



ПРИМЕНЕНИЕ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ  
ДЛЯ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРОФИЛЛА  
В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Ковалевская Н.М., Кириллов В.В., Кириллова Т.В., Ловцкая О.В.  
ИВЭП СО РАН



## Многоцелевое использование водохранилища



- ***Цветение Новосибирского водохранилища***





**Стерлядь**



**Осетр**



**Таймень**



**Нельма**



**Муксун**



# Качество воды - ?



# Экологическое состояние - ?

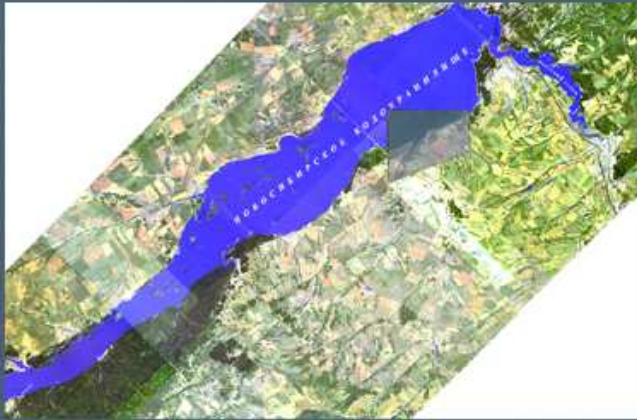




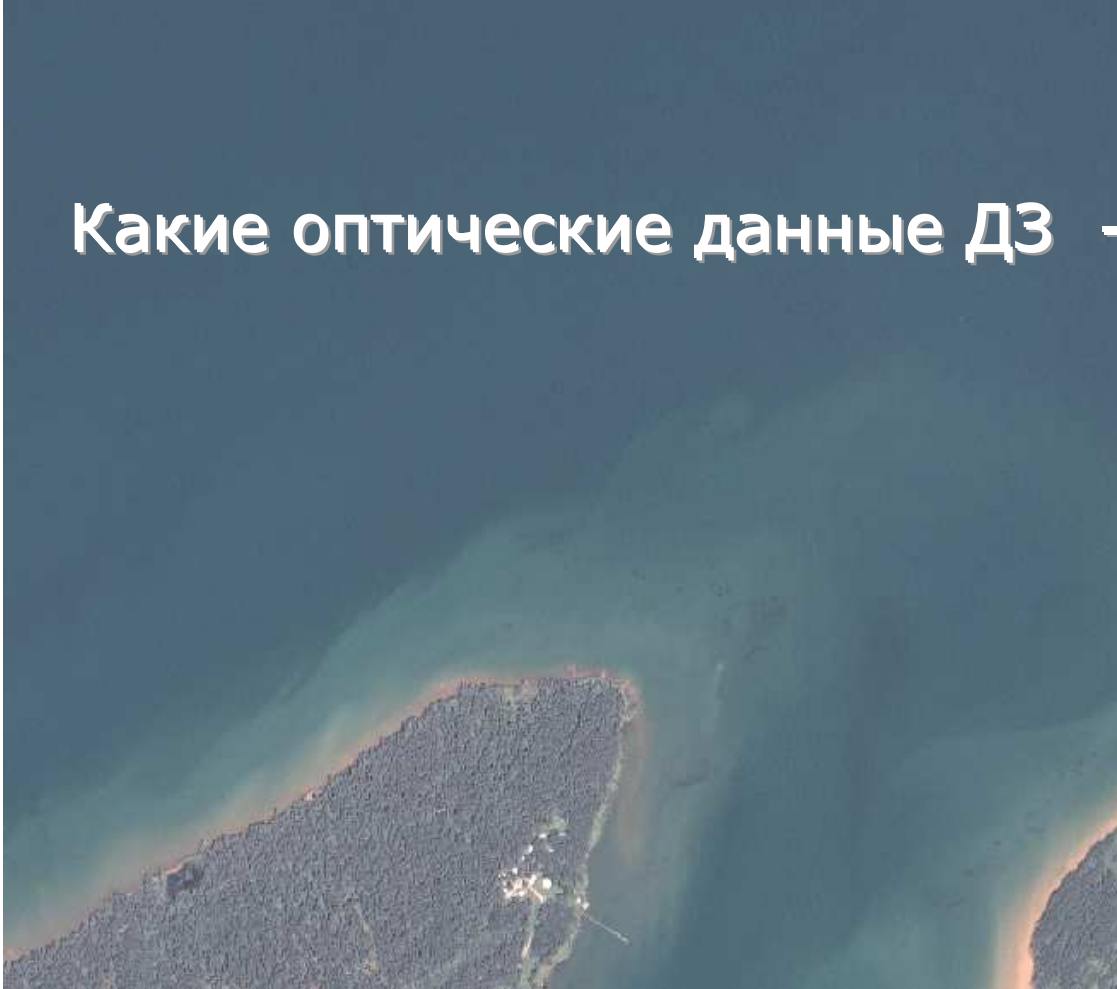


Наиболее высокое  
содержание  
хлорофилла «а» -  
до **70mg/l** -  
было отмечено  
в июле 1982





Какие оптические данные ДЗ - ?





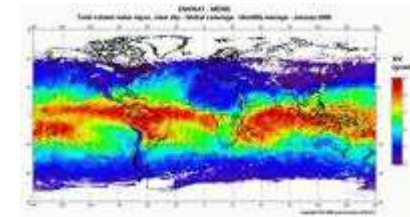
<b>SENSOR</b>	<b>AGENCY</b>	<b>SATELLITE</b>	<b>LAUNCH</b>	<b>RESOLUTION (m)</b>	<b>BANDS</b>	<b>SPECTRAL COVERAGE (nm)</b>
<b>SeaWiFS</b> <i><a href="http://www.ioccg.org/sensors/seawifs.html">http://www.ioccg.org/sensors/seawifs.html</a></i>	NASA (USA)	OrbView-2 (USA)	01/08/97	1100	8	402-885
<b>MODIS-Terra</b> <i><a href="http://www.ioccg.org/sensors/terra.html">http://www.ioccg.org/sensors/terra.html</a></i>	NASA (USA)	Terra (USA)	18/12/99	1000	36	405-14385
<b>MERIS</b> <i><a href="http://www.ioccg.org/sensors/meris.html">http://www.ioccg.org/sensors/meris.html</a></i>	ESA (Europe)	ENVISAT-1 (Europe)	01/03/02	300/1200	15	412-1050
<b>MODIS- Aqua</b> <i><a href="http://www.ioccg.org/sensors/aqua.html">http://www.ioccg.org/sensors/aqua.html</a></i>	NASA (USA)	Aqua (EOS-PM1)	04/05/02	1000	36	405-14385

## ENVISAT (ENVIroment, SATellite)

### MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer)

1 марта 2002

Номер канала	Длина волны ± ширина канала (нм)	Применение
1	412.5 ± 10	Желтое вещество и пигменты детрита
<b>2</b>	<b>442.5 ± 10</b>	<b>Максимум поглощение хлорофилла</b>
<b>3</b>	<b>490 ± 10</b>	<b>Хлорофилл и другие пигменты</b>
<b>4</b>	<b>510 ± 10</b>	<b>Взвешенное вещество, красные приливы</b>
<b>5</b>	<b>560 ± 10</b>	<b>Минимум поглощения хлорофилла</b>
6	620 ± 10	Взвешенное вещество
7	665 ± 10	Поглощение хлорофилла и флуоресценция.
8	681.25 ± 7.5	Максимум флуоресценция хлорофилла
9	708.75 ± 10	Флуоресценция (fluorescence reference)
10	753.75 ± 7.5	Растительность, облачность
11	760.625 ± 3.75	Поглощение кислорода
12	778.75 ± 15	Поправки на влияние атмосферы
13	865 ± 20	Растительность, водяной пар
14	885 ± 10	Поправки на влияние атмосферы
15	900 ± 10	Водяной пар, земная поверхность

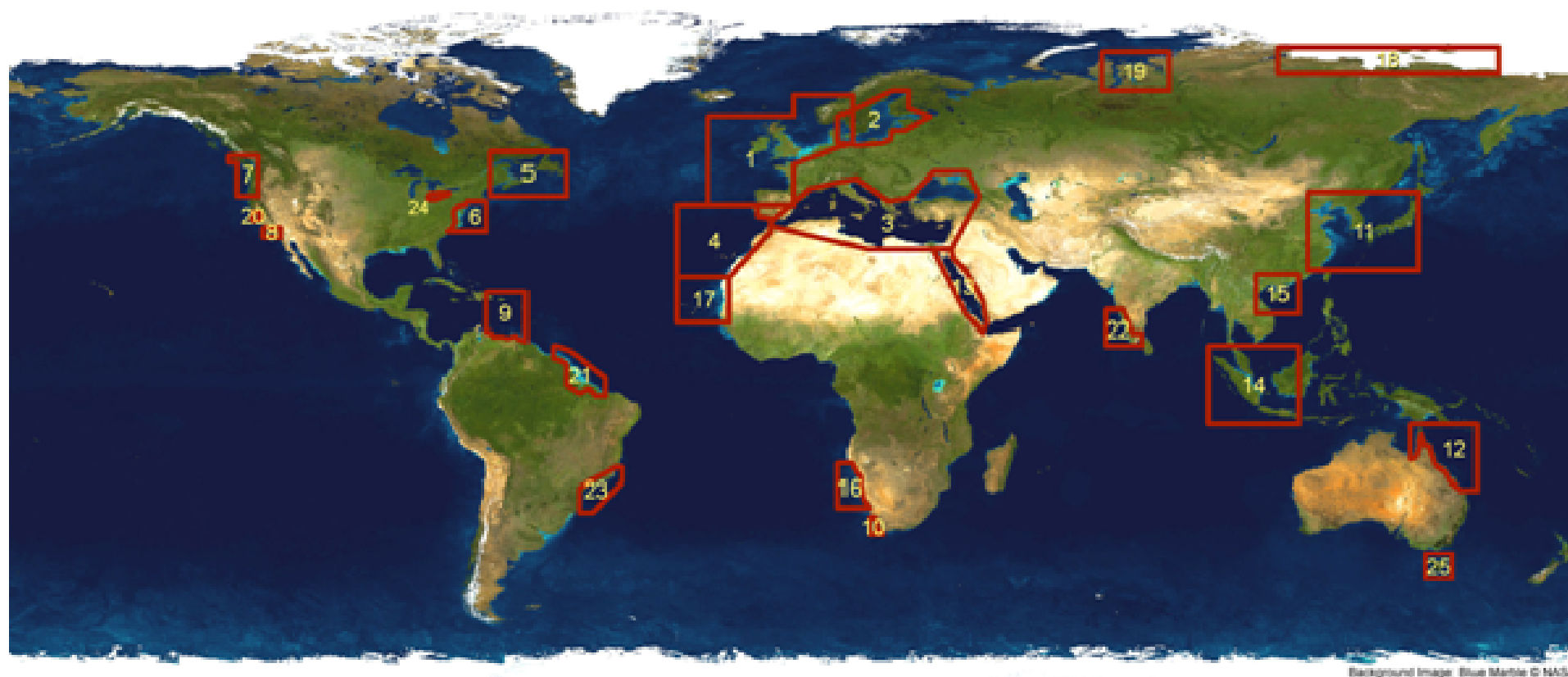


Case-1 waters:

OC2 (2, 5)

OC4 (2, 3, 4, 5)

# Coastcolour Sites



## Case-2 waters:

- Прибрежные области океана
- Лимнологические объекты



Search

### News

- 20.07.2011  
BEAM is mentor at ESA SOCIS.
- 12.05.2011  
BEAM 4.9 is now available.
- 31.03.2011  
Spring bloom in Baltic Sea.
- 17.03.2011  
Brockmann

[about](#) [portfolio](#) [projects](#) [customers](#) [gallery](#) [contact](#)

"The important thing is not to stop questioning." *Albert Einstein*

#### Operator

```
initialize()  
compute(...)
```

<<create>>

#### Environmental informatics

We offer custom-made software solutions developed in close cooperation with our clients. The department of Environmental Informatics develops applications, tools and techniques for processing of information originating from environmental observations. The solutions developed foster scientific assessments and monitoring of the Earth's state and help finding answers for urgent environmental problems.

