

Использование данных Sentinel-3 для исследования биооптических характеристик морской воды

Глуховец Д.И.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Московский физико-технический институт

glukhovets@ocean.ru



Спутниковые методы и системы исследования Земли
Таруса, 19 марта 2020 г.

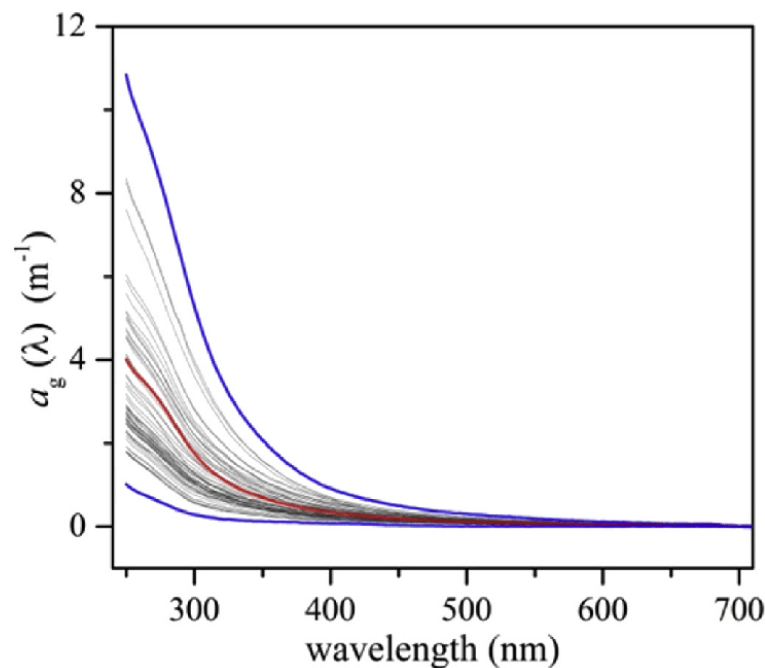
Биооптические характеристики вод

- концентрации хлорофилла (Хл) и взвеси;
- содержание окрашенного растворенного органического вещества (ОРОВ).

Окрашенное растворенное органическое вещество

РОВ - преобладающая форма существования органического вещества в морских и пресных водах. В основной своей массе РОВ представлено водным гумусом, состоящим из трудноразлагаемых гуминовых кислот.

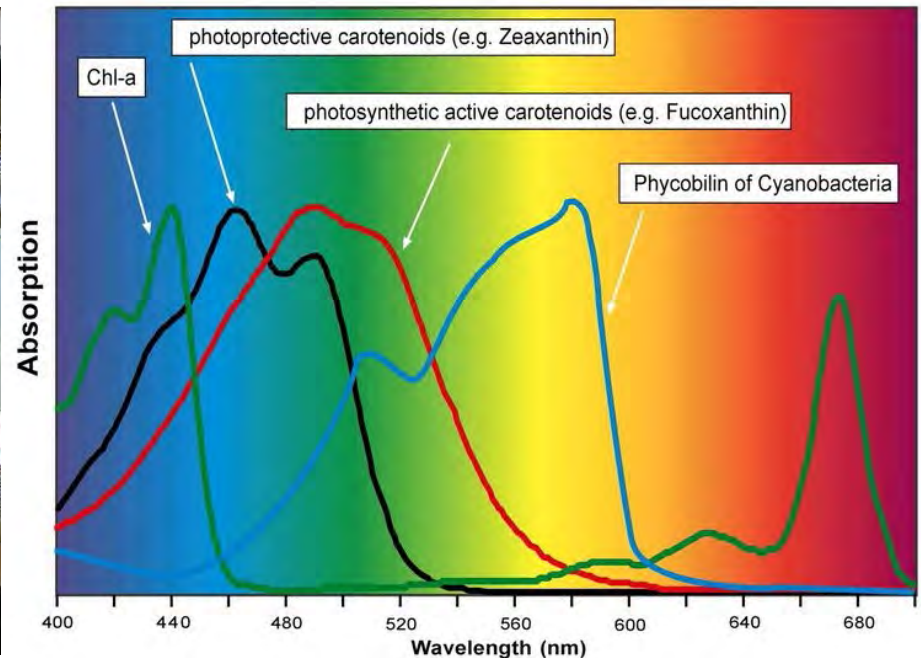
ОРОВ (или *желтое вещество*) – поглощает свет в видимой области спектра.



