние на распространение загрязнений; **выявление типовых ситуаций** распределения загрязнений в прибрежных водах.



# Технология космического мониторинга состояния водной среды: Черное и Азовское моря



# Перечень спутниковой информационной продукции

## ***Ежедневная оперативная продукция:***

Карты состояния водной среды, совмещенные с цветосинтезированным изображением;  
Карты состояния морской поверхности, совмещенные с ИК-изображением;  
Карты температуры морской поверхности;  
Карты концентрации хлорофилла-А;  
Карты средних значений и медиан напряжения трения приводного ветра;  
Карты изменения уровня моря;  
Карты результатов автоматизированного распознавания водных объектов (для безоблачных изображений);  
Карты переноса водных масс (для двух подряд или более безоблачных изображений);  
Крупномасштабные цветосинтезированные изображения ИСЗ «Метеор-3М» участков прибрежной акватории и результат их дешифрирования;  
Крупномасштабные цветосинтезированные изображения ИСЗ IRS участков прибрежной акватории и результат их дешифрирования;  
Радиолокационные изображения ИСЗ ERS-2 участков прибрежной акватории и результат их дешифрирования;  
Радиолокационные изображения ИСЗ ENVISAT участков прибрежной акватории и результат их дешифрирования.

## ***Ежедекадная продукция:***

Карты концентрации хлорофилла-А;  
Карты средних значений и медиан напряжения трения приводного ветра;  
Карты изменений интенсивно взмученных вод и речного стока в прибрежной зоне Черного моря;  
Карты изменений положения границ раздела азово-черноморских вод;  
Обобщенные карты-схемы состояния и загрязнения водной среды на основе комплексного использования спутниковых и наземных данных.

## ***Ежемесячная продукция:***

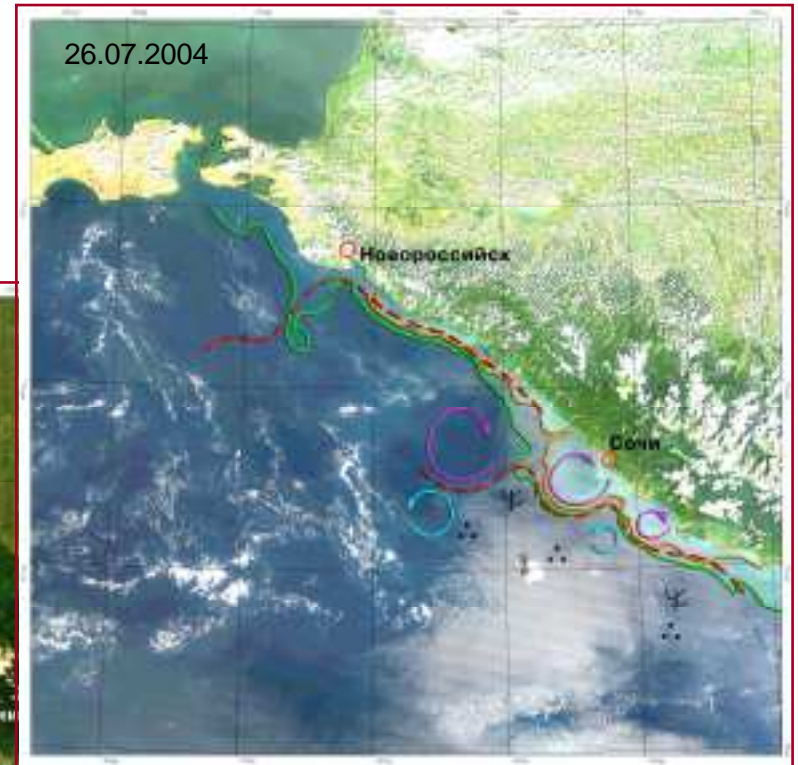
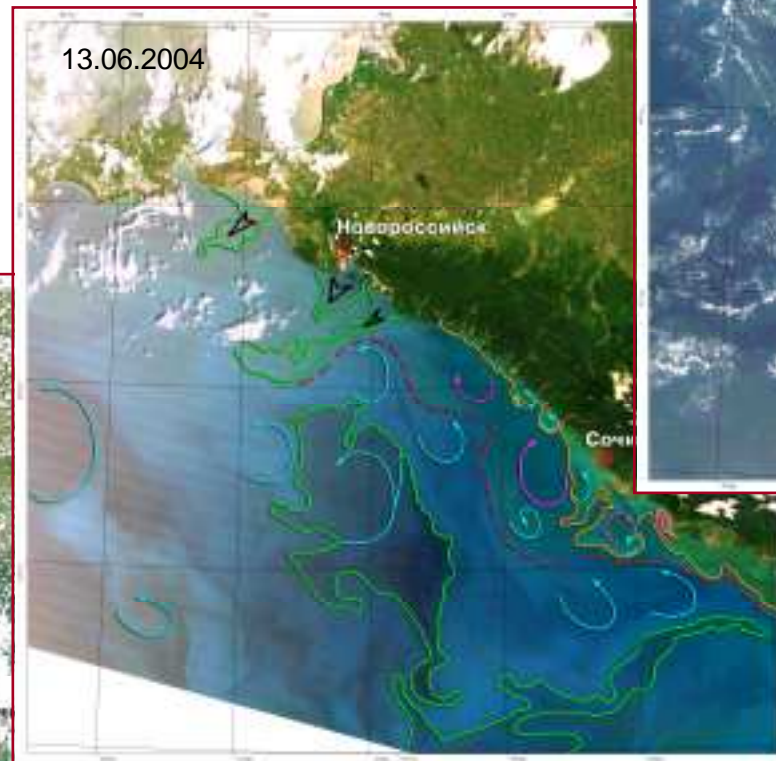
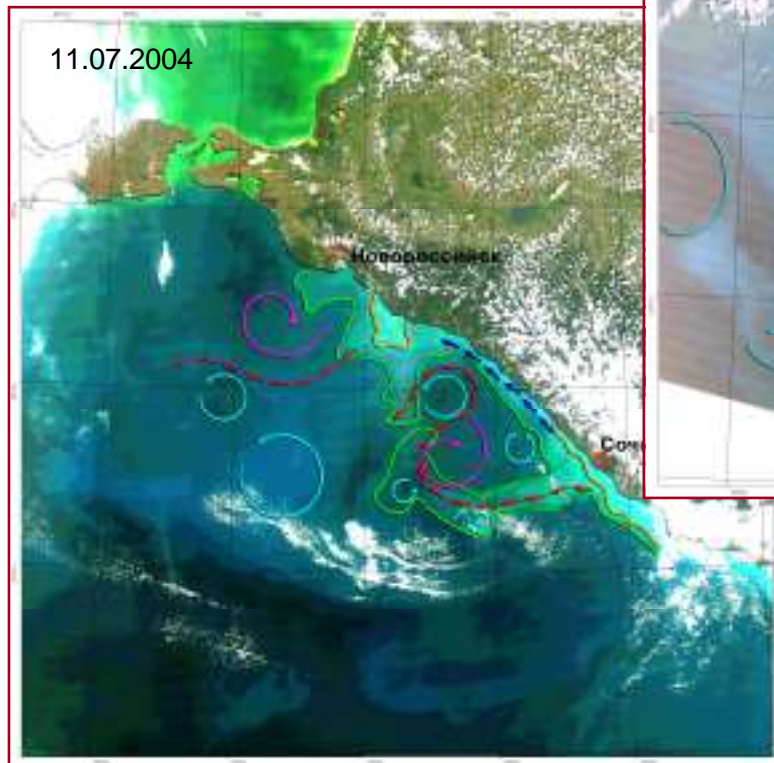
Карты концентрации хлорофилла-А.

## ***Обобщенная за период наблюдений продукция:***

Карта-схема изменений положения стрежня Основного Черноморского течения;  
Карта-схема эволюции и перемещения антициклонических вихрей в российском секторе Черного моря;  
Карта-схема эволюции и перемещения циклонических вихрей в российском секторе Черного моря;  
Карта-схема судовых нефтяных загрязнений;  
Карта-схема положений зон апвеллинга и поперечных струй в апвеллинге;  
Карта-схема пространственно-временных распределений скоплений фитопланктона и водорослей.

# ОПЕРАТИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР И ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ

**TERRA/AQUA  
MODIS**

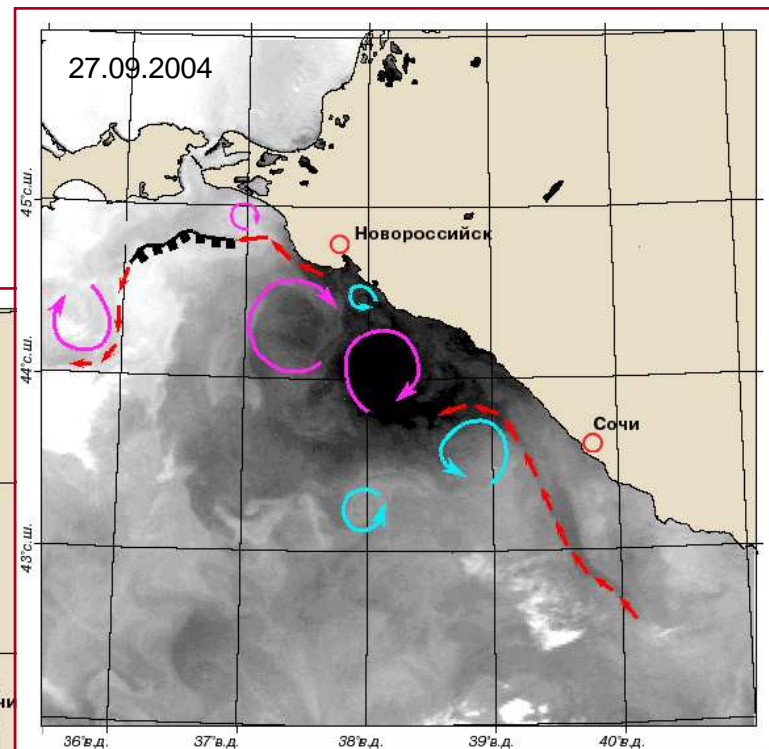
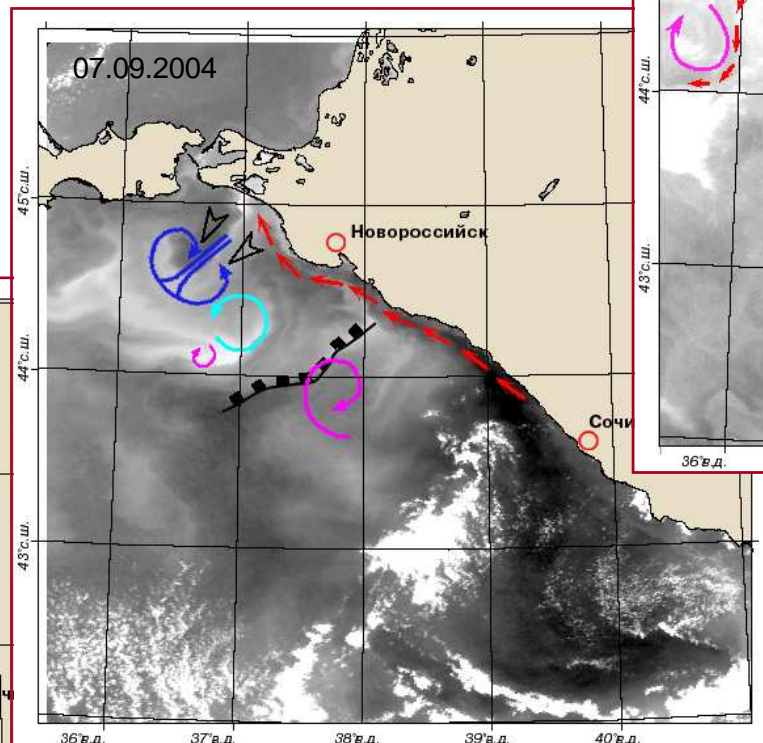
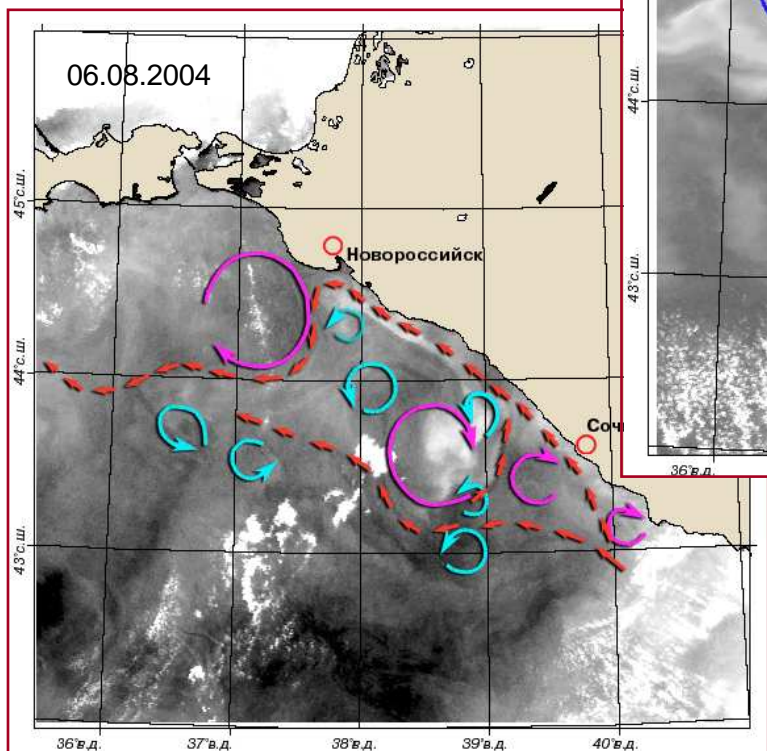