[more ...](#)



#### Geoinformation services

Our Geoinformation Services include value-added products and thematic information derived from remote sensing data and scientific consultancy for environmental concerns. Our offer ranges from mosaics of satellite images to qualitative and quantitative information concerning our environment. We serve local and global applications with focus on the marine and coastal environment.

[more ...](#)

#### CH



The noise applied to C

[location](#) • [download](#) • [site map](#) • [internal](#)



Модель переноса излучения в  
атмосфере, релизованная в системе  
Hydrolight

SEQUOIA



**HYDROLIGHT 4.2**

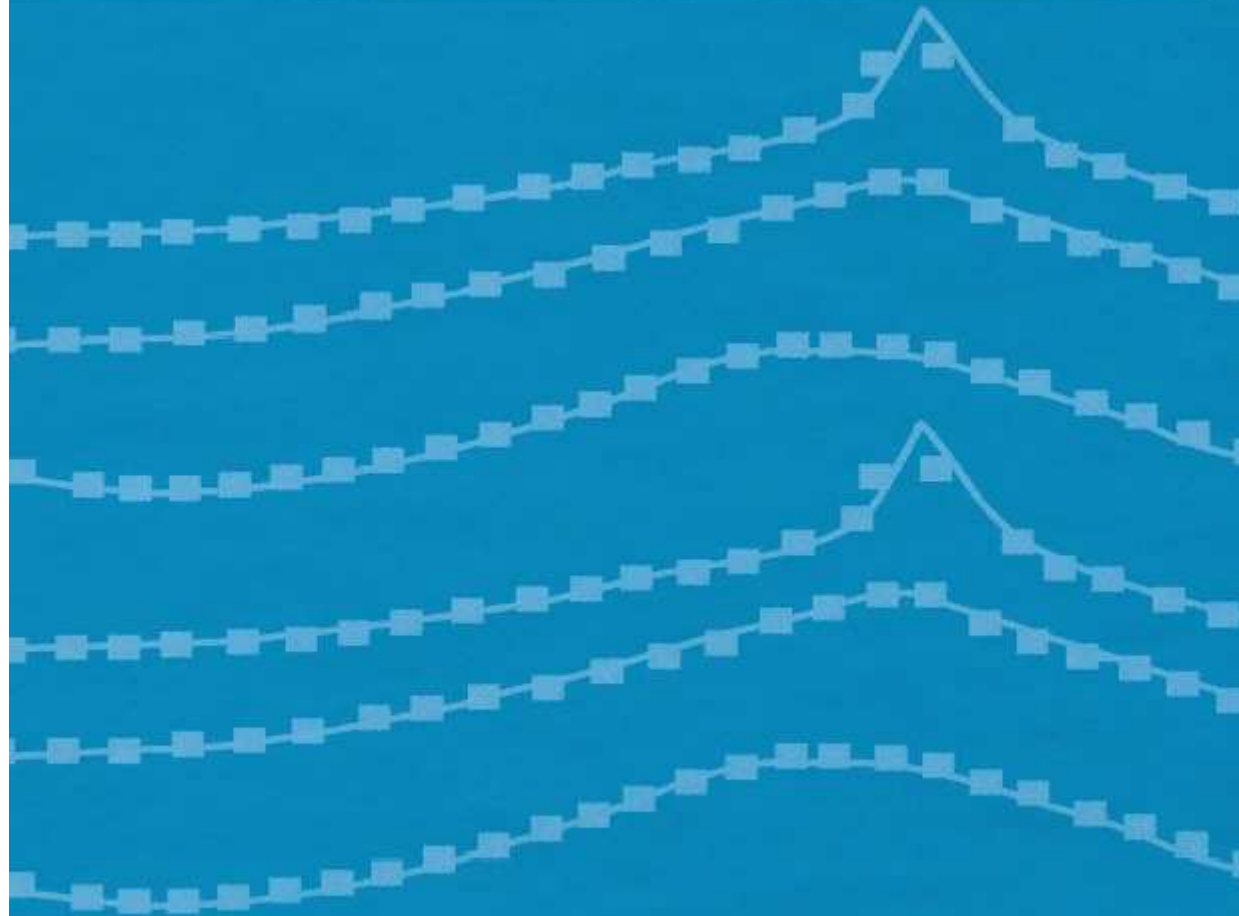


Sequoia Scientific Inc., WA

# Light and Water

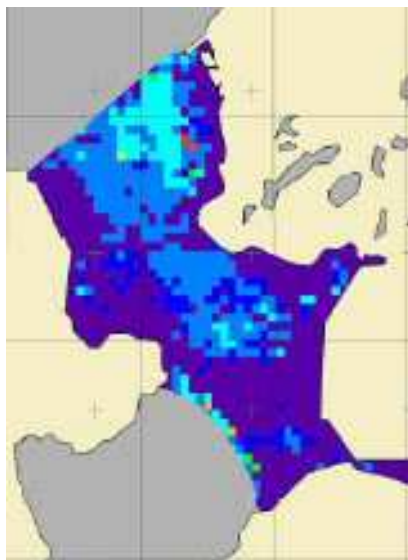
Radiative Transfer in Natural Waters

---

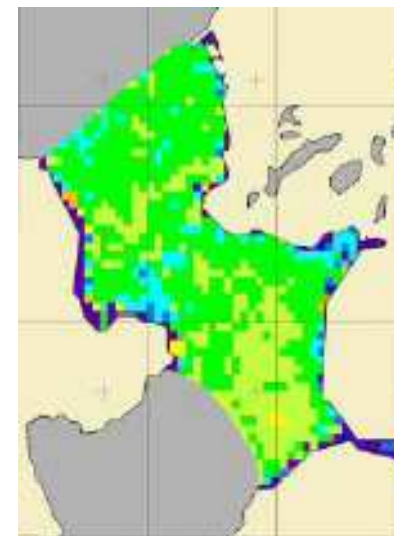


Curtis D. Mobley





## Параметры для обучения



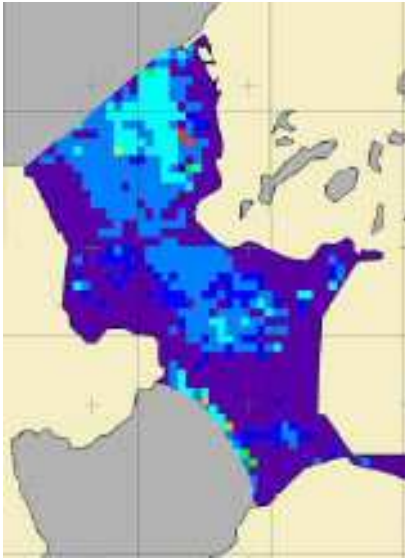
Concentration	Coastal alg.	Boreal alg.	Eutrophic alg.
Chl a [ $mg/m^3$ ]	$21 * a_{pig}(442)^{1.04}$	$62.6 * a_{pig}(442)^{1.29}$	$26.32 * a_{pig}(442)$
TSM [ $g/m^3$ ]	$1.72 * b_{tsm}(442)$	$1.042 * b_{tsm}(442)$	$1.7 * b_{tsm}(442)$

Уравнения связи первичных гидрооптических характеристик с концентрациями хлорофилла и взвешенного вещества:

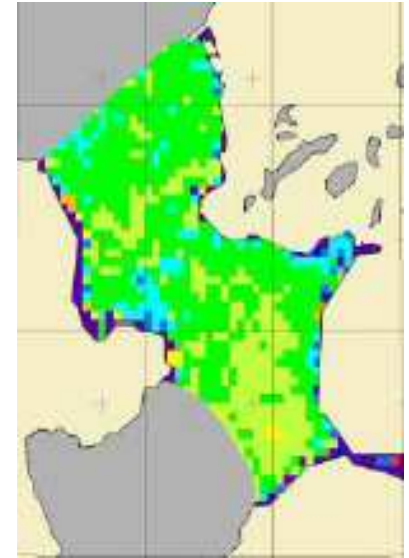
$a_{pig}$  – показатель поглощения пигментами фитопланктона,  
 $b_{tsm}$  – показатель рассеяния на частицах взвеси

Concentration	Coastal	Boreal	Eutrophic	Water
Chl a [ $mg/m^3$ ]	0.016 - 43.18	0.5 - 50	1 - 120	0.05 - 50.0
TSM [ $g/m^3$ ]	0.0086 - 51.6	0.1 - 20	0.005 - 5	0.05 - 50.0
CDOM [ $m^{-1}$ ]	0.005 - 5	0.25 - 10	0.1 - 3.0	0.005 - 1.0

Диапазоны концентраций, используемых в различных процессорах



СПЕЦИФИКА СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ  
ГИДРООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБРЕЖНЫХ ВОД,  
ОЗЕР И ВОДОХРАНИЛИЩ