Пигменты фитопланктона

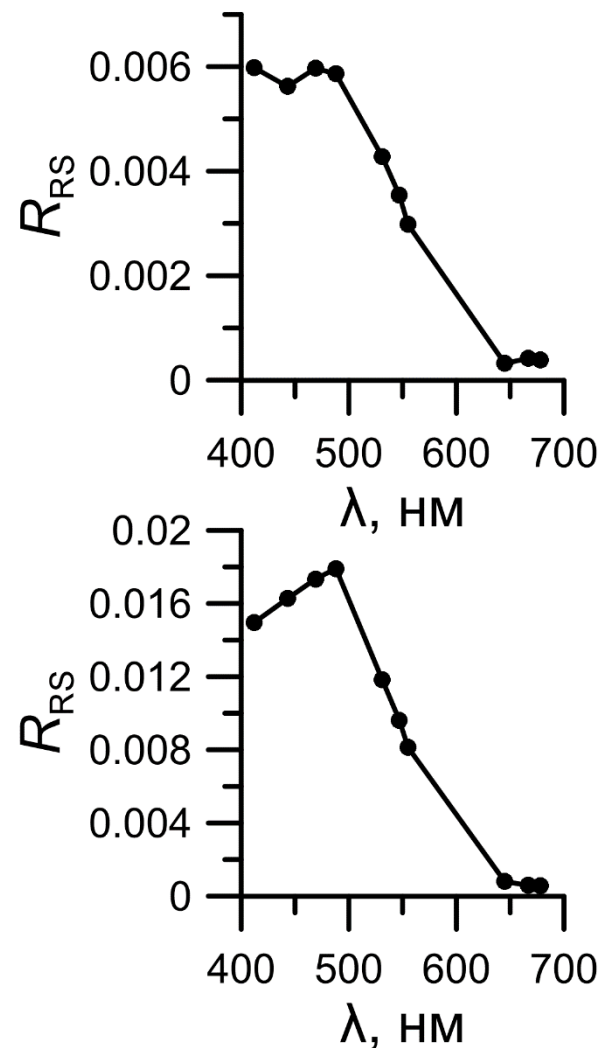
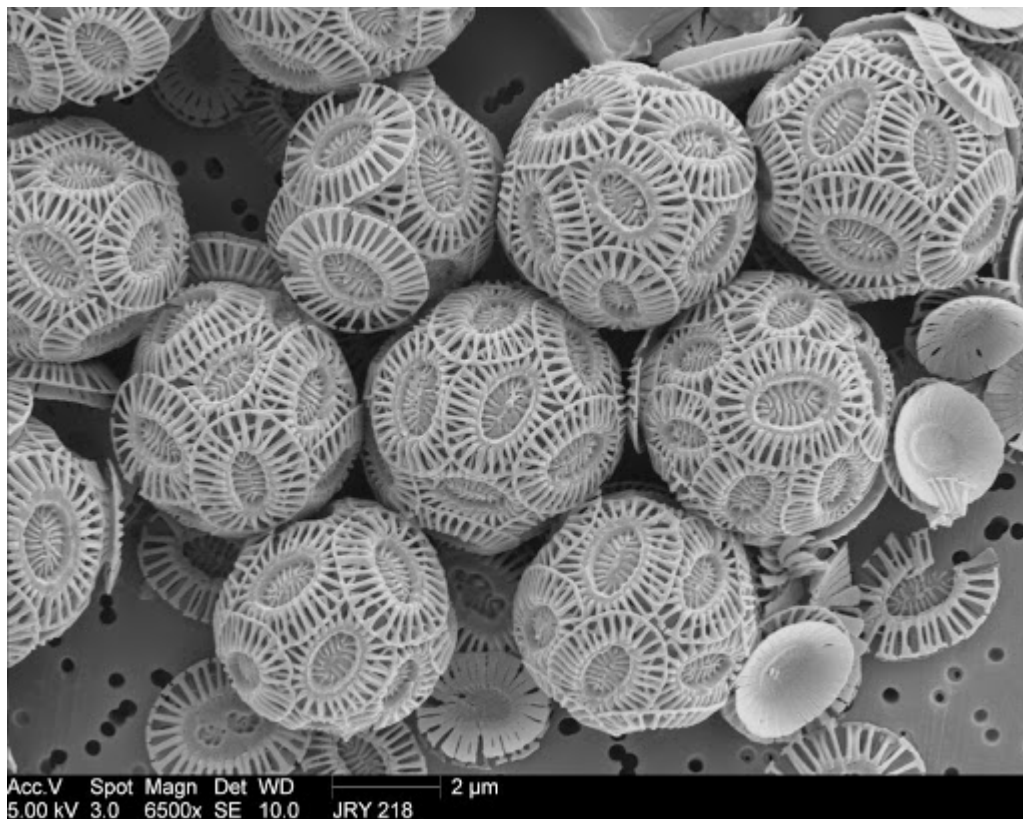
Пигмент (лат. pigmentum — краска)