- ☛ - слики биогенного происхождения
- △ - поперечные струи в апвеллинге
- ⋯ - скопление планктона

- → - примерное положение основного Черноморского течения (ОЧТ)
- → - вдольбереговое течение
- ↻ - прибрежные антициклонические вихри (ПРАВ)
- ↻ - циклонические вихри
- ∪ - прибрежные взмученные воды
- ∪ - предположительные выносы в взмученных вод из прибрежной зоны

# ОПЕРАТИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР И ПАРАМЕТРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

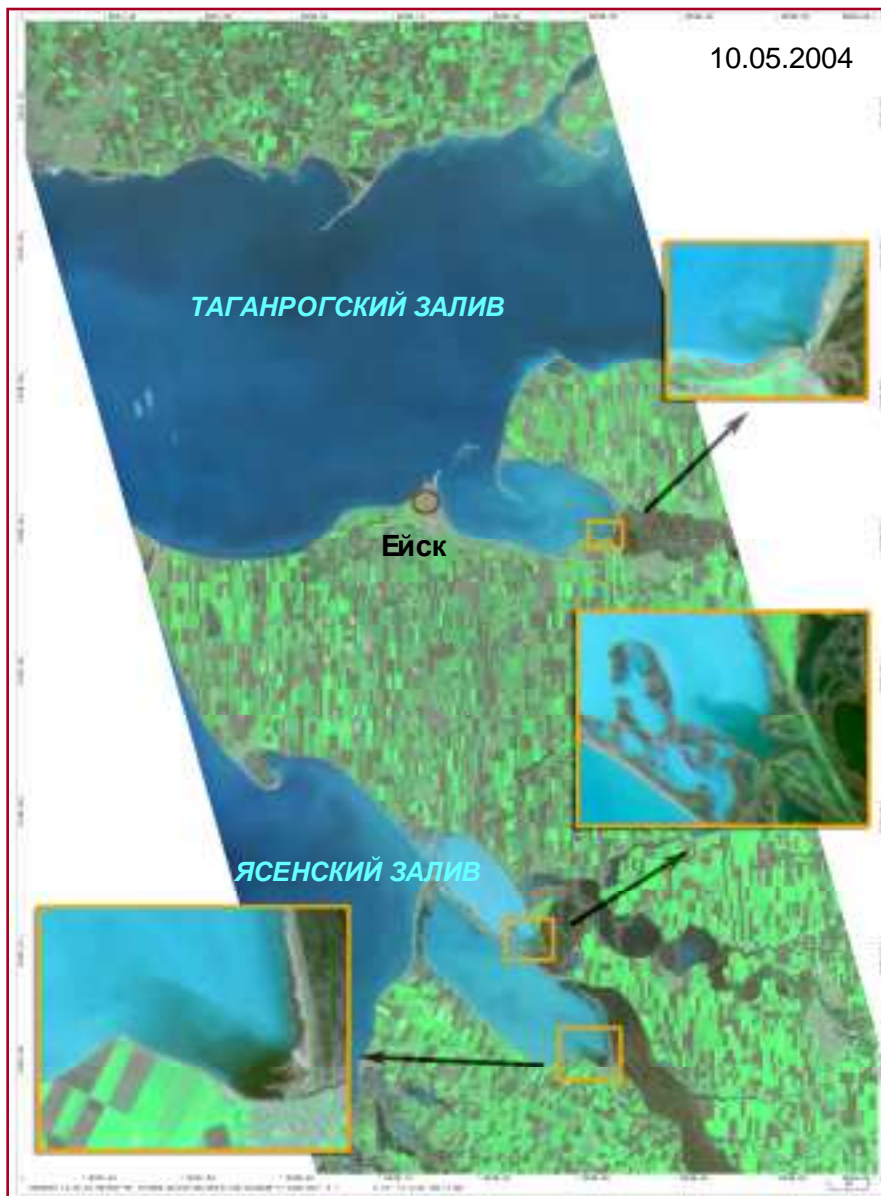
NOAA  
AVHRR



-  - примерное положение основного Черноморского течения (ОЧТ)
-  - прибрежные антициклонические вихри (ПАВ)
-  - циклонические вихри
-  - вихревой диполь
-  - поперечные струи в апвеллинге
-  - морские фронты