CASE-2 АЛГОРИТМ  
ДЛЯ **ПРИБРЕЖНЫХ** ВОД=  
=

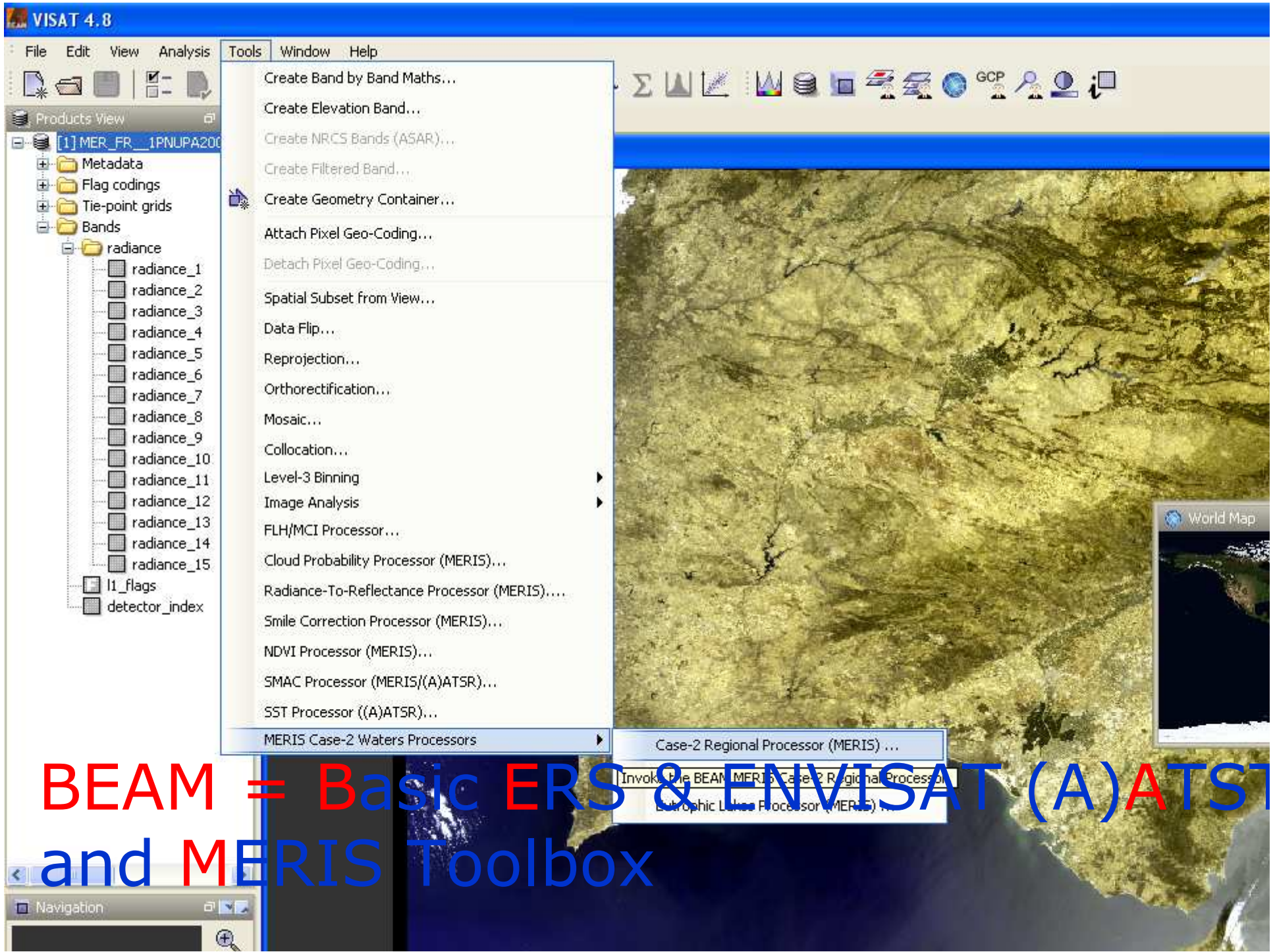
МЕЛКАЯ ВОДА  
У  
КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ШЛЕЙФОВ

ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ  
ДЛЯ **БОРЕАЛЬНЫХ** ОЗЕР,  
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМИСЯ

ВЫСОКИМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ  
РАСТВОРЕННОГО  
ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА

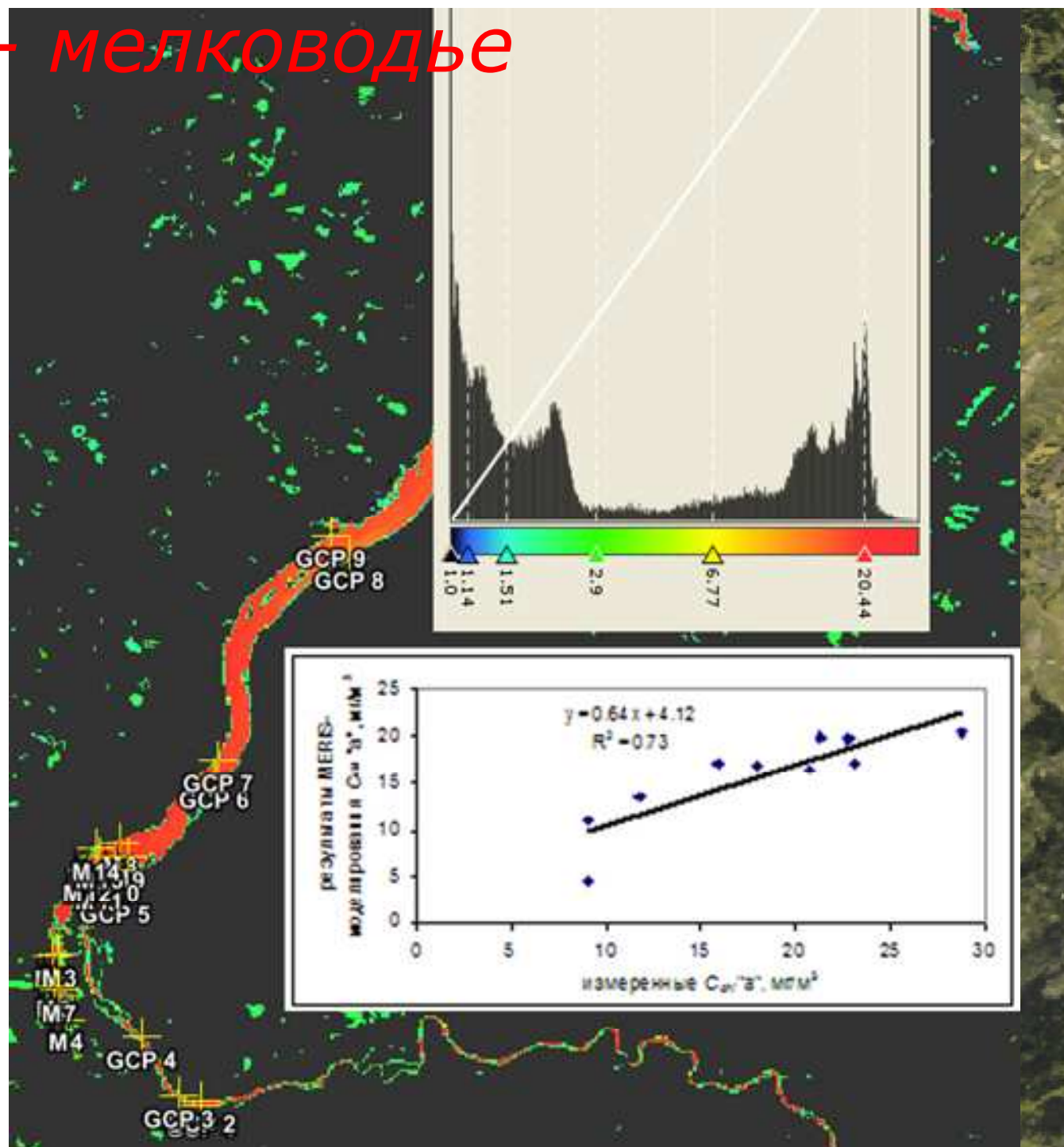
ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ  
ДЛЯ **ЭВТРОФНЫХ** ОЗЕР,  
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИМИСЯ

ВЫСОКИМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ  
ХЛОРОФИЛЛА «а»



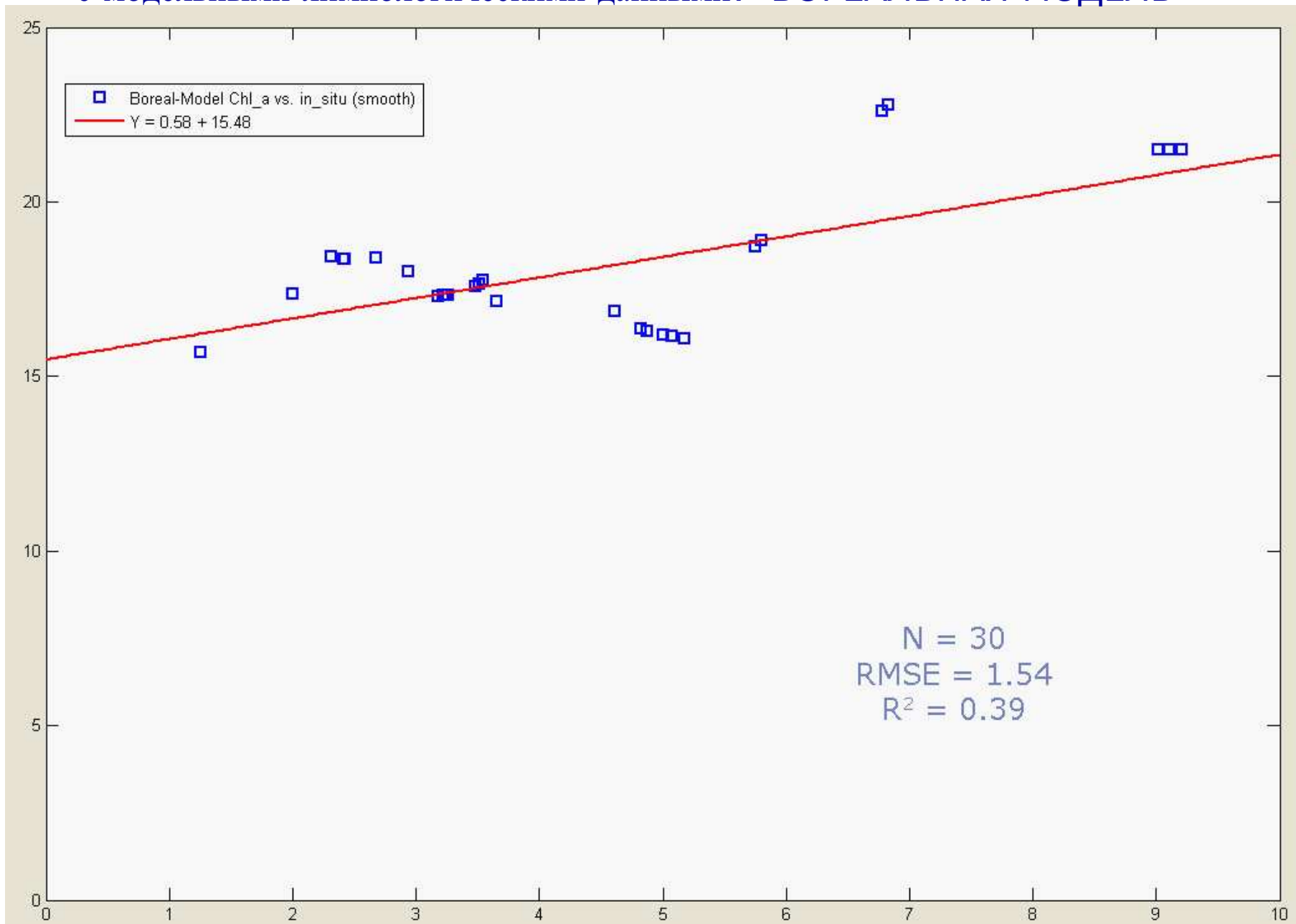
**BEAM = Basic ERS & ENVISAT (A)ATSR  
and MERIS Toolbox**