Фитопланктон (от греч. φυτόν — растение и πλανκτον — блуждающий, странствующий) — часть планктона, которая может осуществлять процесс фотосинтеза.



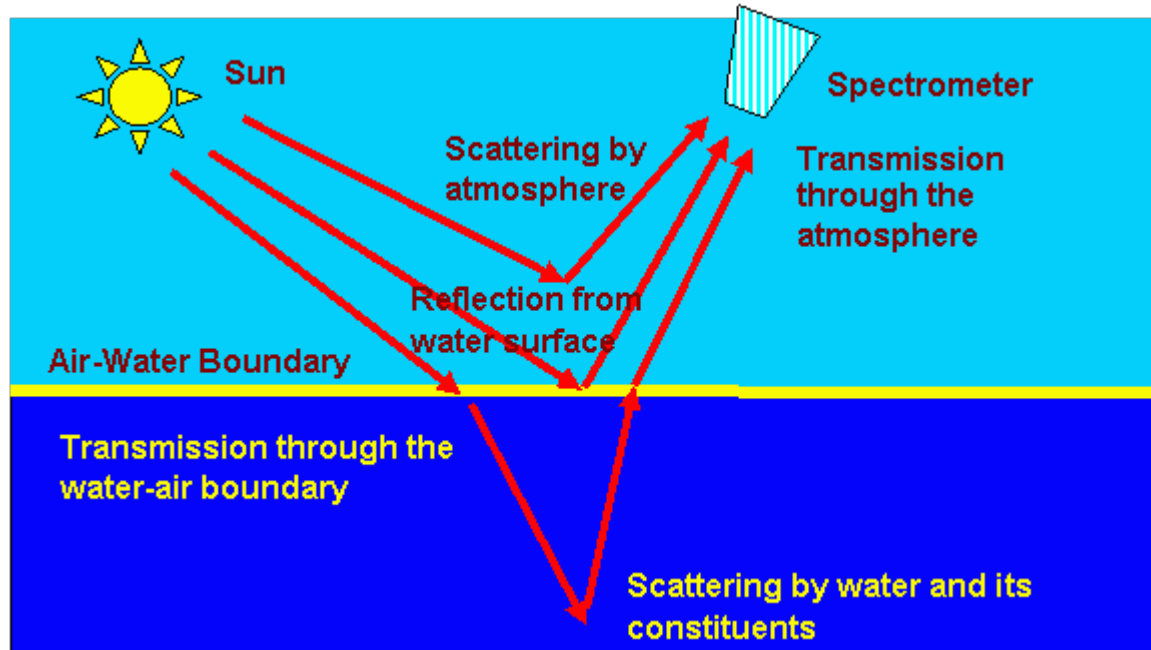
Кокколитофориды

Кокколитофориды - группа одноклеточных планктонных гаптофитовых водорослей, образующих на поверхности известковые пластинки — кокколиты