# АНАЛИЗ ДАННЫХ МСУ-Э МЕТЕОР-3М



Вынос почвенного материала сквозь плотины  
в Азовское море

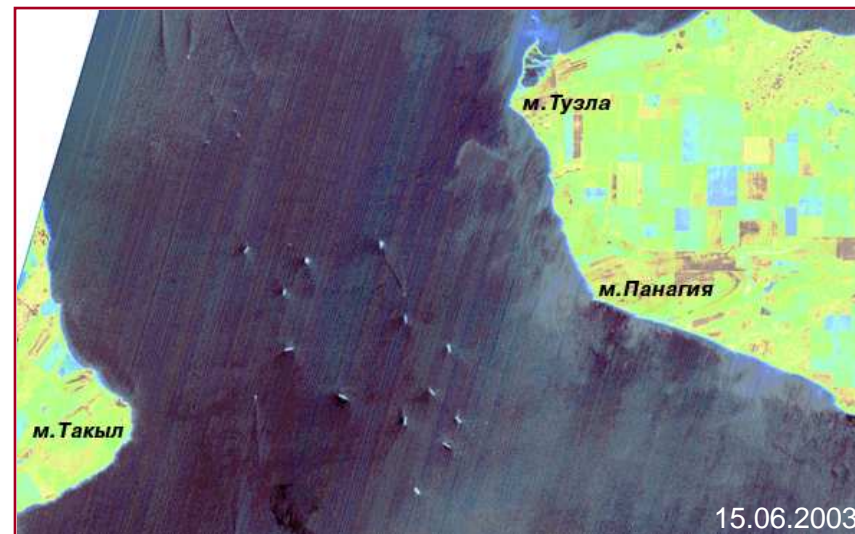


Вынос взмученных речных вод в Черное море

# АНАЛИЗ ДАННЫХ LISS IRS



Вынос взмученных речных вод в Черное море

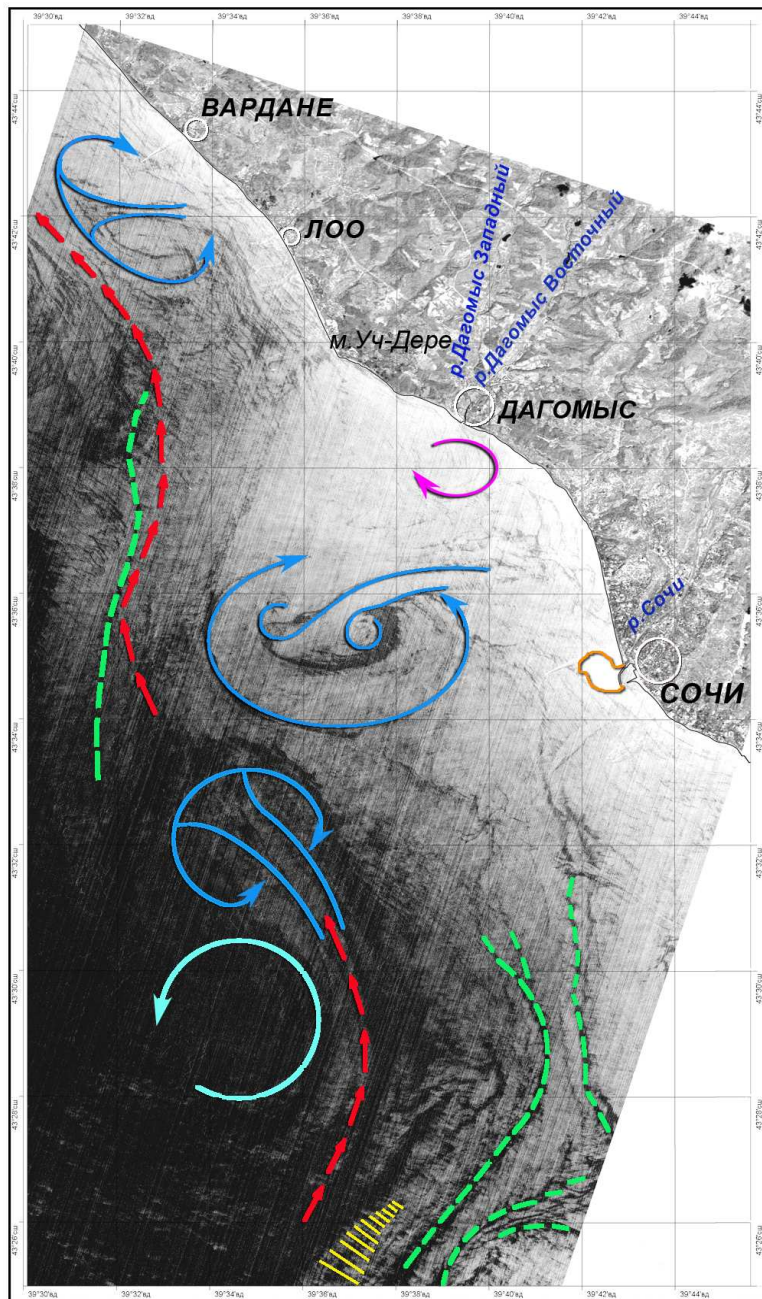


Загрязнение вод Керченского пролива, вызванное скоплением судов










Вынос взмученных речных вод в Азовское море

# АНАЛИЗ ДАННЫХ МОНИТОР-Э

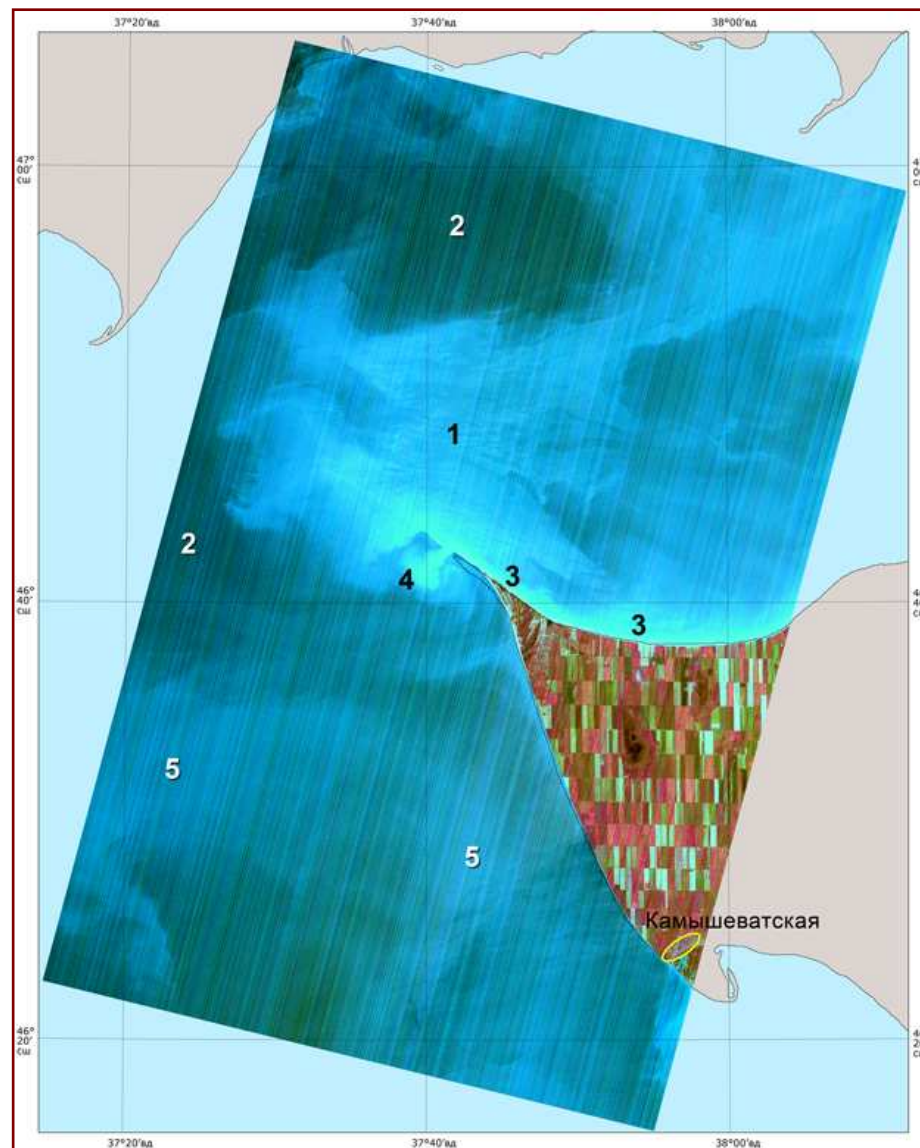


ИСЗ Монитор-Э, Гамма-Л (0,51 - 0,85 мкм),  
разрешение 8 м, 26.06.2006 г.

-  - границы выносов рек в прибрежной зоне
-  - скопления поверхностно-активных веществ в зонах конвергенции
-  - пакет волн на поверхности моря
-  - вихревые диполи
-  - ось прибрежного течения
-  - субмезомасштабный циклонический вихрь
-  - мелкомасштабный антициклонический вихрь

Крупномасштабное панхроматическое изображение участка Черного моря (Вардане - Сочи) и результат его дешифрирования

# АНАЛИЗ ДАННЫХ МОНИТОР-Э

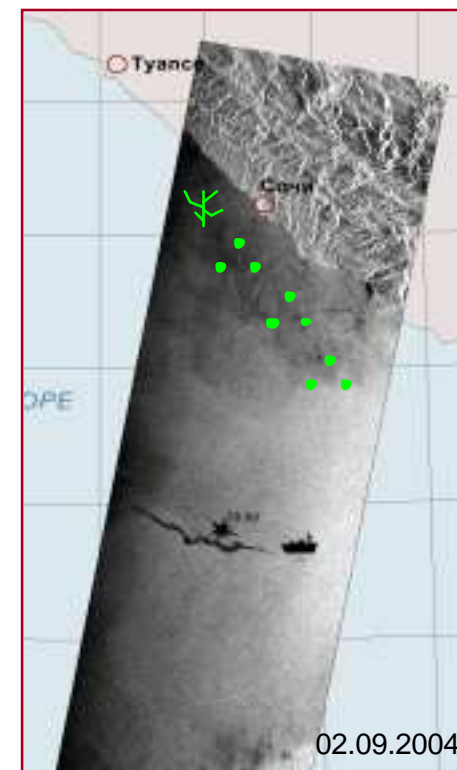
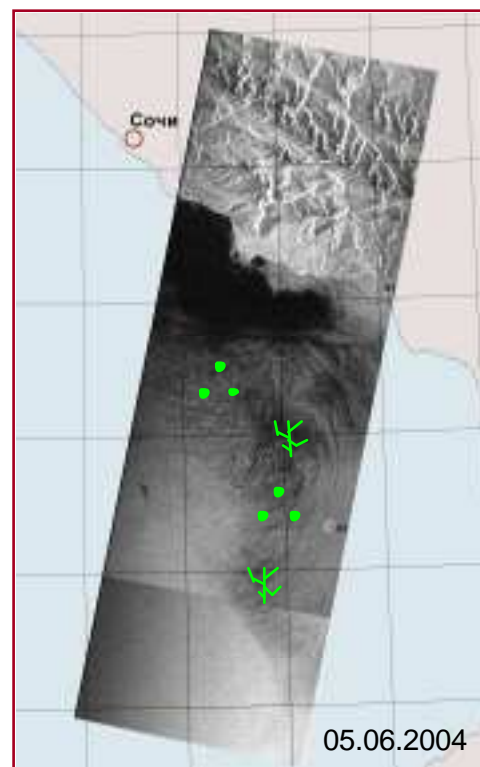
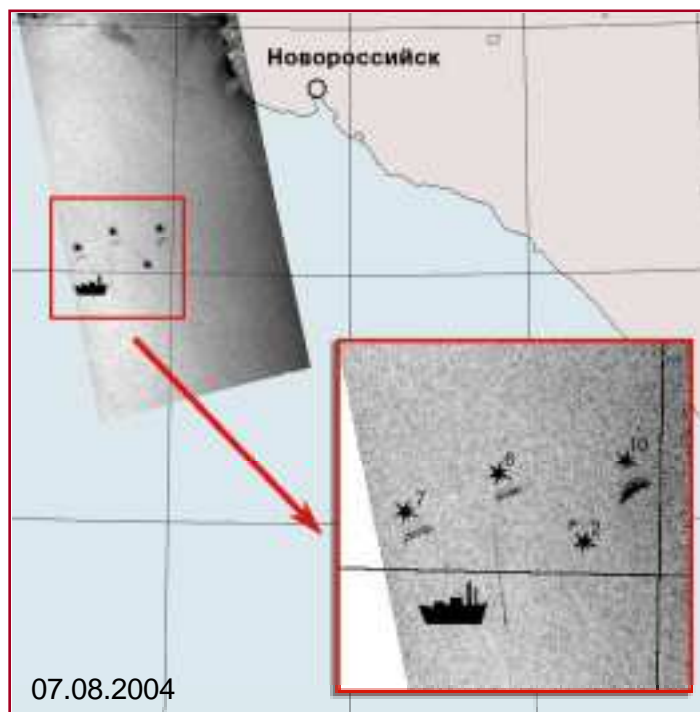
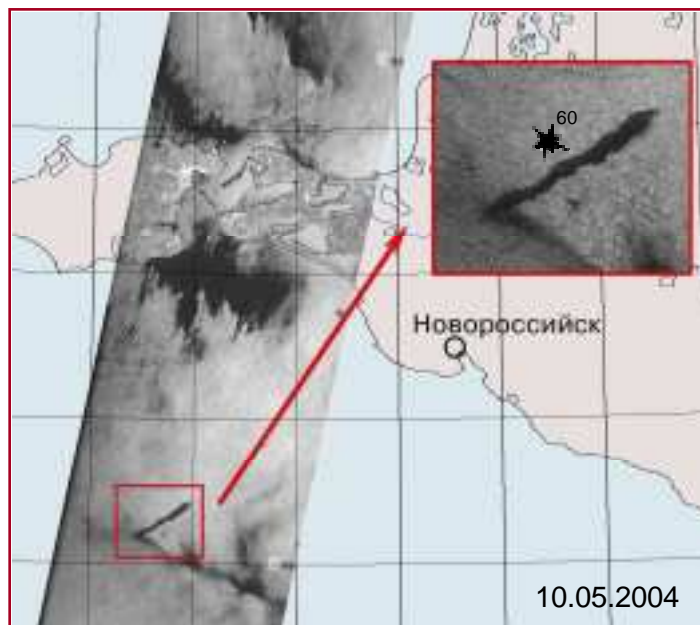






*ИСЗ Монитор-Э, Гамма-Ц (0,54 - 0,59 мкм; 0,63 - 0,68 мкм; 0,73 - 0,90 мкм), разрешение 20 м, 13.07.2006 г.*

**Крупномасштабное цветосинтезированное изображение восточной части Азовского моря и результат его дешифрирования**

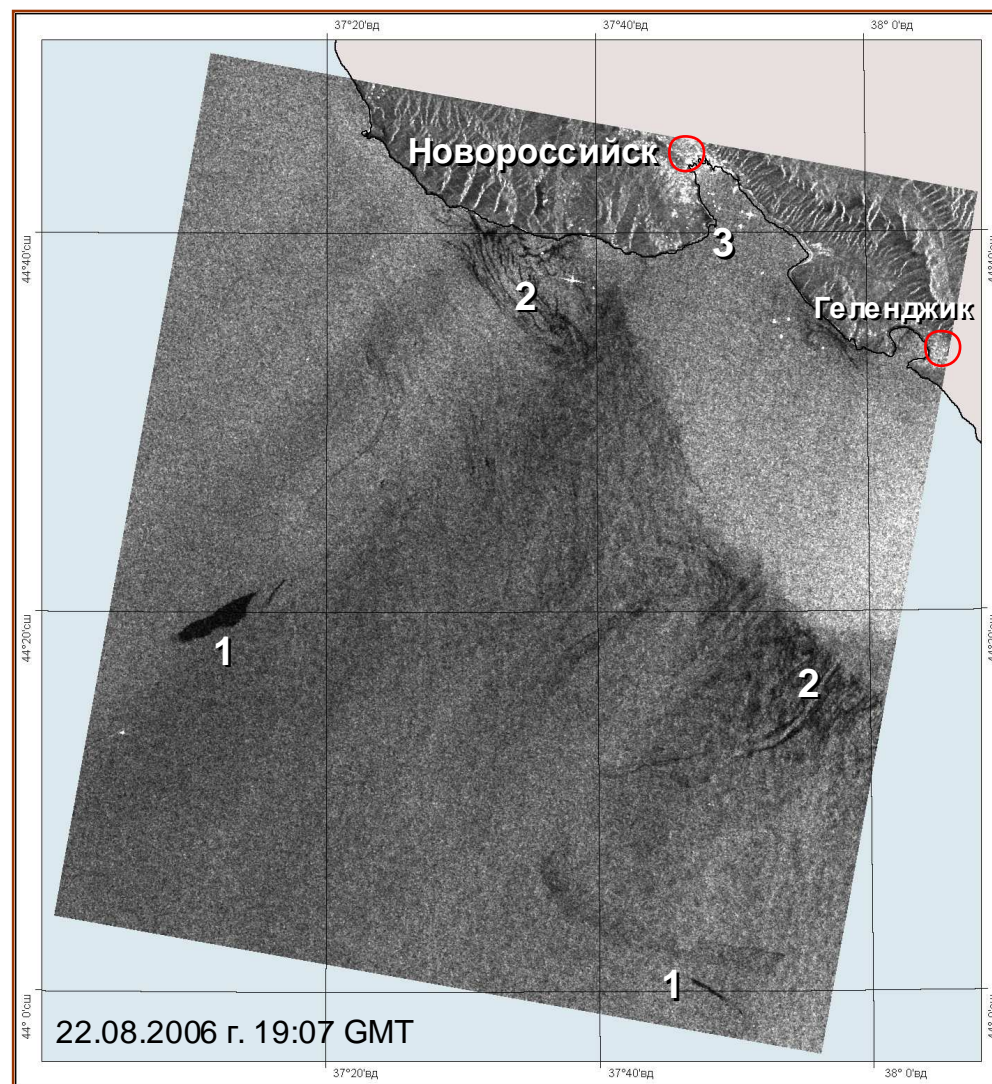
1 - зона мелководья; 2 – зоны прозрачных вод; 3 - песчаные отмели;  
4 - вынос взмученных вод в проход между косой и берегом; 5 - зона повышенной мутности вод

# АНАЛИЗ ДАННЫХ SAR ERS-2



-  - нефтяное пятно (с указанием площади в кв. км)
-  - место сброса судовых технологических отходов
-  - скопление планктона
-  - скопление водорослей