# 2008 - мелководье

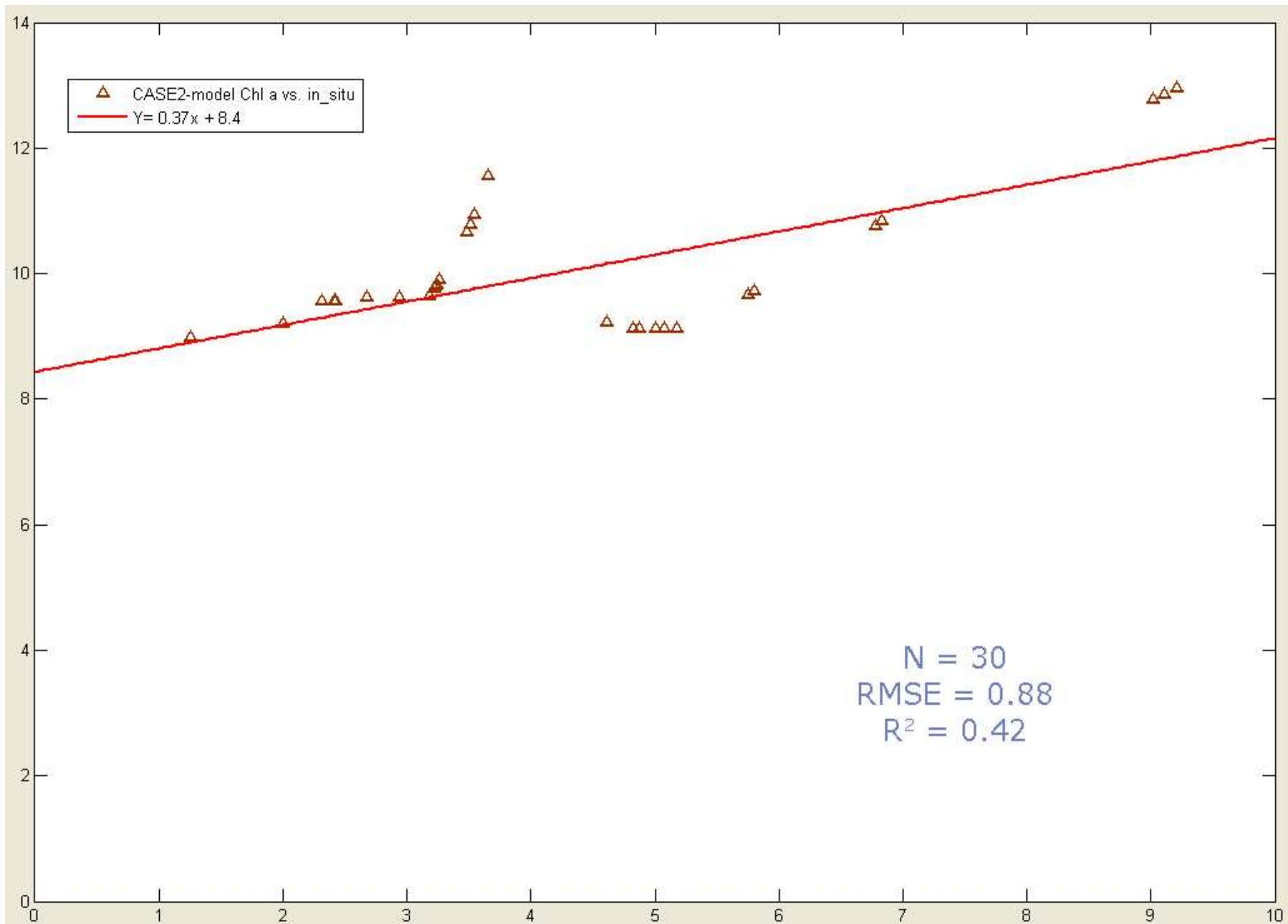




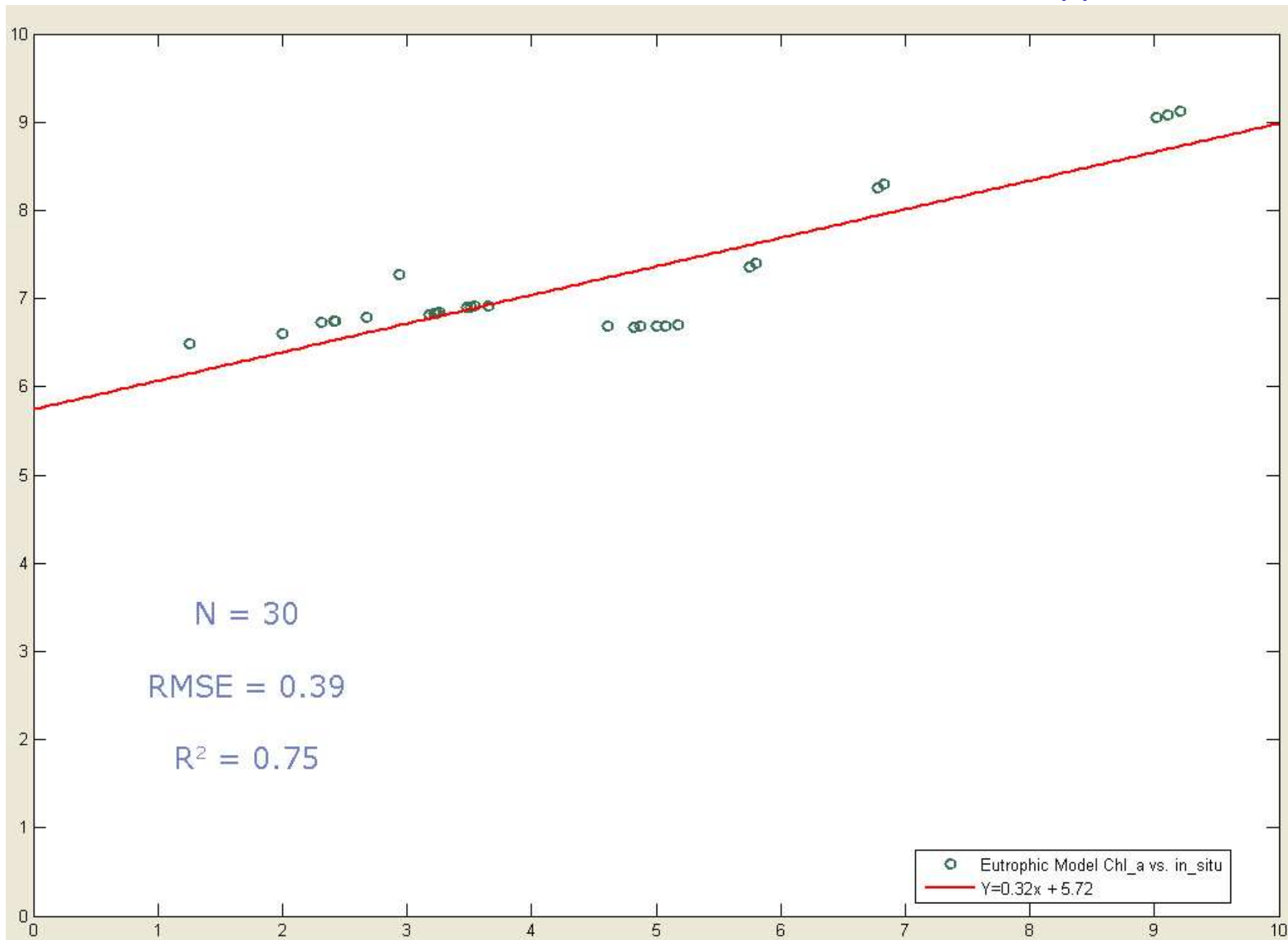
## Сравнение результатов измерений концентраций хлорофилла с модельными лимнологическими данными: БОРЕАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ



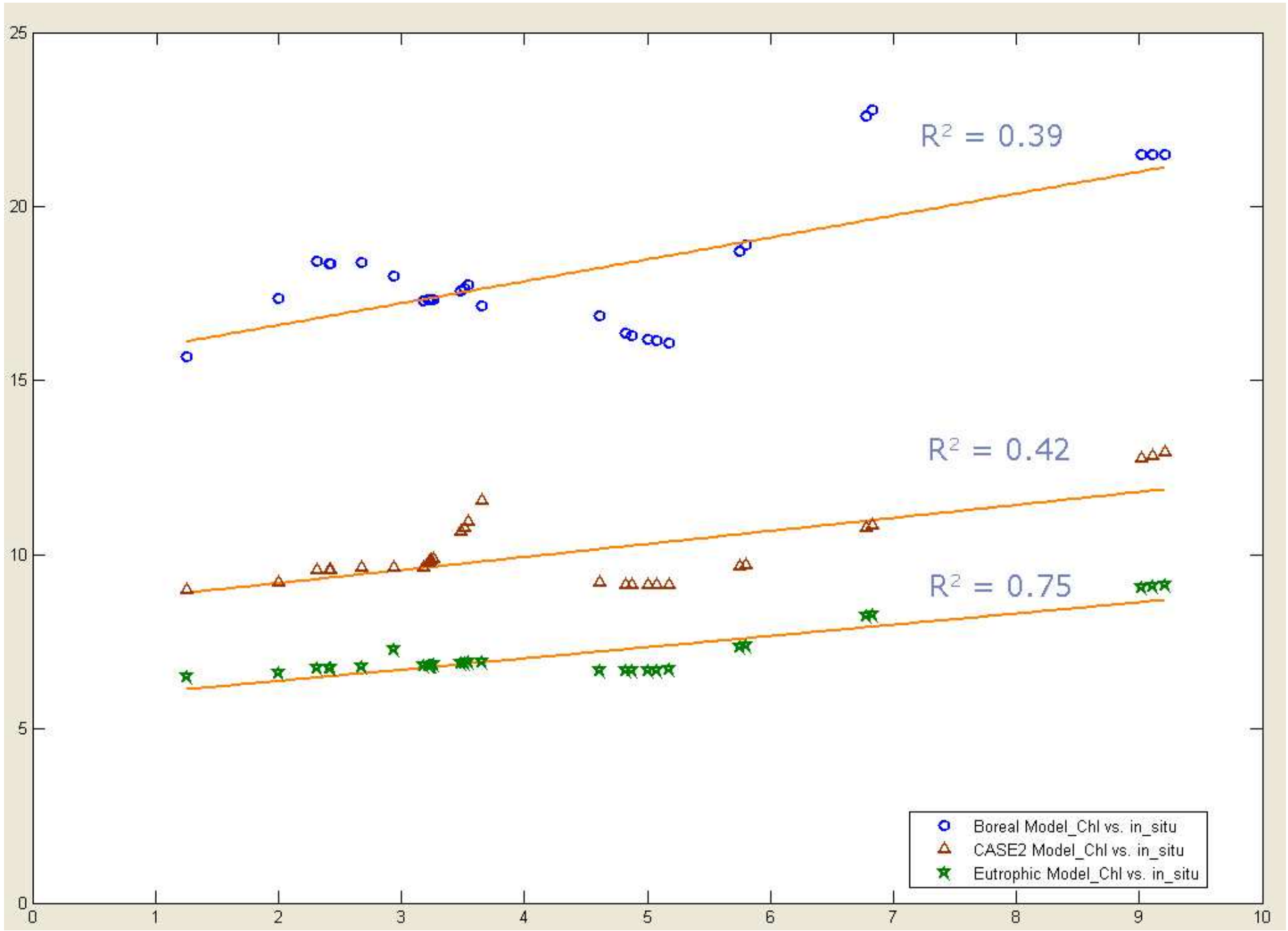
## Сравнение результатов измерений концентраций хлорофилла с модельными лимнологическими данными: ПРИБРЕЖНАЯ МОДЕЛЬ