Сканеры цвета

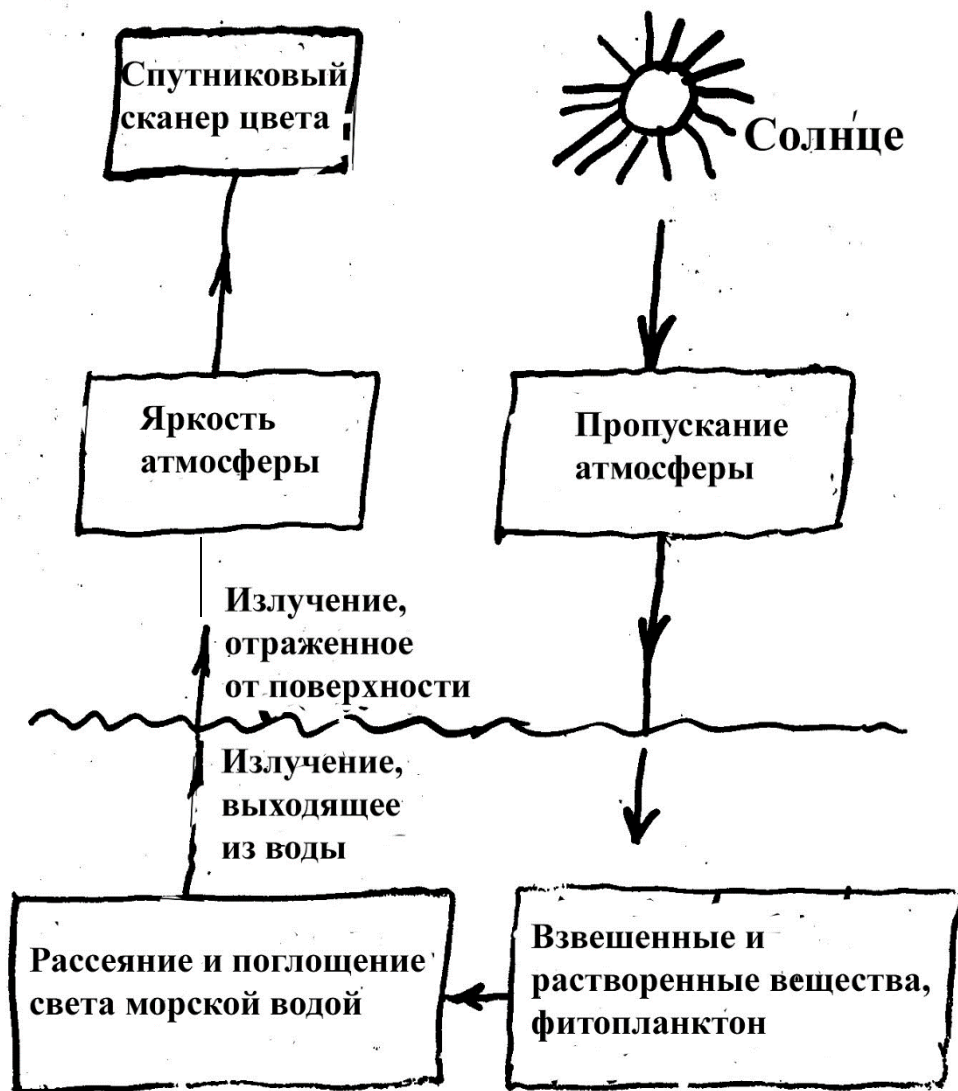
Приборы, измеряющие яркость выходящего из воды излучения



Применение:

- Оценка значений биооптических параметров (концентрации хлорофилла, взвеси, показателя поглощения, ФАР)
- исследование неоднородностей свойств морской воды.