# АНАЛИЗ ДАННЫХ ASAR ENVISAT

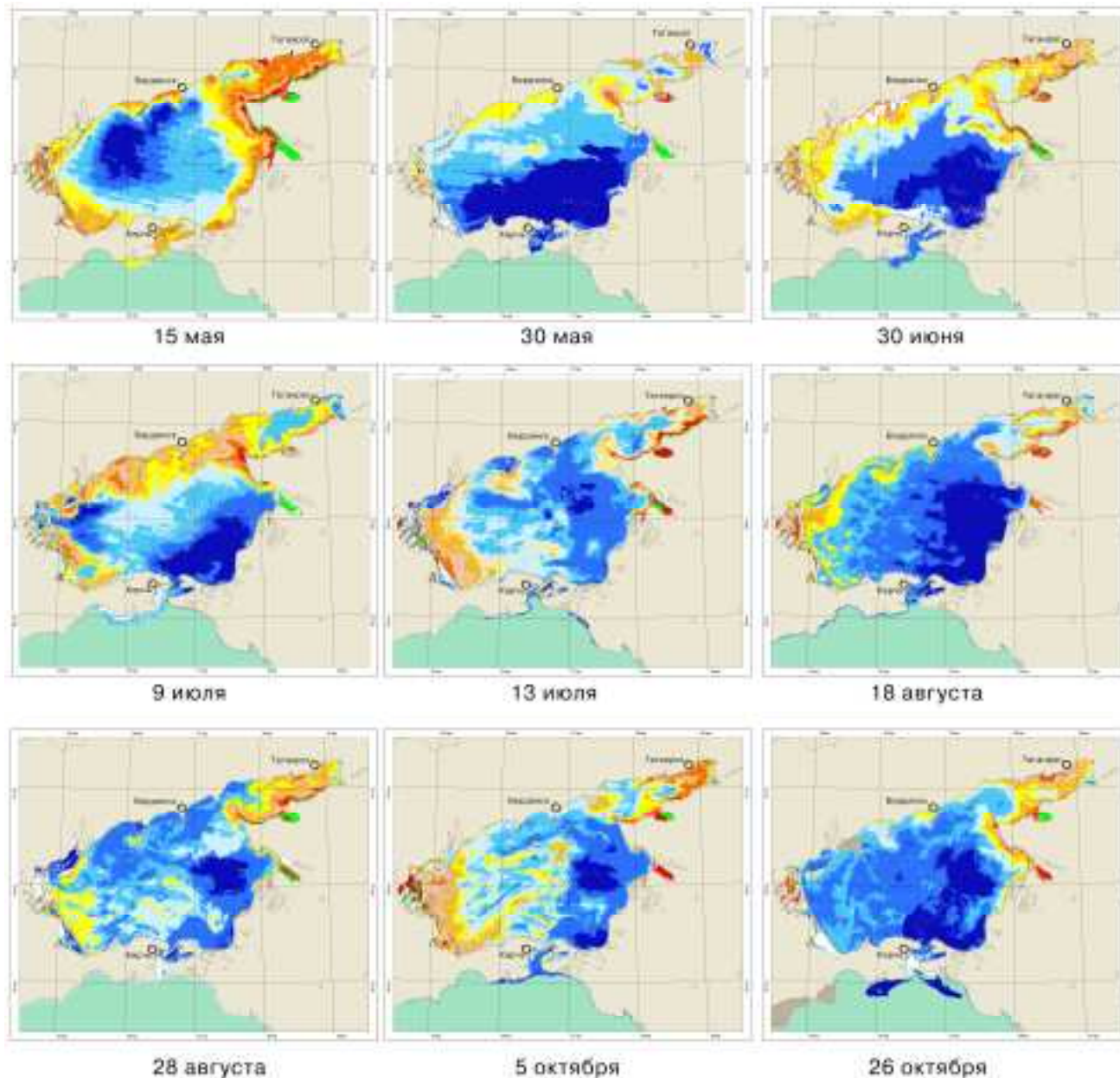


**1** – нефтяные загрязнения

**2** – пленки поверхностно-активных веществ  
биогенного происхождения

**3** – скопление судов

# РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ



 - вода Черного моря     - зона мелководья     - (n+1) класс

Водная среда разной степени мутности



ИСЗ TERRA, MODIS,

разрешение 250 м,

спектральные каналы:

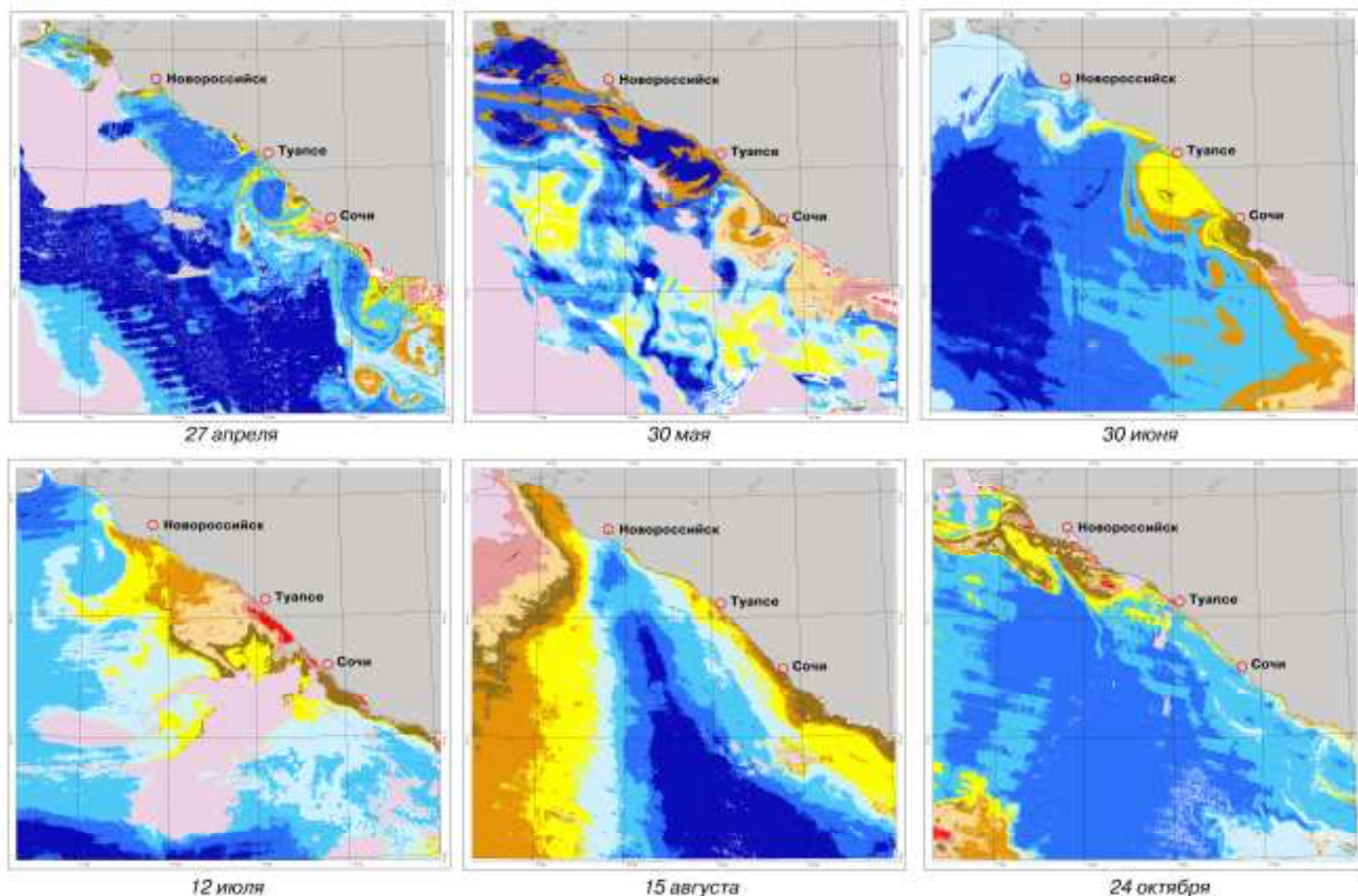
R: 0,620 – 0,670 мкм (1);

G: 0,545 – 0,565 мкм (4);

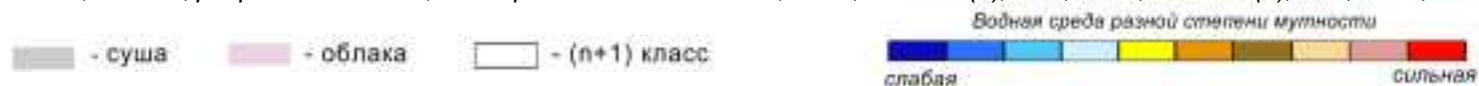
B: 0,459 – 0,479 мкм (3).

Тематические карты состояния водной среды Азовского моря получены с помощью метода кластерного анализа (метод К-средних) в 2005 году.

# РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ



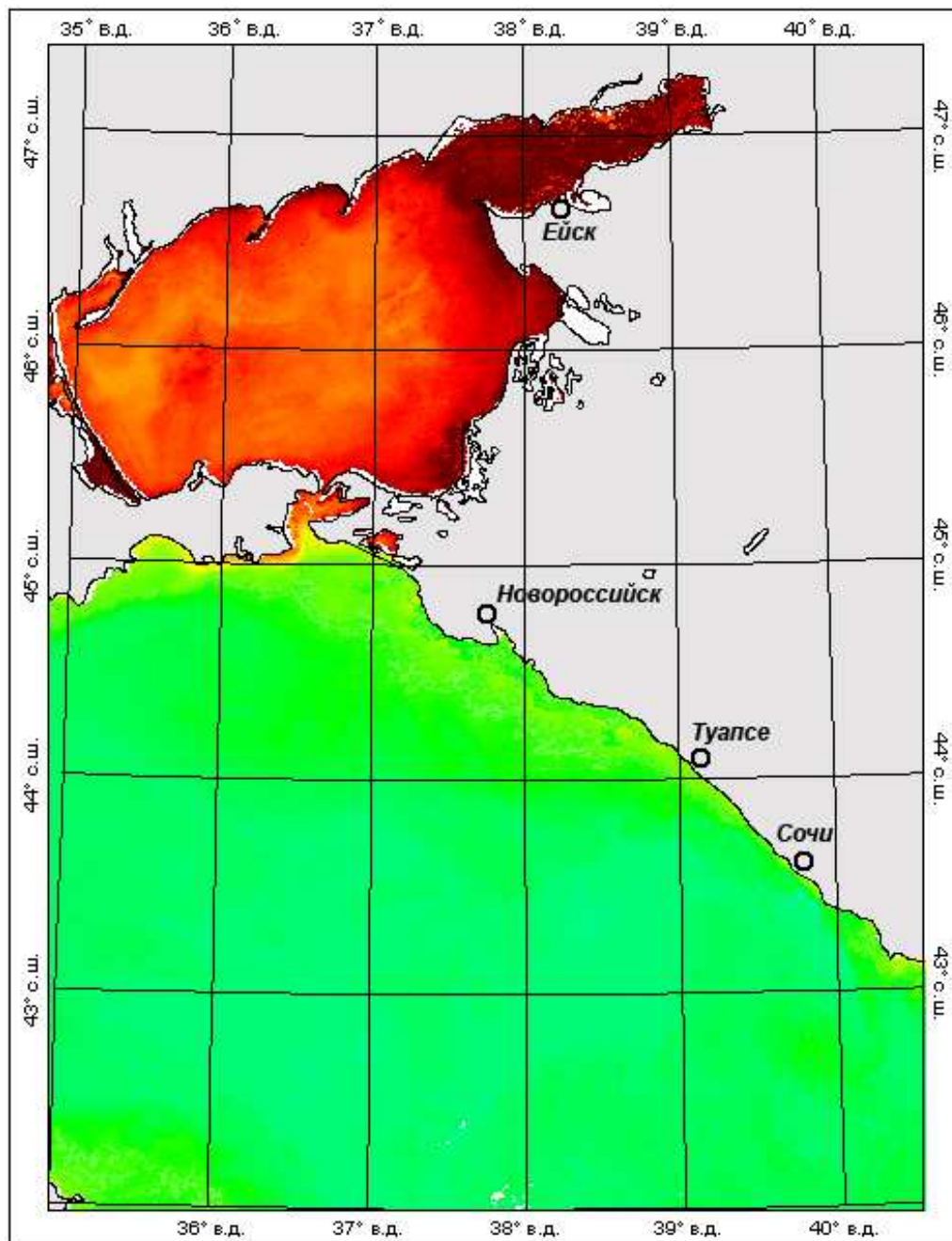
ИСЗ Terra, MODIS, разрешение 250 м, спектральные каналы R: 0,620-0,670 мкм (1); G: 0,545-0,565 мкм (4); B: 0,459-0,479 мкм (3)



Тематические карты состояния водной среды российского сектора Черного моря получены с помощью метода кластерного анализа (метод К-средних) в 2005 году.