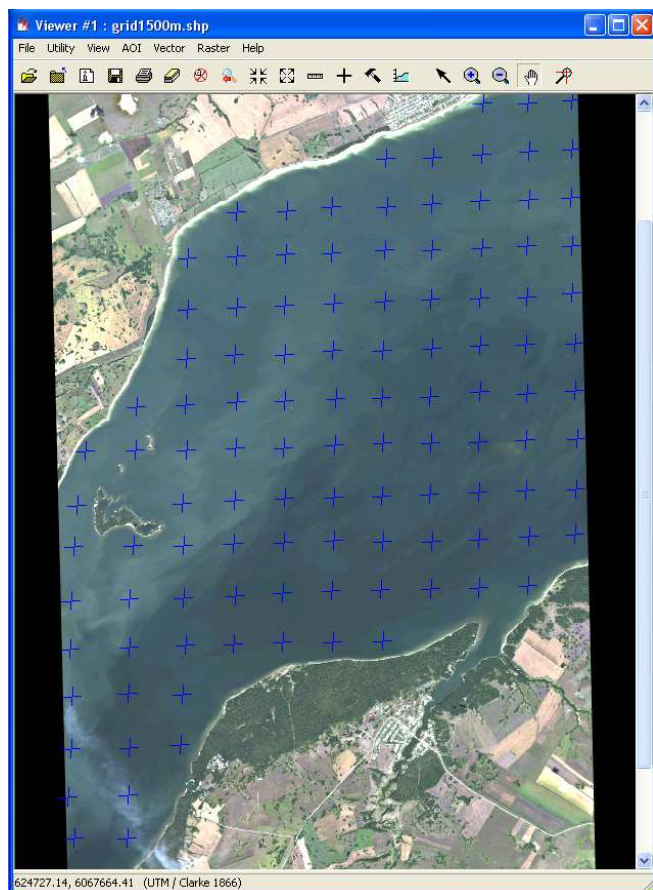


## Сравнение результатов измерений концентраций хлорофилла с модельными лимнологическими данными: ЭВТРОФНАЯ МОДЕЛЬ

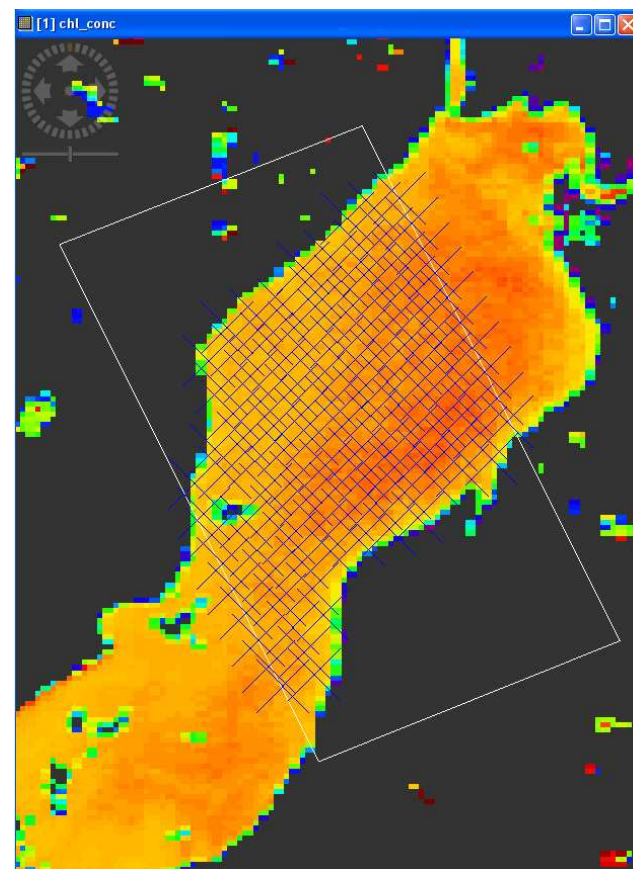








WorldView-2 (27.08.2010)



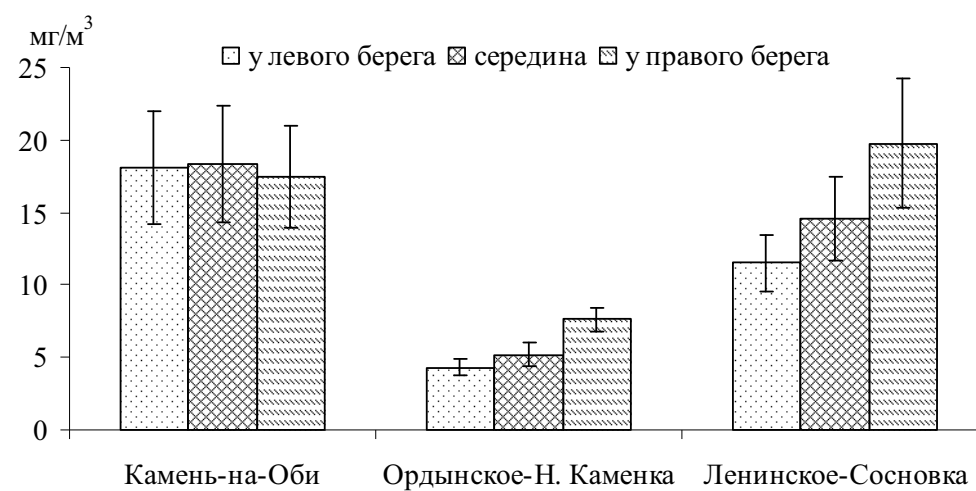
MERIS Chl-a (28.08.2010)

Chlorophyll spectral properties: spectral range (nm)	WorldView-2 Band	# MERIS Band
Chlorophyll absorption maximum: <b>442</b>	<b>Coastal Blue</b>	<b>2</b>
Chlorophyll: <b>480 - 500</b>	<b>Blue</b>	<b>3,4</b>
Chlorophyll absorption minimum: <b>550 - 570</b>	<b>Green</b>	<b>5</b>
Chlorophyll absorption and fluorescence: <b>655 - 675</b>	<b>Red</b>	<b>7</b>
Chlorophyll fluorescence peak: <b>683</b>	<b>Red</b>	<b>8</b>
Fluorescence: <b>695 - 715</b>	<b>Red-Edge</b>	<b>9</b>

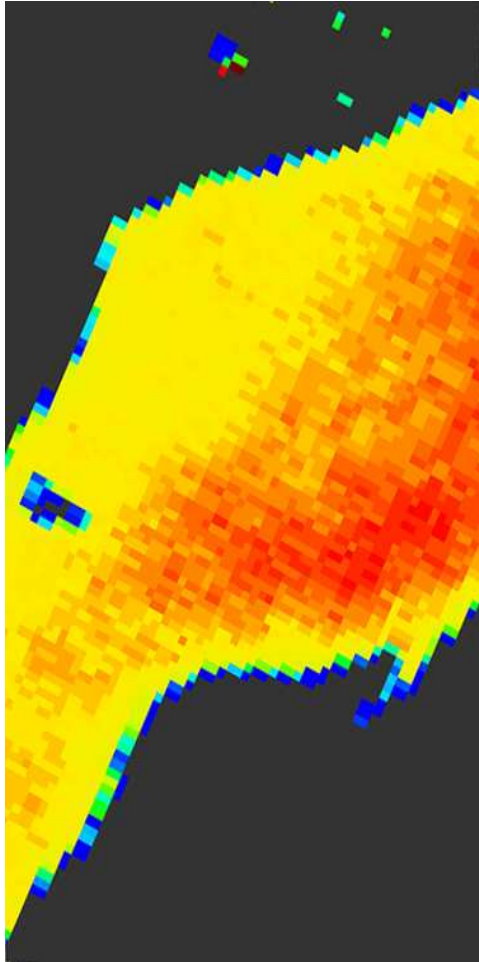
## Алгоритмы получения концентраций хлорофилла на основе использования **WorldView-2** данных

Chl-a algorithm #	$x = \text{function}(\text{WV-2\_band}_n, \text{WV-2\_band}_m, \text{WV-2\_band}_k),$ $\{n, m, k\} \in \{\text{Coastal}, \text{Blue}, \text{Green}, \text{Yellow}, \text{Red}, \text{Red-Edge}, \text{NIR1}\}$	Source
<b>I</b>	Blue/Green	Heim et al. 2005
<b>II</b>	Coastal/Green	Gordon et al. 1983, Heim et al. 2005
<b>III</b>	Green /Blue	Kopelevich et al. 2008
<b>IV</b>	Green /Red	Murphy et al. 2005
<b>V</b>	Red-Edge/Red	Huang et al. 2010
<b>VI</b>	$(1/\text{Red} - 1/\text{Red-Edge})\text{NIR1}$	Matishov et al. 2010
<b>VII</b>	$\log_{10} (\text{Blue}/\text{Green})$	O'Reilly et al. 1998, Kendall et al. 2003, Permyakov et al. 2004
<b>VIII</b>	$\log_{10} (\text{Coastal}/\text{Green})$	Kendall et al. 2003, Permyakov et al. 2004
<b>IX</b>	$\log_{10} (\max\{(\text{Coastal}/\text{Green}), (\text{Blue}/\text{Green})\})$	O'Reilly et al. 2000, Permyakov et al. 2004
<b>X</b>	Yellow	Marchisio 2010

1. **VIII -log10 (Coastal/Green)**
2. **IX - log10 (max{(Coastal/Green), (Blue/Green)})**
3. **VII -log10 (Blue/Green)**
4. **II - Coastal/Green**
5. **I - Blue/Green**

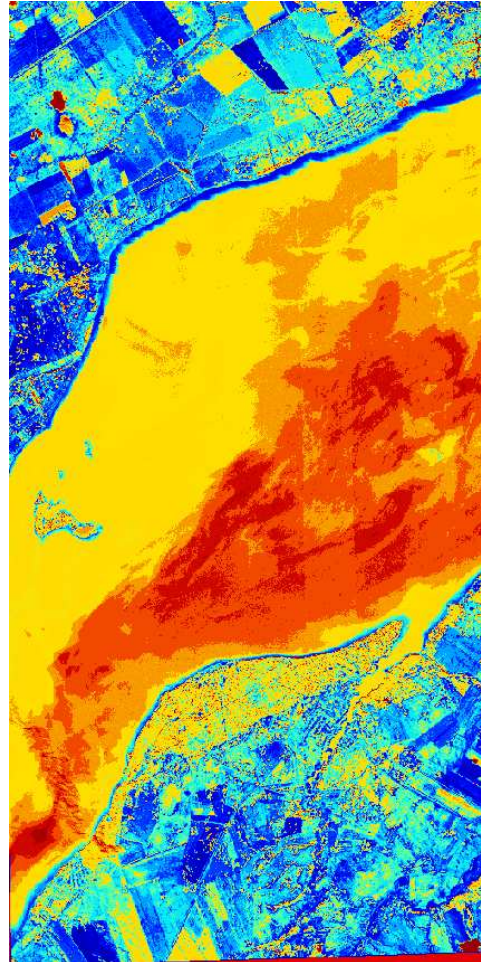


MERIS-Chl  
(Eutrophic)