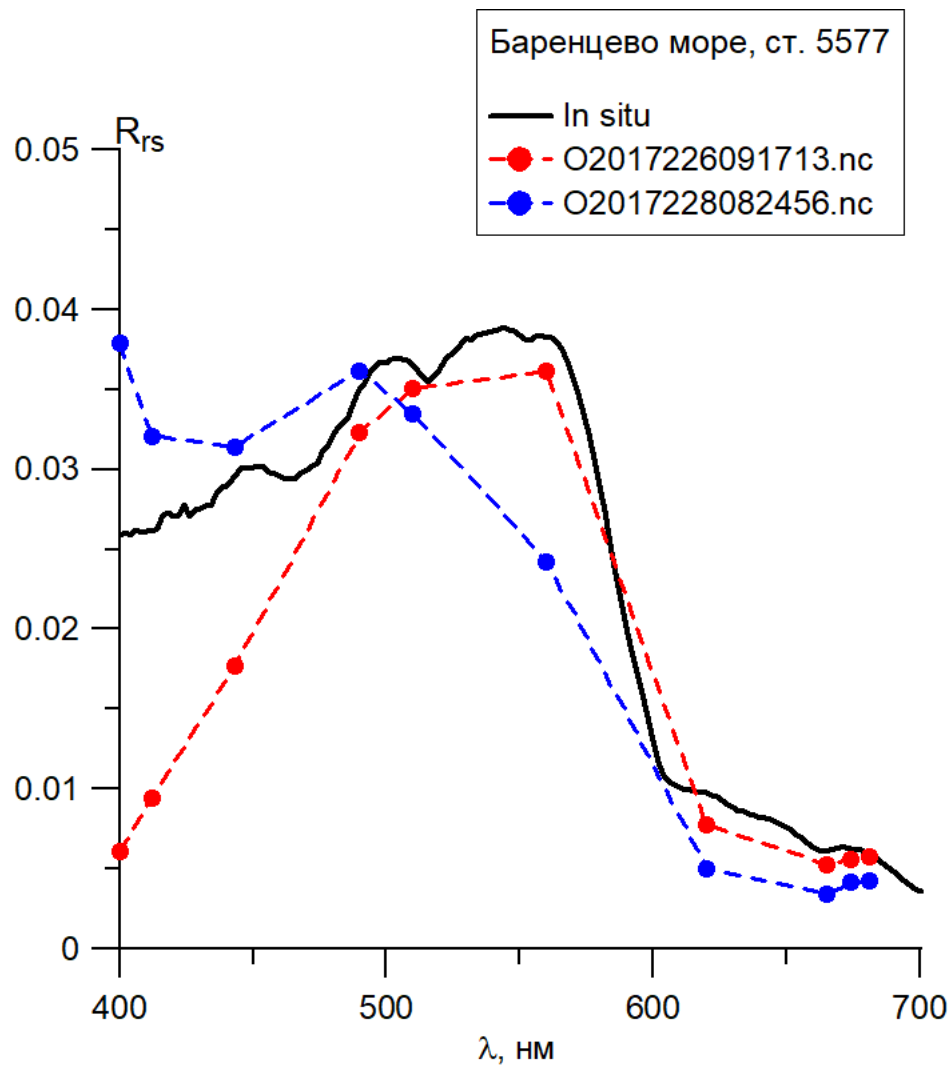
Факторы, формирующие спектральную яркость восходящего излучения, измеряемую спутниковым датчиком цвета



«Истинный» цвет океана обусловлен спектральным составом, излучения, выходящего из водной толщи. Спектральная яркость выходящего излучения определяется оптическими свойствами морской воды, которые зависят от количественного и качественного состава содержащегося в морской воде вещества. «Видимый» спутниковым датчиком цвет обусловлен в значительной степени влиянием атмосферы и отражением от поверхности.

Пример спектра

- концентрации хлорофилла (Хл) и взвеси;
- содержание окрашенного растворенного органического вещества (ОРОВ).

