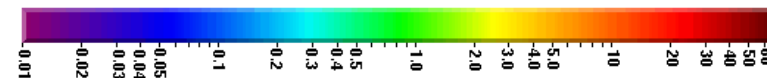


# ПОСТРОЕНИЕ КАРТ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА-А

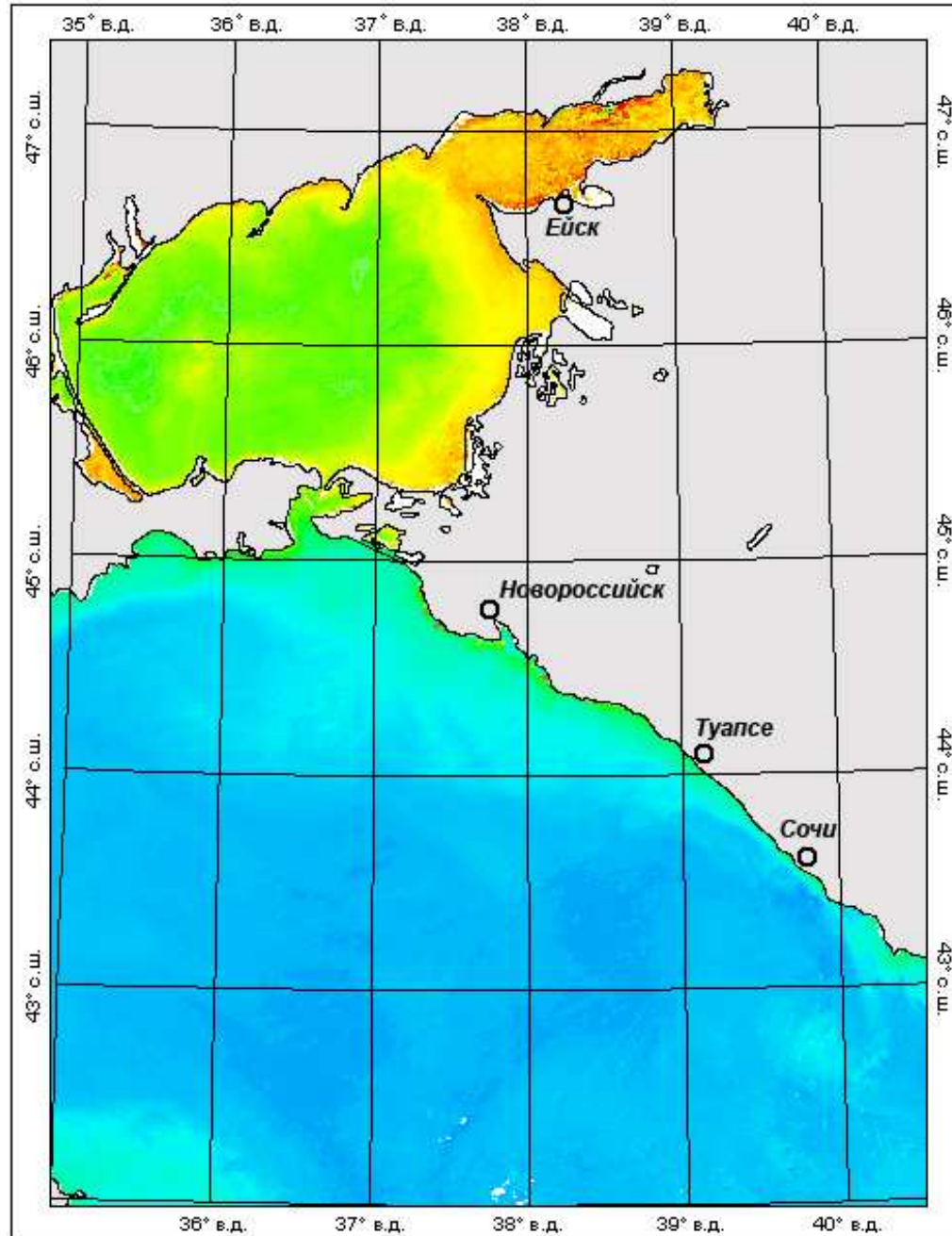


*ИСЗ AQUA, MODIS,  
разрешение 1000 м,  
3 декада июля 2006 г.*

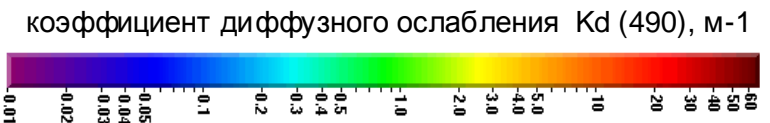
концентрация хлорофилла, мг/м<sup>3</sup>



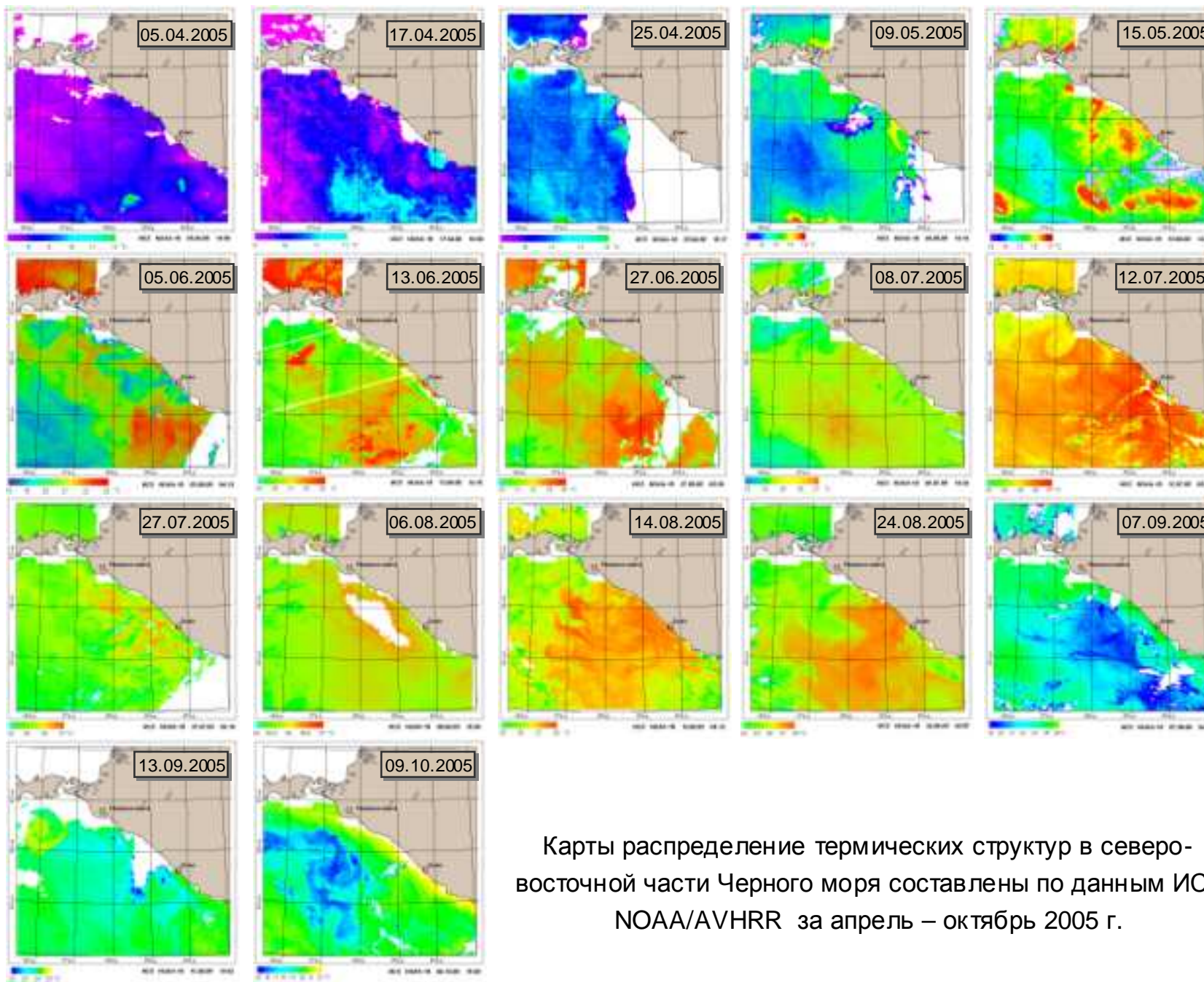
# ПОСТРОЕНИЕ КАРТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФфуЗНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ $K_d$ (490)



*ИСЗ AQUA, MODIS,  
разрешение 1000 м,  
3 декада июля 2006 г.*

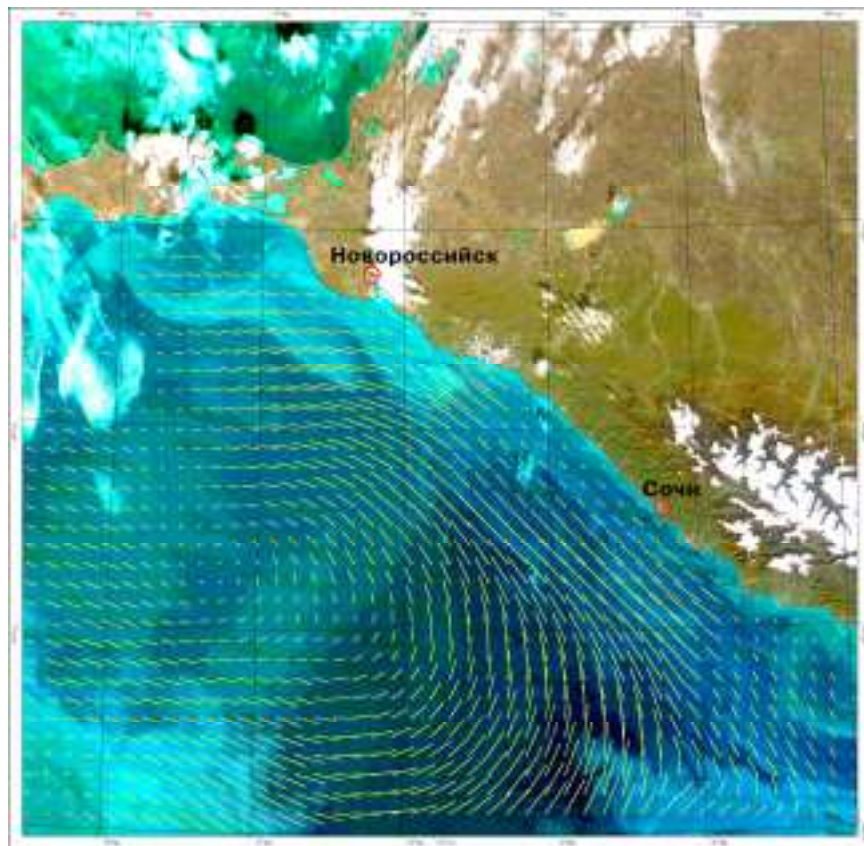


# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ СТРУКТУР В СЕВЕРОВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

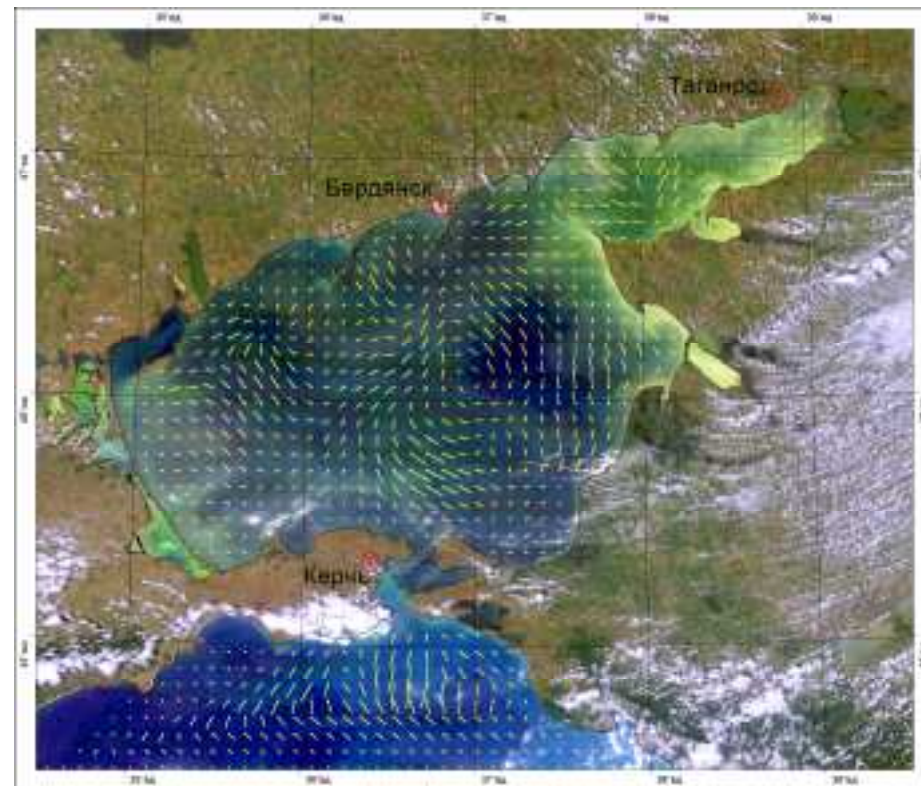


Карты распределение термических структур в северо-восточной части Черного моря составлены по данным ИСЗ NOAA/AVHRR за апрель – октябрь 2005 г.

# ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ПЕРЕНОСА ВОДНЫХ МАСС



Северо-восточная часть Черного моря,  
перемещение водных масс в период 23-24 октября 2005 г.

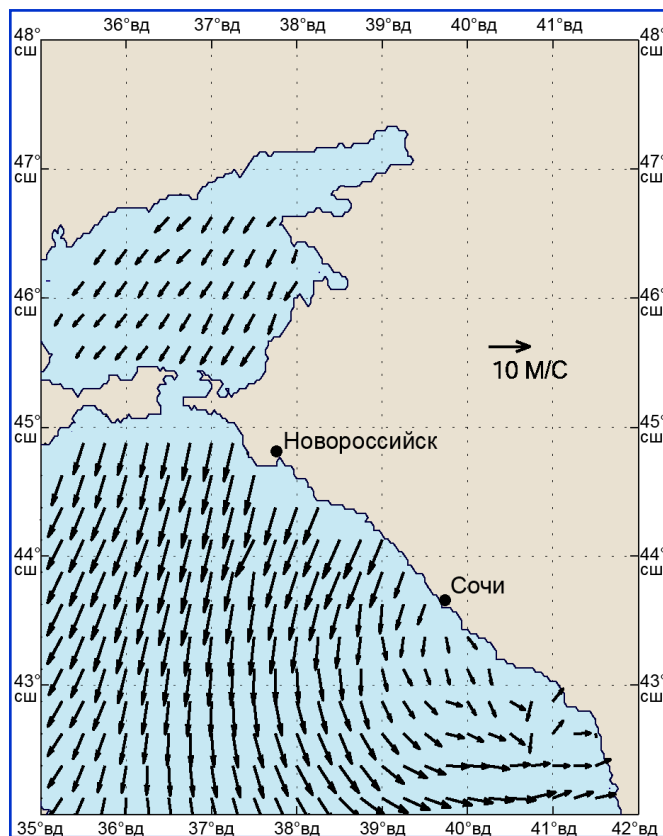


Азовское море,  
перемещение водных масс в период 18-19 июля 2005 г.

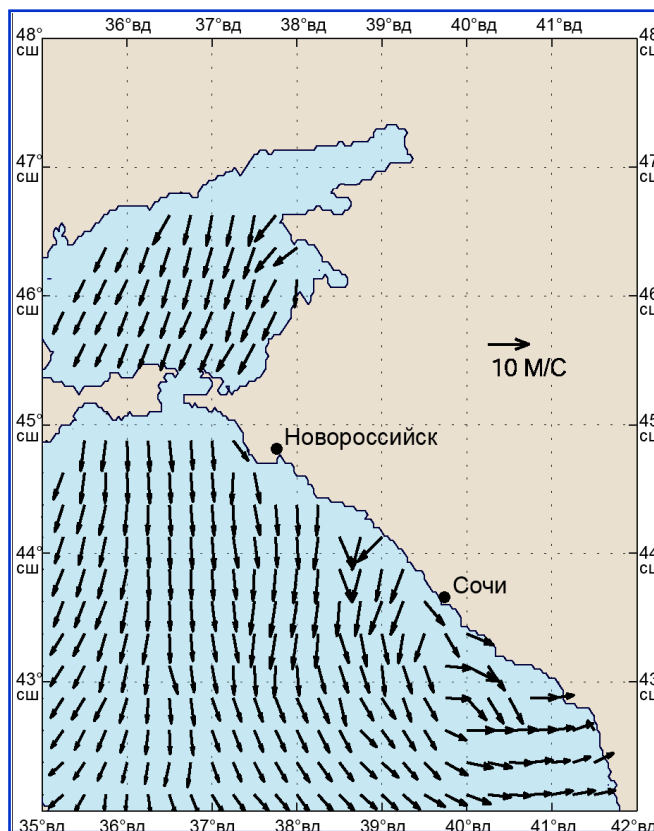
*ИСЗ TERRA, MODIS, разрешение 250 м,*

*Спектральные каналы R:0,620-0,670 мкм(1); G:0,545-0,565 мкм(4); B:0,459-0,479 мкм(3)*

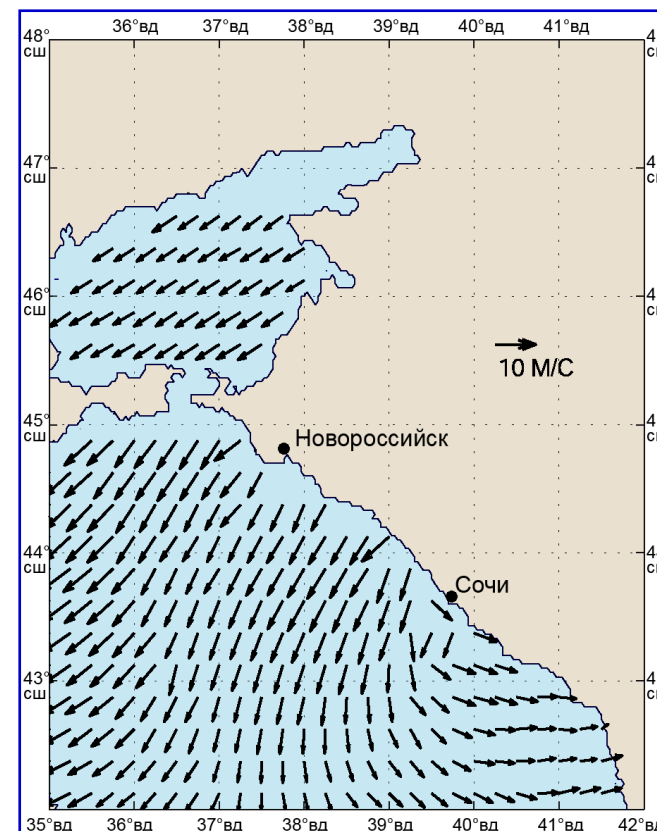
# ПОСТРОЕНИЕ КАРТ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ (ЗА 3-е СУТОК) СКОРОСТИ ПРИВОДНОГО ВЕТРА



11-13.09.2006



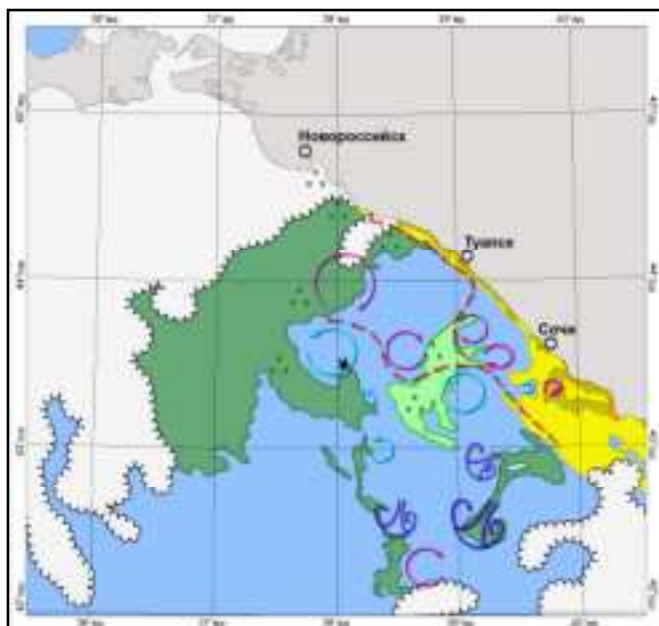
14-16.09.2006



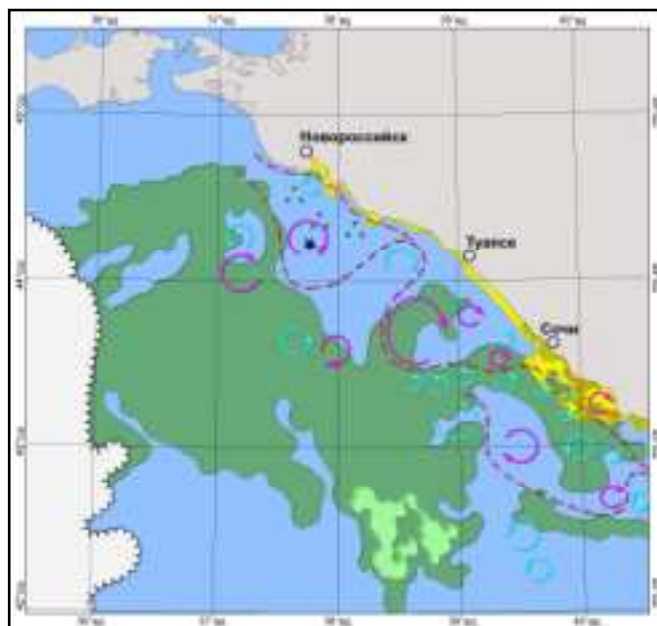
17-19.09.2006

Данные скаттерометра SeaWind ИСЗ QuikSCAT, разрешение 25 км, 2-я декада сентября 2006 г.

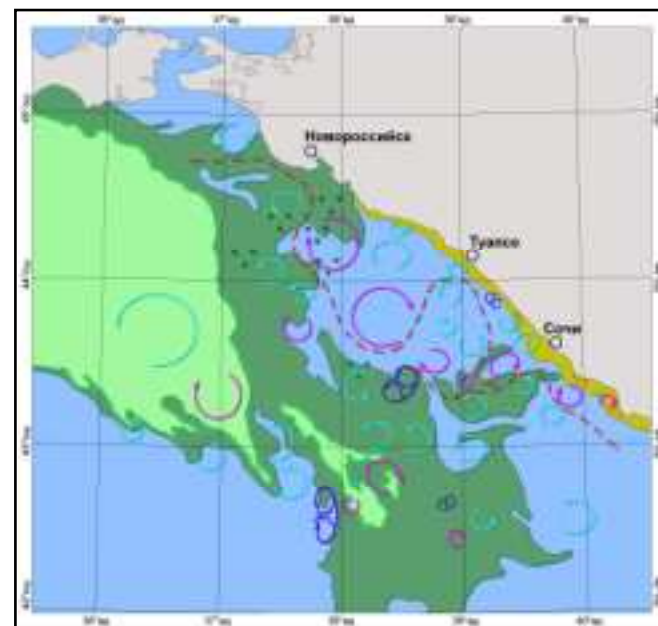
# ДЕКАДНЫЕ ОБОБЩЕННЫЕ КАРТЫ-СХЕМЫ ЦИРКУЛЯЦИИ И СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ









1 декада мая 2006 г.








2 декада мая 2006 г.