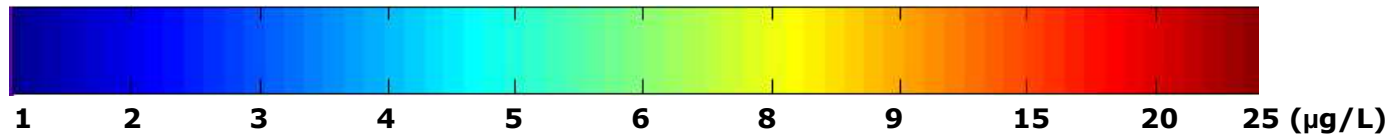
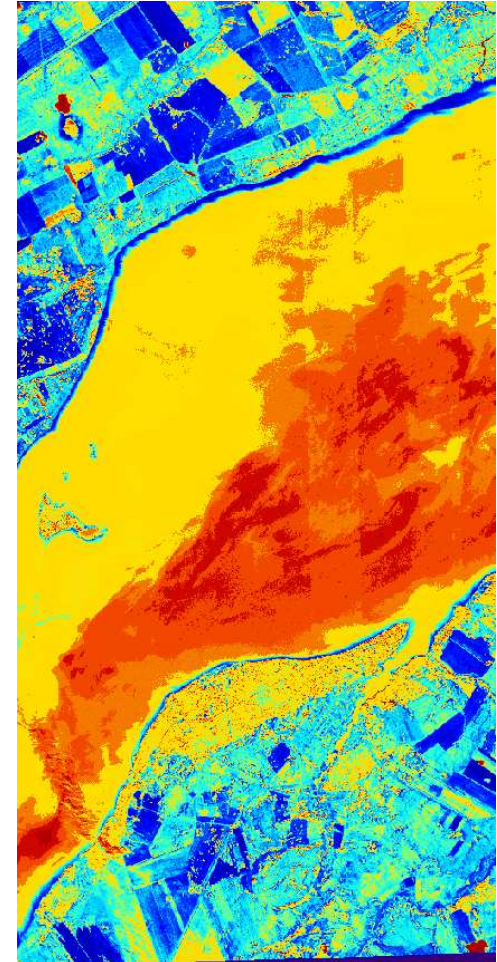
WV-2-Chl, OC-2

log10  
(Coastal/Green)



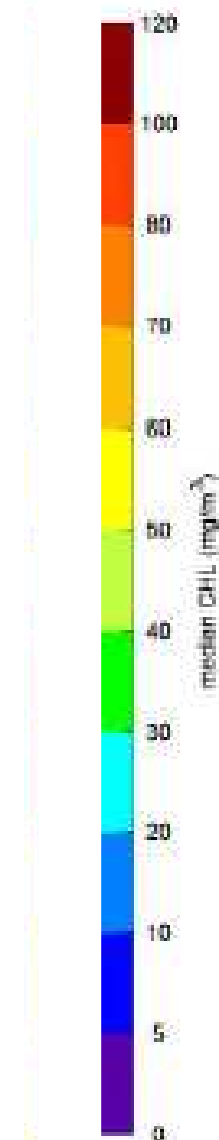
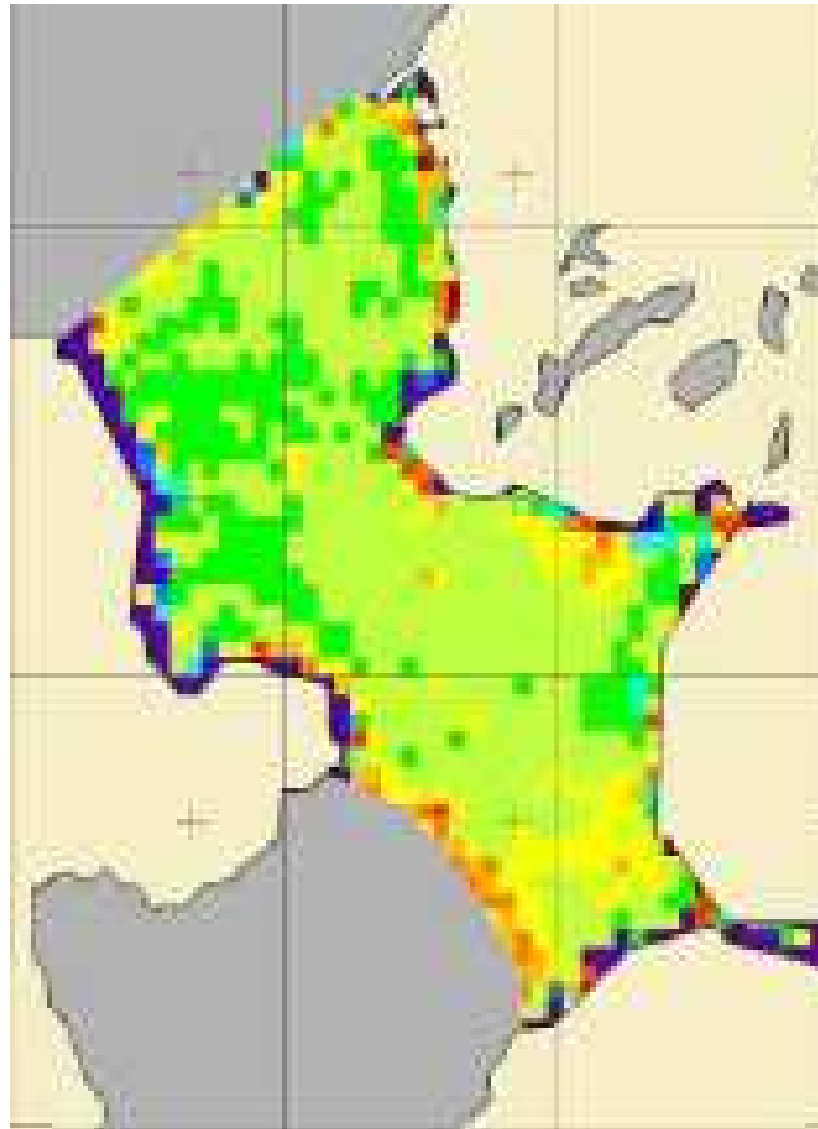
WV-2-Chl , OC-4

log10  
(max{(Coastal/Green),  
(Blue/Green)})



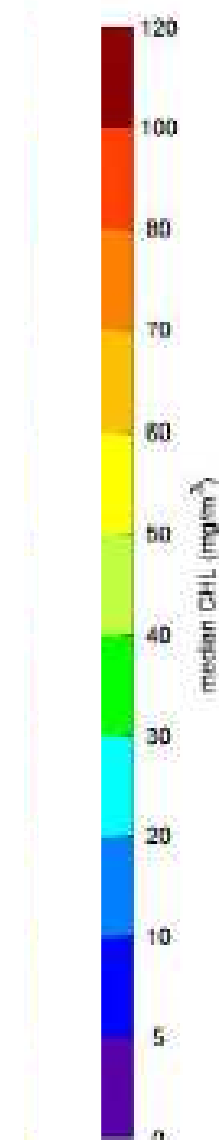
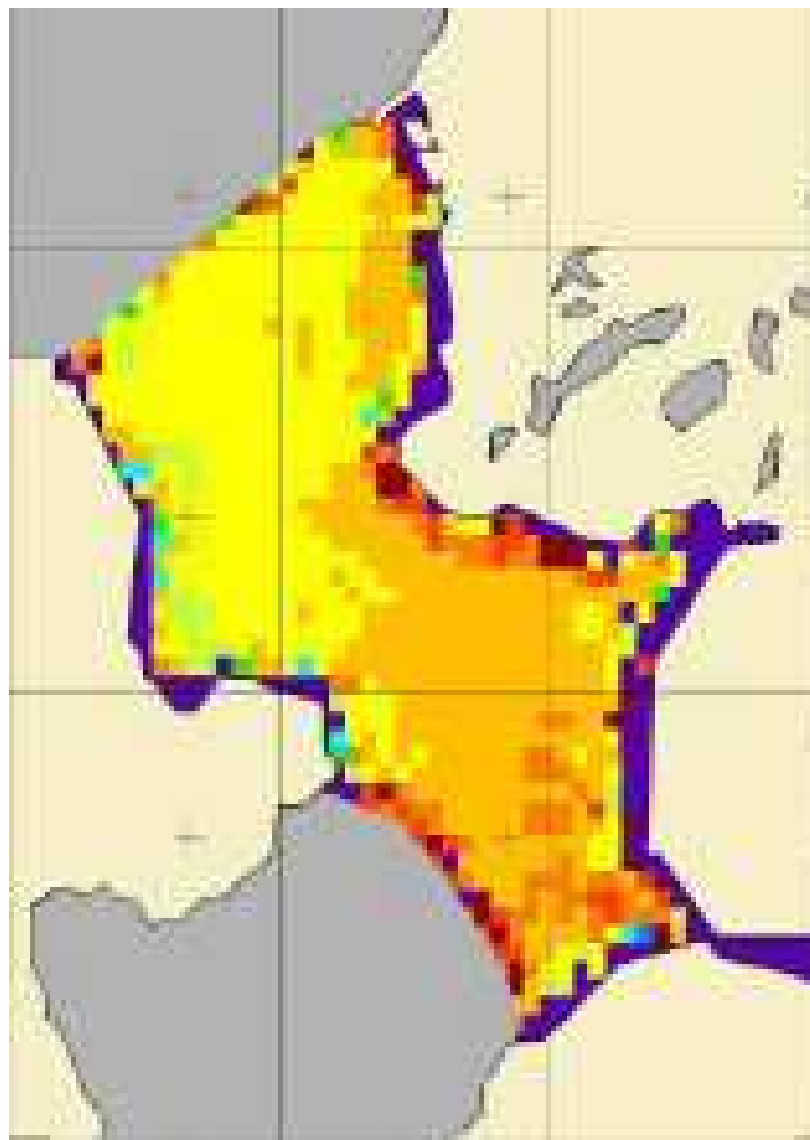
# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

Апрель



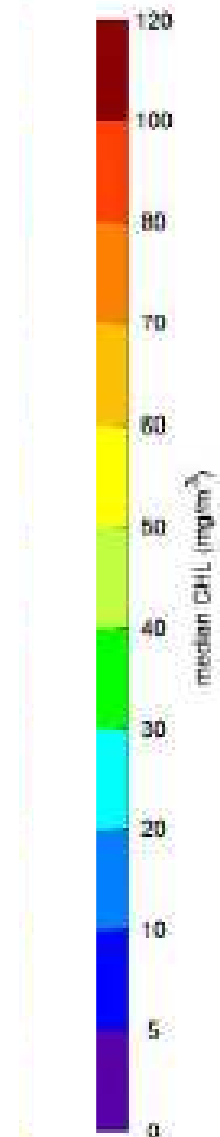
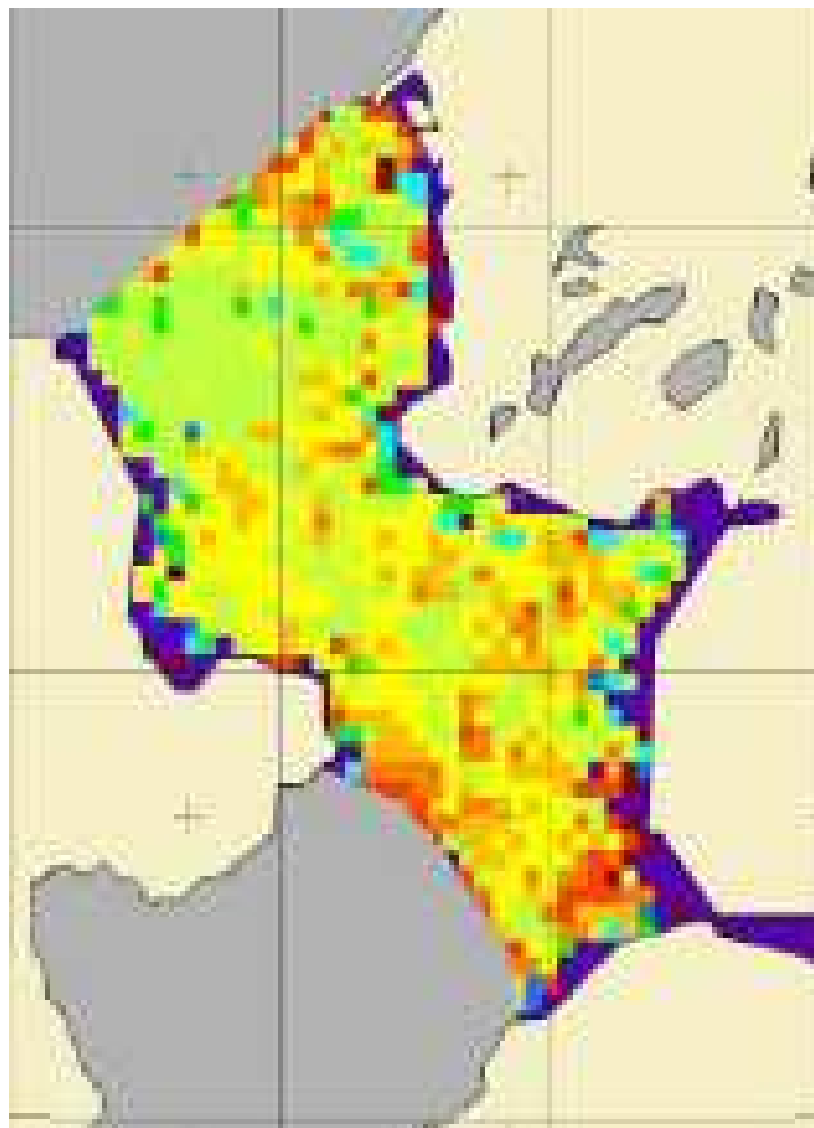
# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