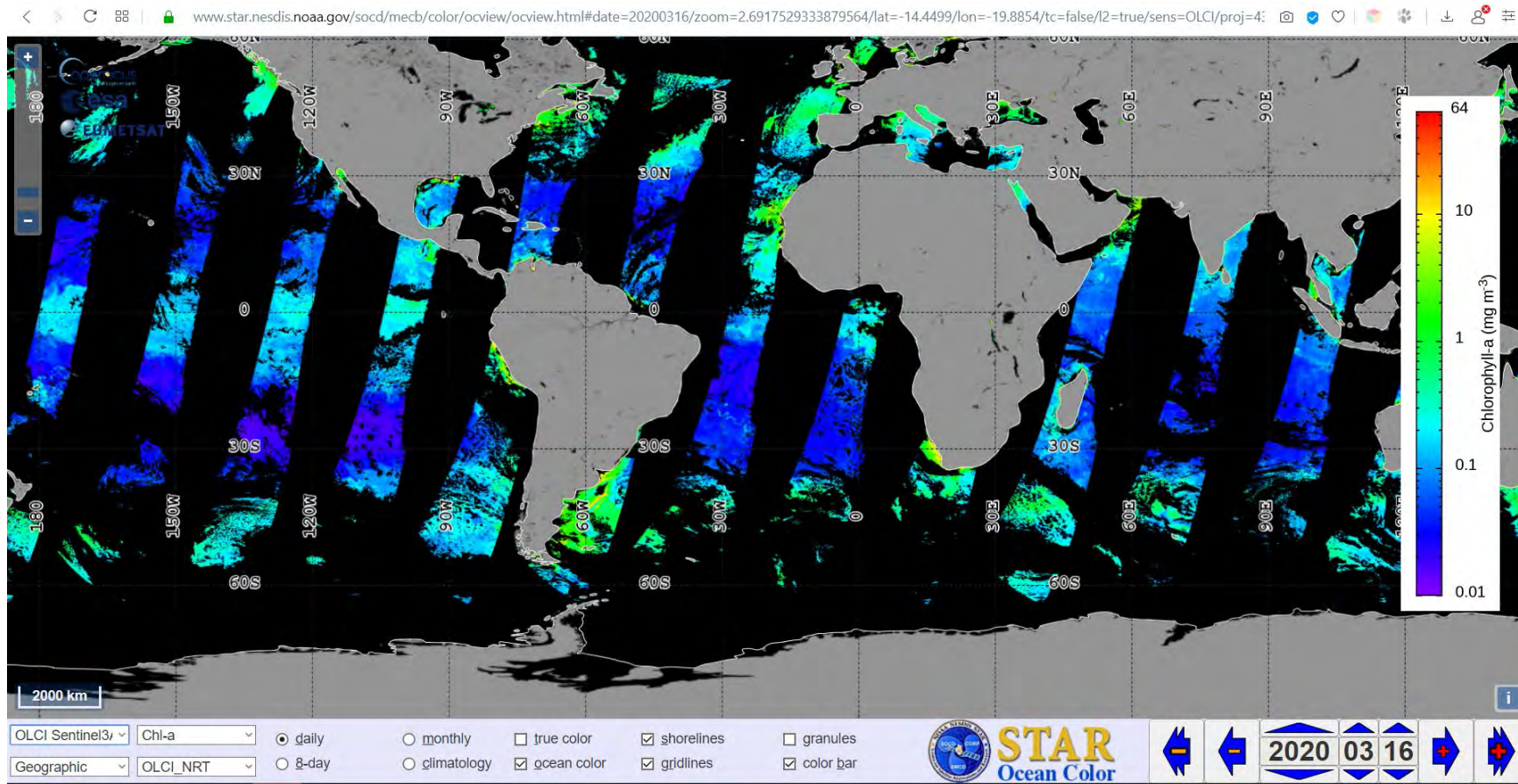


Действующие спутниковые сканеры цвета (март 2020)