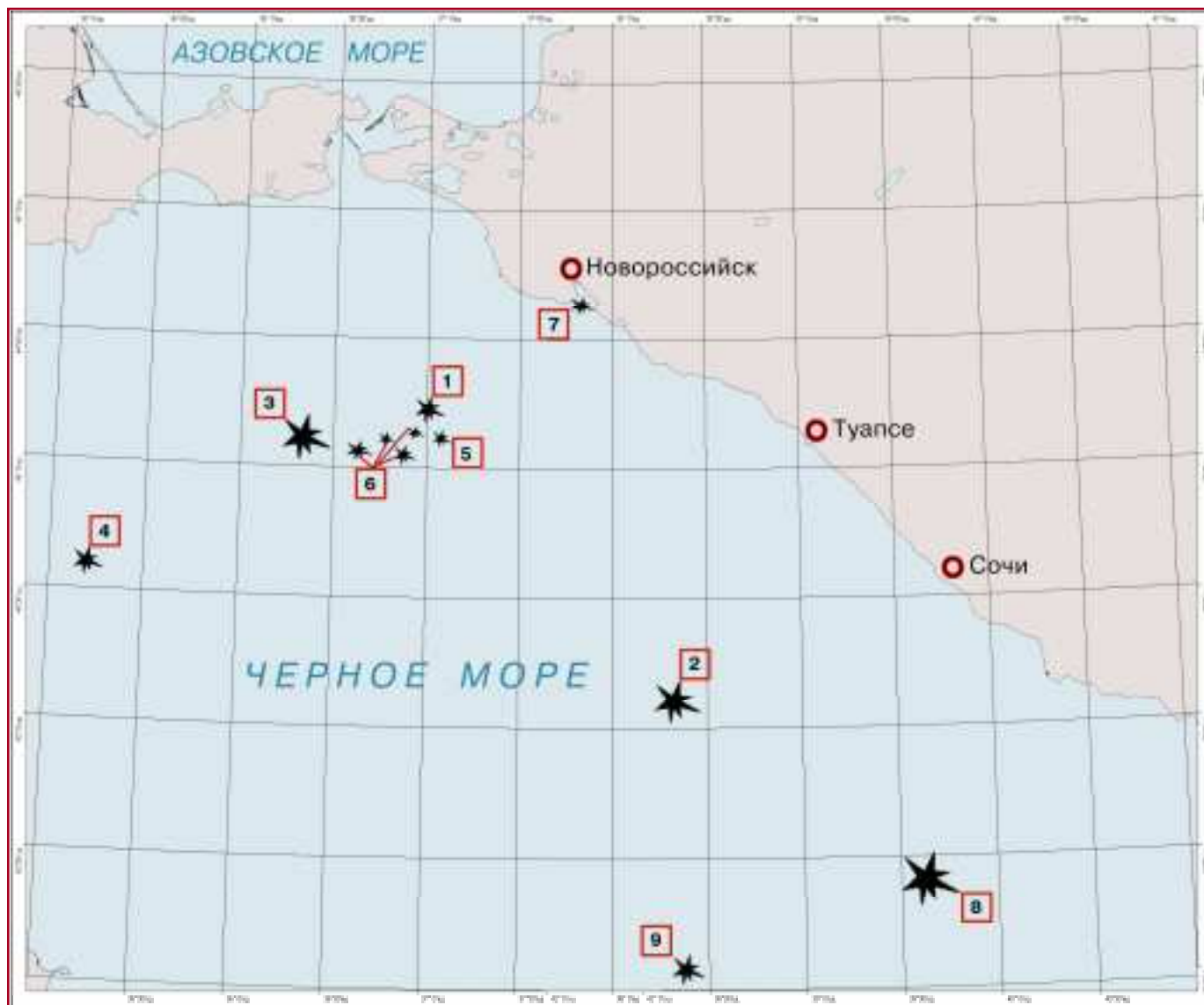


3 декада мая 2006 г.

-  - примерное положение Основного Черноморского Течения (ОЧТ)
-  - прибрежные антициклонические вихри (ПАВ)
-  - циклонические вихри
-  - вихревой диполь
-  - нефтяные загрязнения
-  - пленки поверхностно-активных веществ биогенного происхождения

-  - речной сток
-  - граница интенсивно взмученных вод
-  - граница слабо взмученных вод
-  - зона повышенного скопления фитопланктона
-  - зона умеренного скопления фитопланктона

# ОБОБЩЕННАЯ КАРТА-СХЕМА СУДОВЫХ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ (2003 - 2004г.)

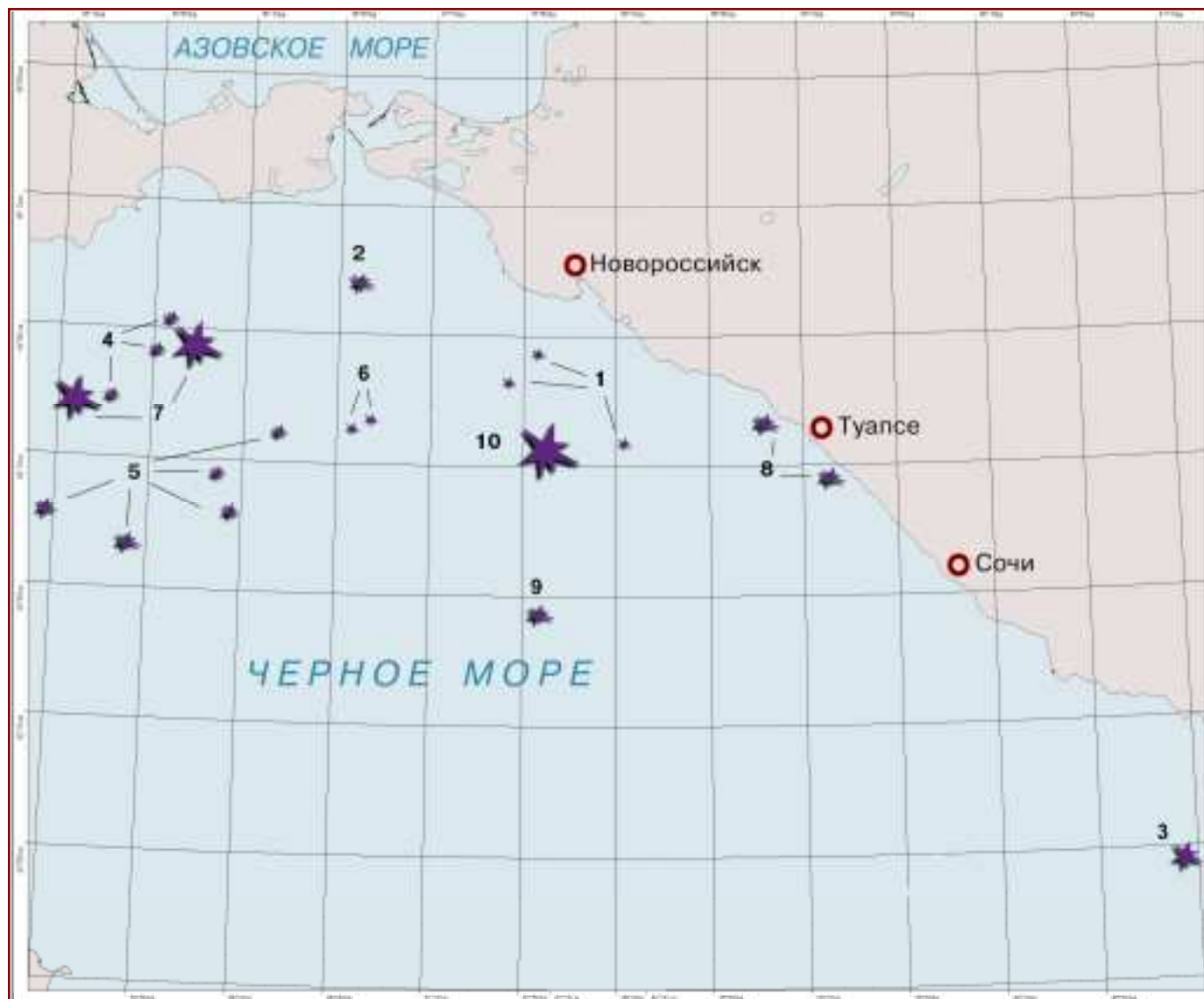


Даты нефтяных разливов - с указанием их площади (в км<sup>2</sup>) :

- 1 – 24.09.2003г. - 30
- 2 – 10.05.2004г. - 30
- 3 – 10.05.2004г. - 60
- 4 – 22.07.2004г. - 15
- 5 – 04.08.2004г. - 9
- 6 – 07.08.2004г. - 27
- 7 – 20.08.2004г. - 8
- 8 – 02.09.2004г. - 50
- 9 – 05.09.2004г. - 12

Карта-схема построена по данным ИСЗ ERS-2/PCA (2003-2004г.г.)

# ОБОБЩЕННАЯ КАРТА-СХЕМА СУДОВЫХ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ (2005 г.)



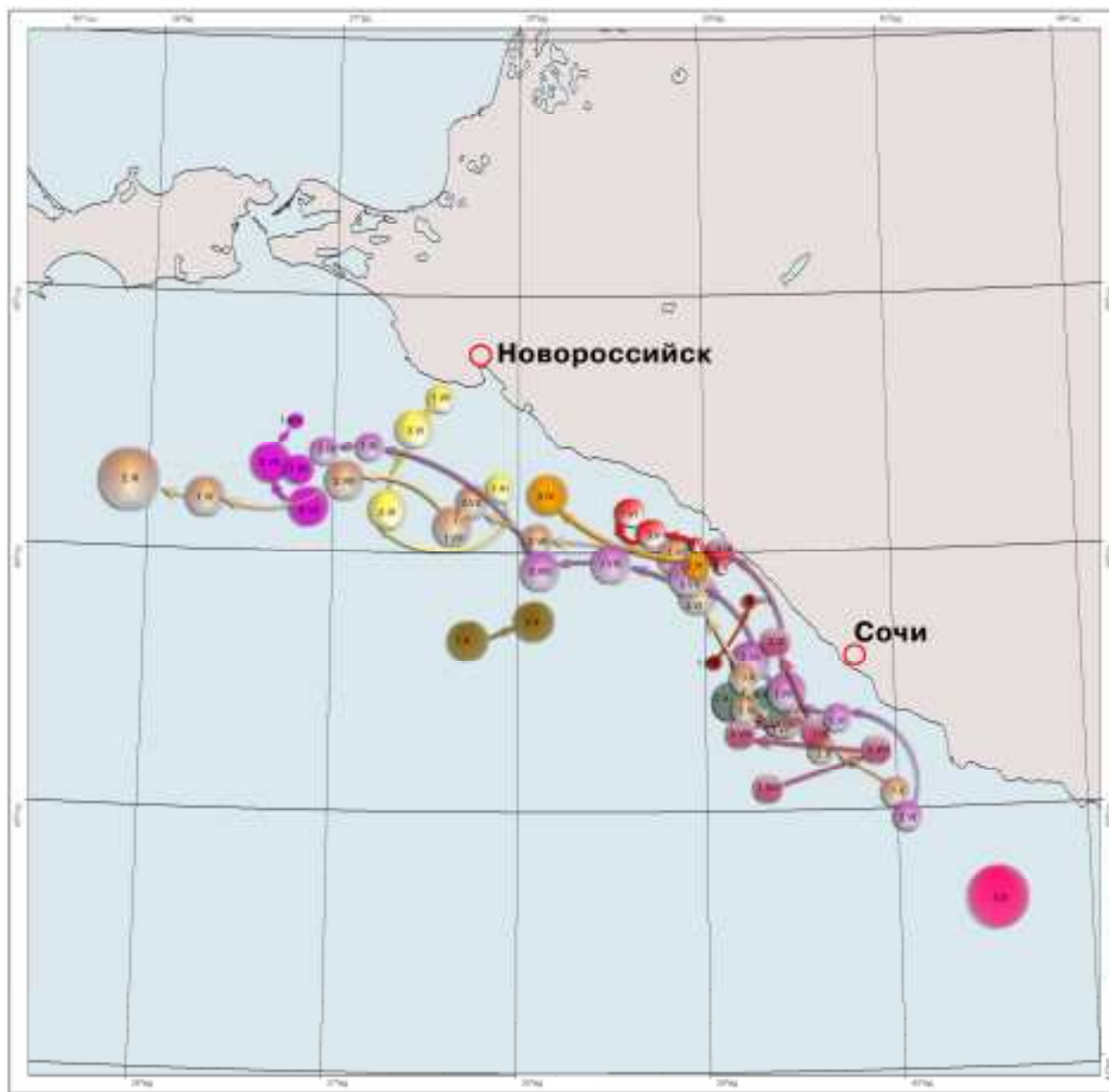
Даты нефтяных разливов - с указанием их площади (в км<sup>2</sup>):

- 1 - 06.04.2005 - 9
- 2 - 28.04.2005 - 8
- 3 - 06.06.2005 - 8
- 4 - 18.06.2005 - 7,5
- 5 - 10.07.2005 - 38,5
- 6 - 20.07.2005 - 6,5
- 7 - 23.07.2005 - 78,7
- 8 - 02.08.2005 - 11,7
- 9 - 05.08.2005 - 4
- 10 - 28.09.2005 - 40

Карта-схема построена по данным ИСЗ ERS-2/РСА в 2005 г.



# СХЕМА ЭВОЛЮЦИИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ АНТИЦИКЛОНИЧЕСКИХ ВИХРЕЙ (ПАВ) В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ



## Время существования ПАВ:

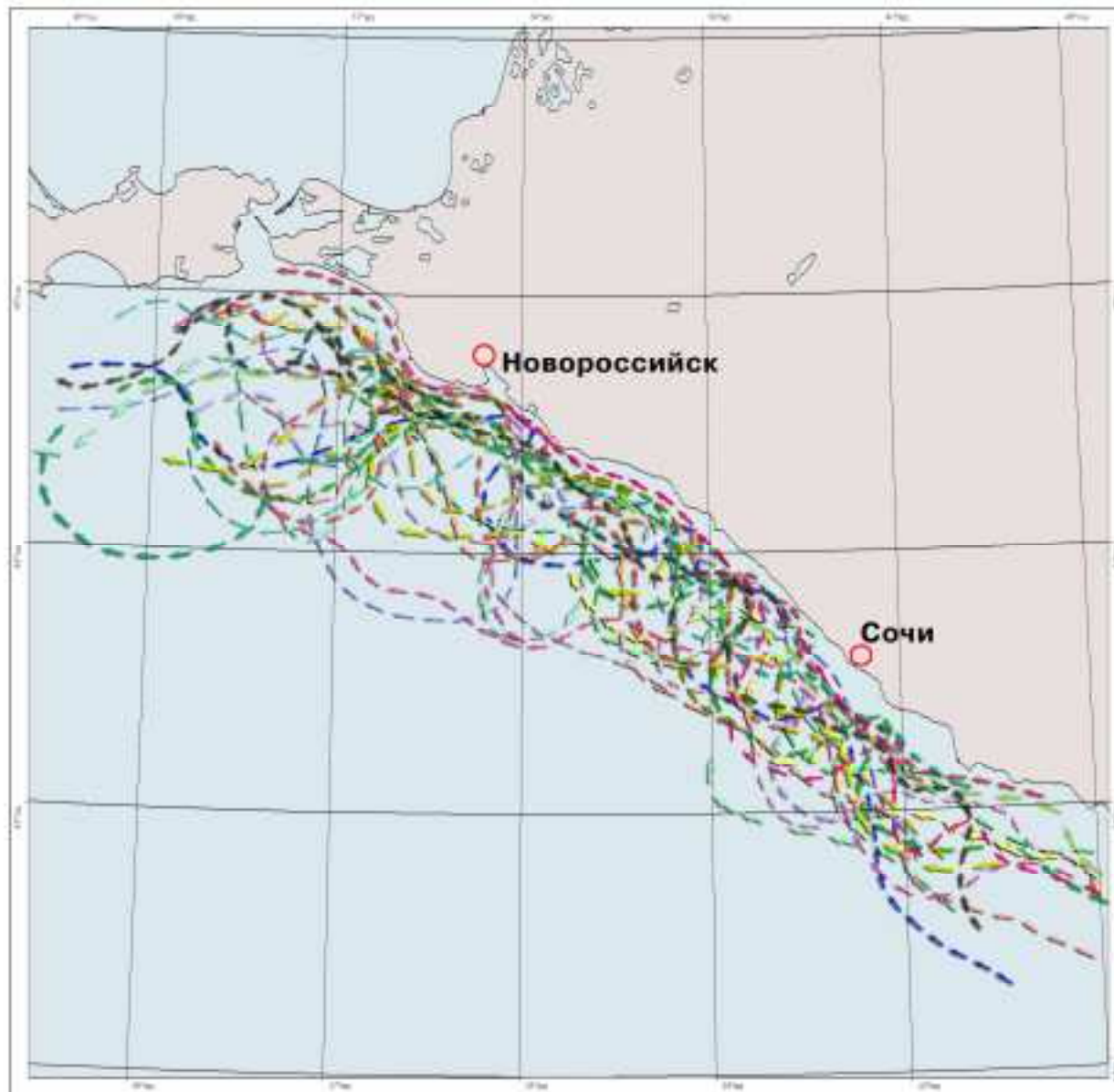
- с 1 декады мая по 2 декаду сентября
- со 2 декады июня по 2 декаду сентября
- с 1 декады августа по 3 декаду сентября
- с декады мая по 1 декаду июня
- с 1 декады июня по 1 декаду июля
- с 1 декады июля по 1 декаду августа
- с 1 по 3 декаду октября
- со 2 по 3 декаду апреля
- со 2 по 3 декаду сентября
- с 1 по 2 декаду августа

## Горизонтальные размеры ПАВ:

- <10 км
- 10-20 км
- 20-30 км
- >30 км

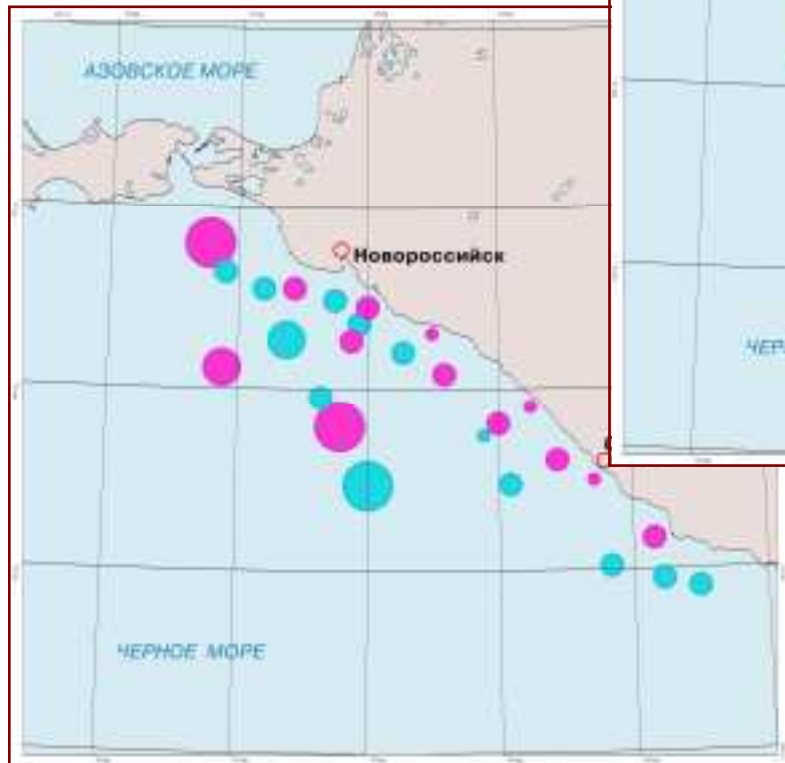
Карта-схема составлена по данным ИСЗ NOAA/AVHRR, TERRA, AQUA/MODIS с апреля по октябрь 2005г.

# ПОЛОЖЕНИЕ СТРЕЖНЯ ОЧТ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

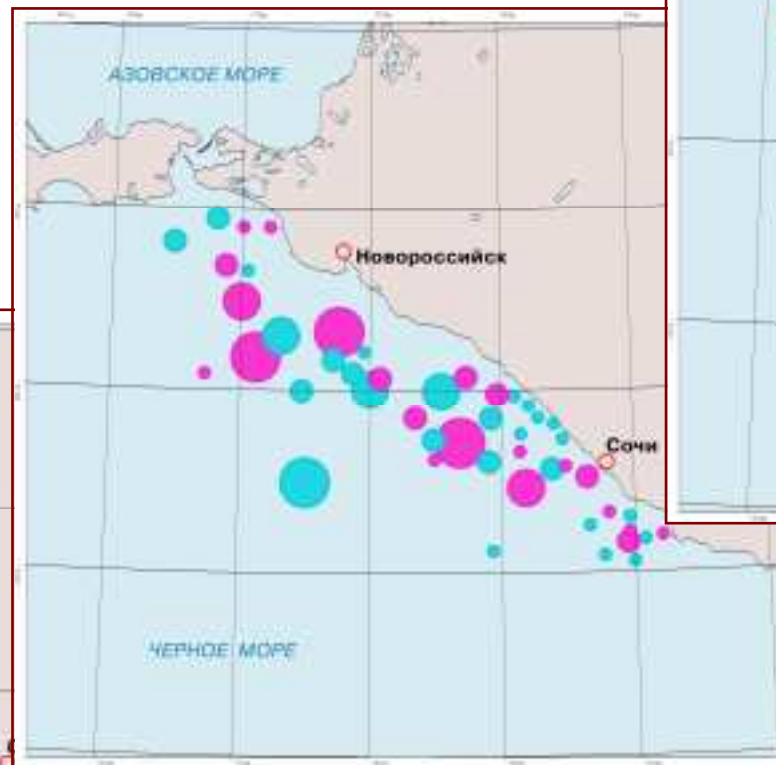


Карта-схема составлена по данным ИСЗ NOAA/AVHRR, TERRA, AQUA/MODIS с апреля по октябрь 2005г.

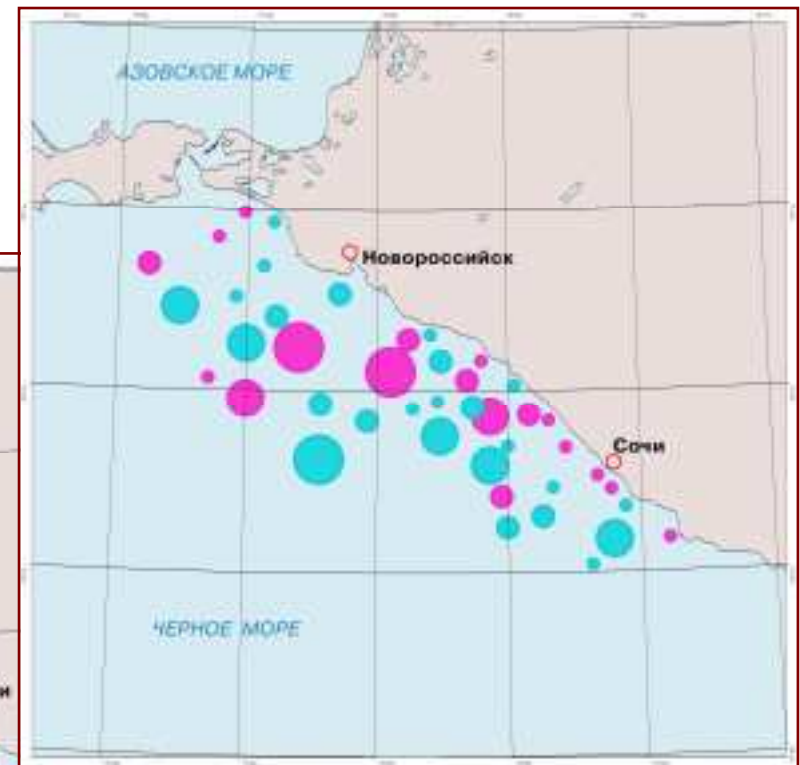
# ПОЛОЖЕНИЕ И РАЗМЕРЫ СИНОПТИЧЕСКИХ ВИХРЕЙ (по результатам космических наблюдений)



май 2004 г.



июнь-август 2004 г.



сентябрь-октябрь 2004 г.

Циклоны:



Антициклоны:



Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды



Научно-исследовательский  
центр космической  
гидрометеорологии

**ПЛАНЕТА**

<http://sputnik1.infospace.ru>

<http://planet.iitp.ru>