Май



# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

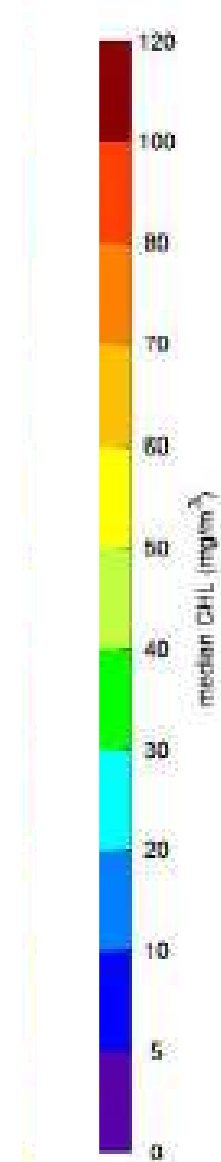
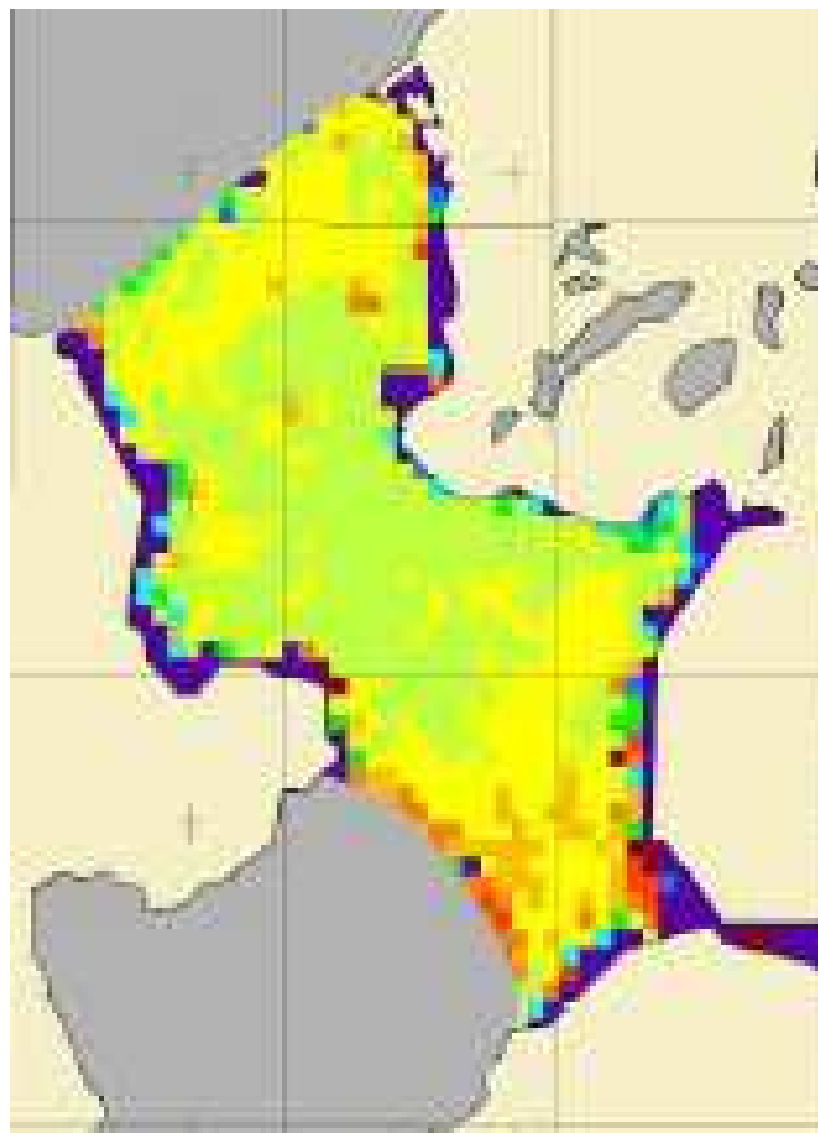
Июнь





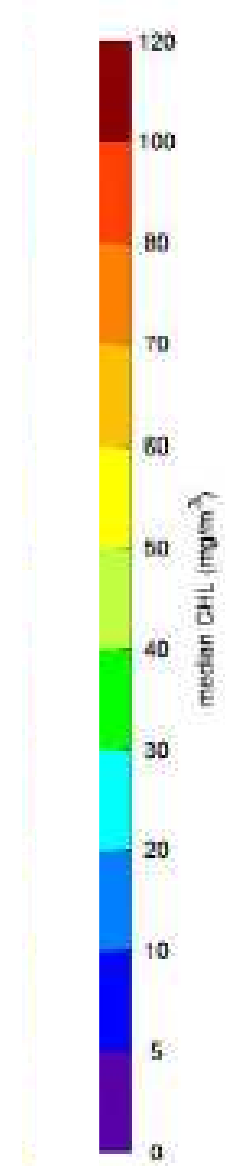
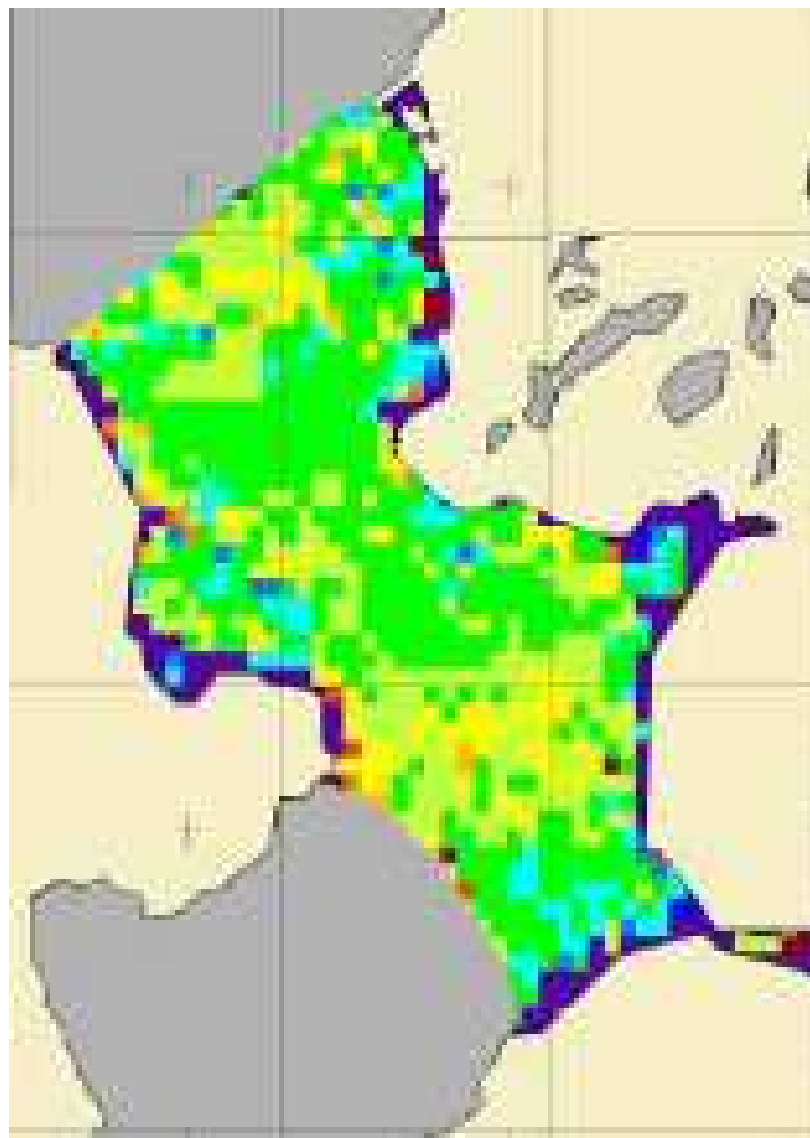
# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

Июль



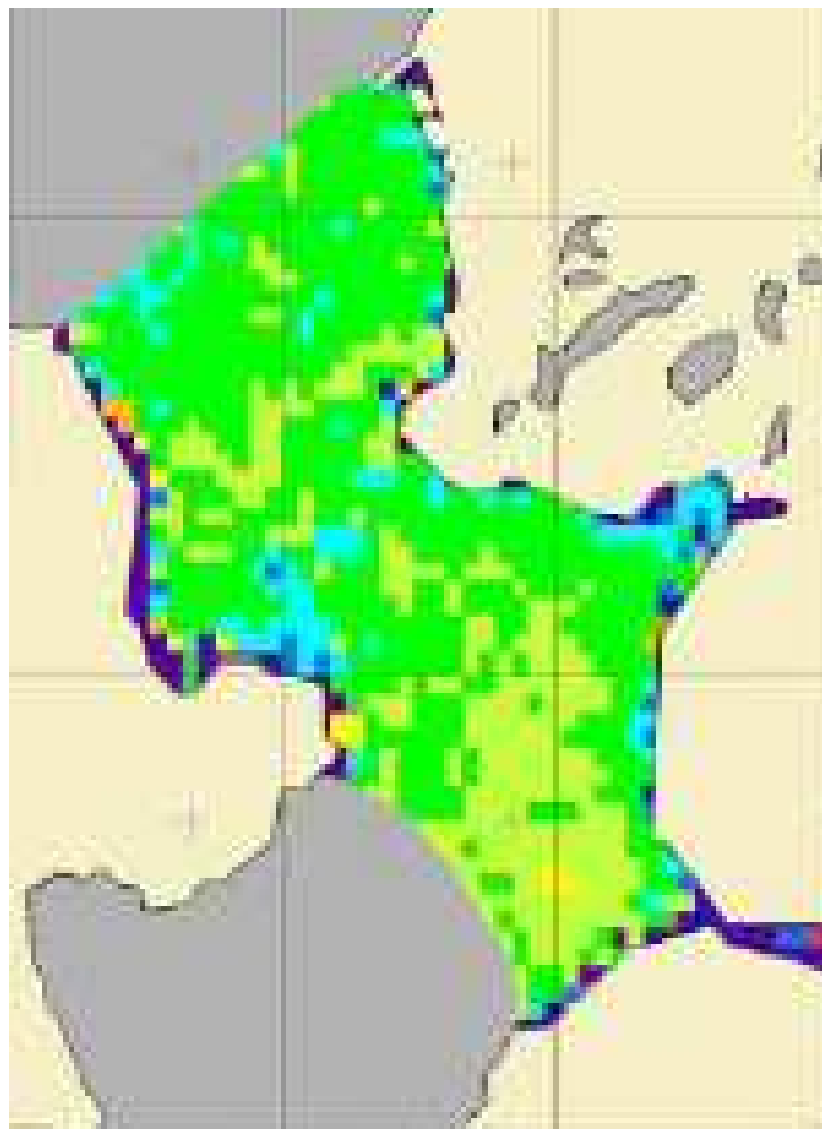
# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