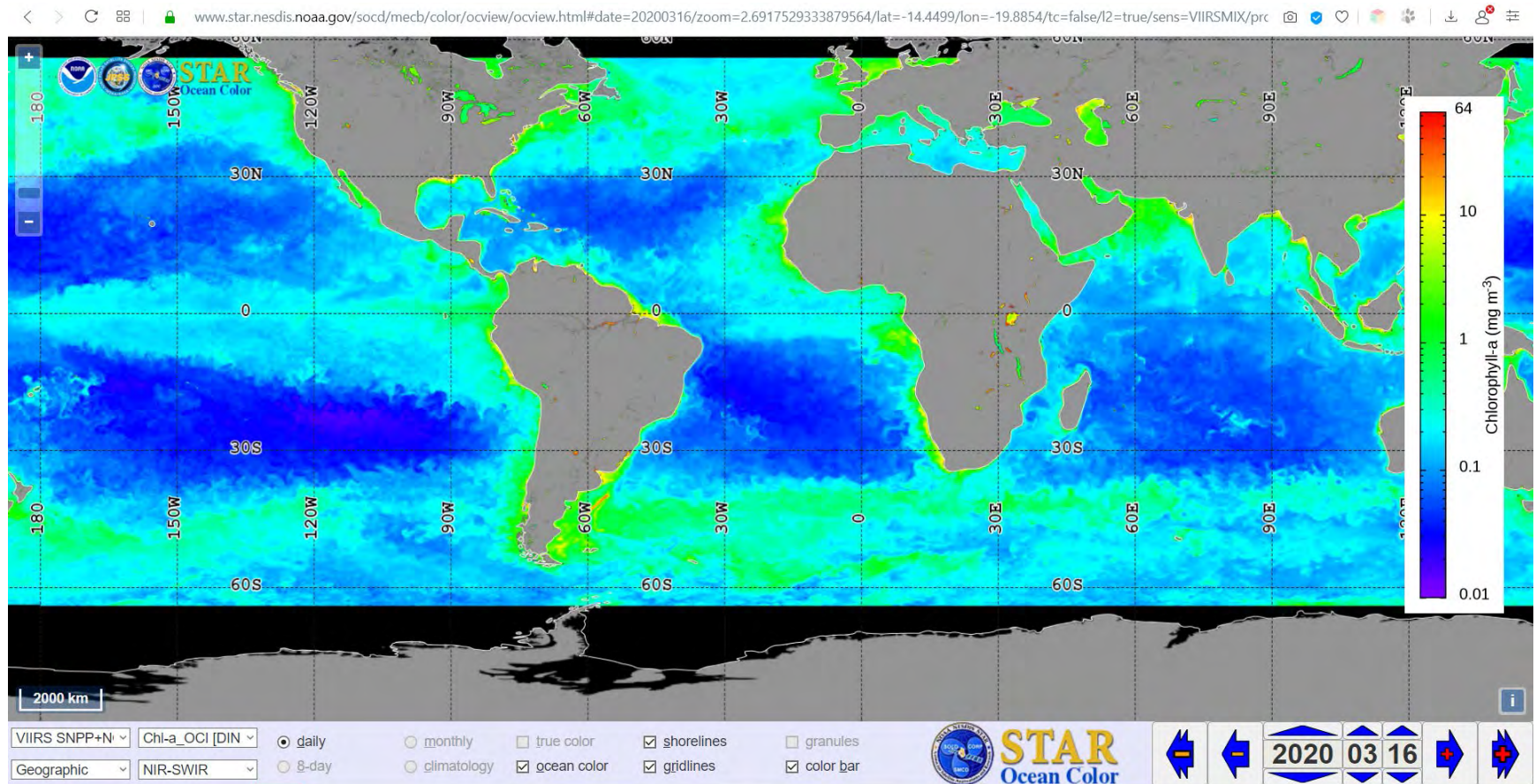
SENSOR / DATA LINK	AGENCY	SATELLITE	LAUNCH DATE	SWATH (KM)	SPATIAL RESOLUTION (M)	BANDS	SPECTRAL COVERAGE (NM)
COCTS CZI	CNSA/NSOAS (China)	HY-1C	7 September 2018	3000 3000 950	1100 550 50	10 2 4	402 - 12,500 345 - 395 433 - 885
GOCI Geostationary	KARI/KIOST (South Korea)	COMS	26 June 2010	2500	500	8	400 - 865
MODIS-Aqua	NASA (USA)	Aqua (EOS-PM1)	4 May 2002	2330	250/500/1000	36	405-14,385
MODIS-Terra	NASA (USA)	Terra (EOS-AM1)	18 Dec 1999	2330	250/500/1000	36	405-14,385
MSI	ESA	Sentinel-2A	23 June 2015	290	10/20/60	13	442-2202
MSI	ESA	Sentinel-2B	7 March 2017	290	10/20/60	13	442-2186
OCM-2	ISRO (India)	Oceansat-2 (India)	23 Sept 2009	1420	360/4000	8	400 - 900
OLCI	ESA/ EUMETSAT	Sentinel 3A	16 Feb 2016	1270	300/1200	21	400 - 1020
OLCI	ESA/ EUMETSAT	Sentinel 3B	25 April 2018	1270	300/1200	21	400 - 1020
SGLI	JAXA (Japan)	GCOM-C	23 Dec 2017	1150 - 1400	250/1000	19	375 - 12,500
VIIRS	NOAA (USA)	Suomi NPP	28 Oct 2011	3000	375 / 750	22	402 - 11,800
VIIRS	NOAA/NASA (USA)	JPSS-1/NOAA-20	18 Nov 2017	3000	370 / 740	22	402 - 11,800