Август



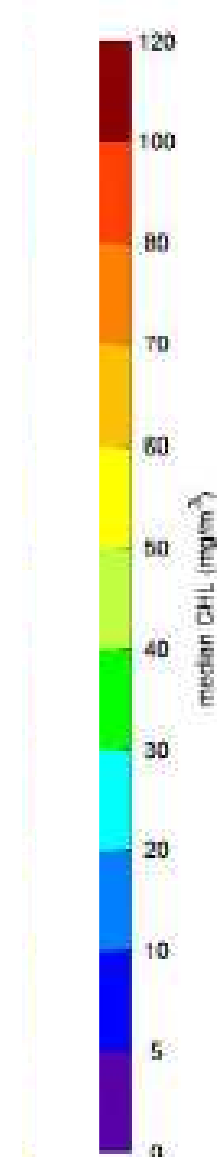
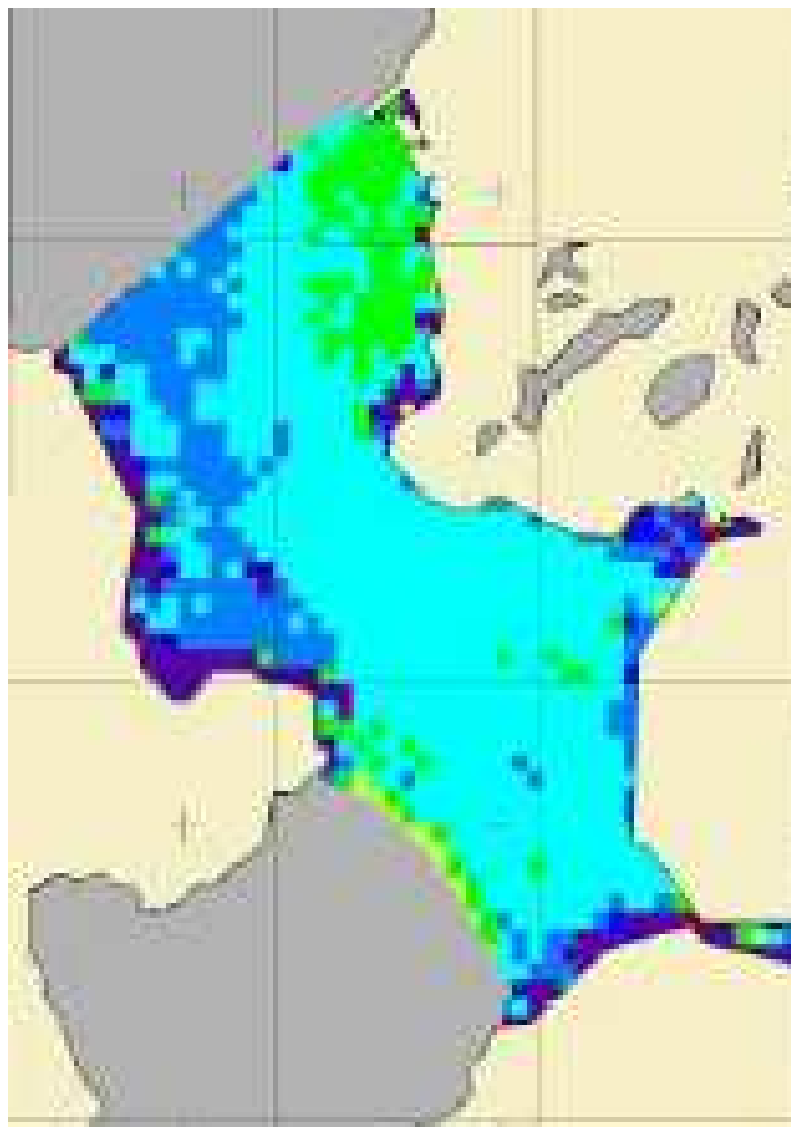
# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

Сентябрь

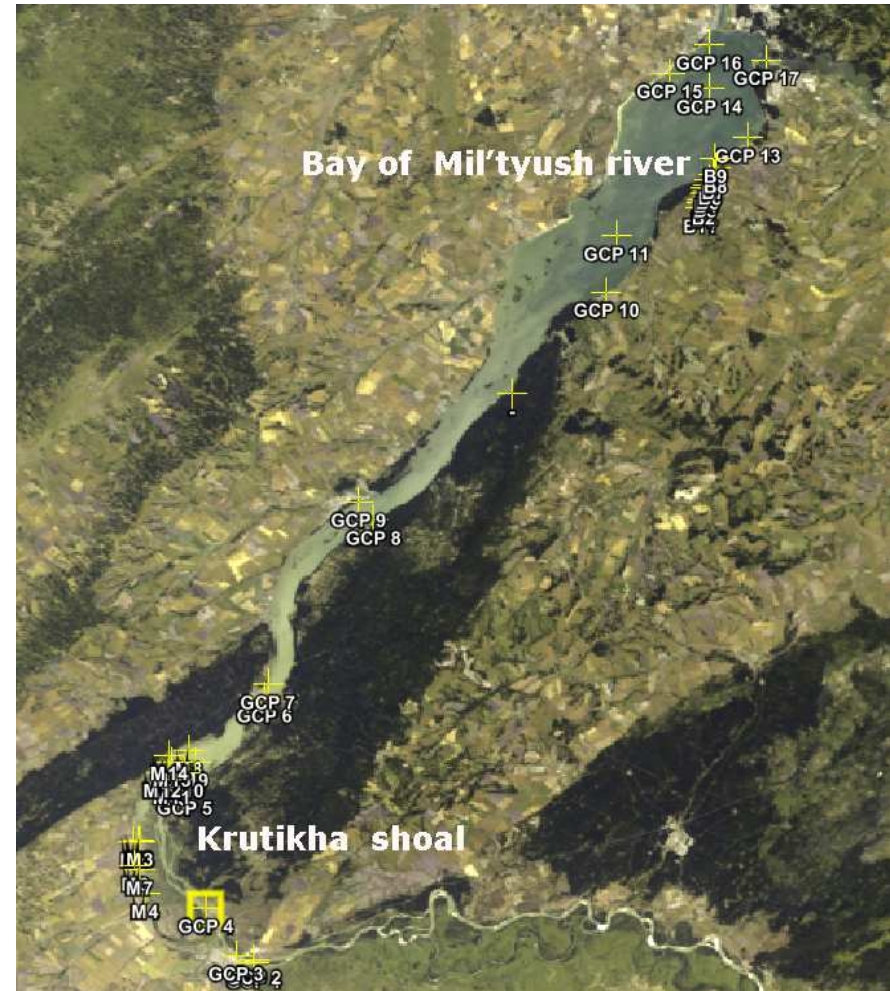
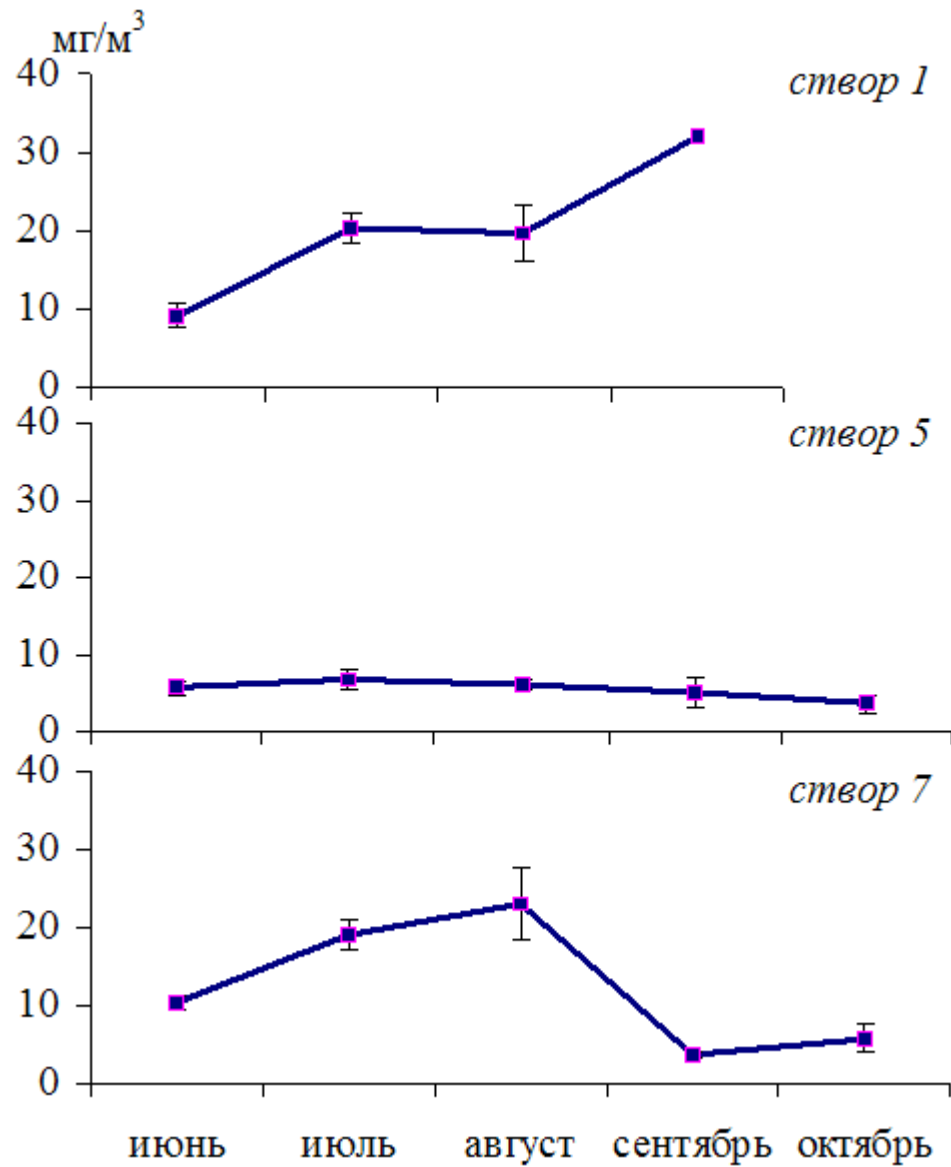


# Хлорофилл (миллиграммы/куб.метр.) на основе MERIS-данных

Октябрь



# ЧТО БЫ НАМ ХОТЕЛОСЬ ИССЛЕДОВАТЬ В БЛИЖАЙШЕМ БУДУЩЕМ





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

[knm@iwer.asu.ru](mailto:knm@iwer.asu.ru) - вычислительный анализ  
[Vkirillov@iwer.asu.ru](mailto:Vkirillov@iwer.asu.ru) - гидробиологический анализ