<http://ioccg.org/resources/missions-instruments/current-ocean-colour-sensors>

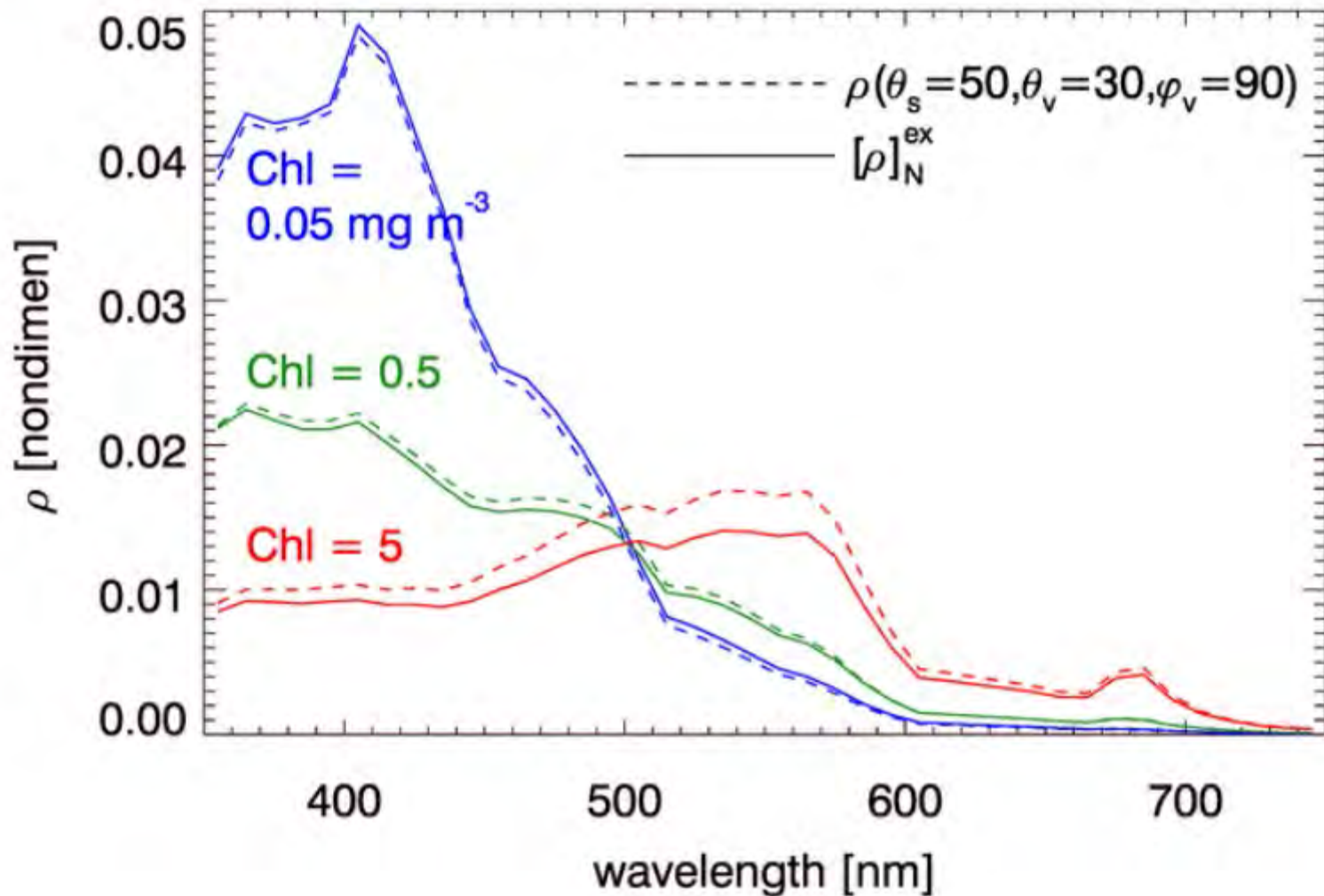
Глобальное распределение концентрации хлорофилла по данным спутникового сканера цвета OLCI за сутки



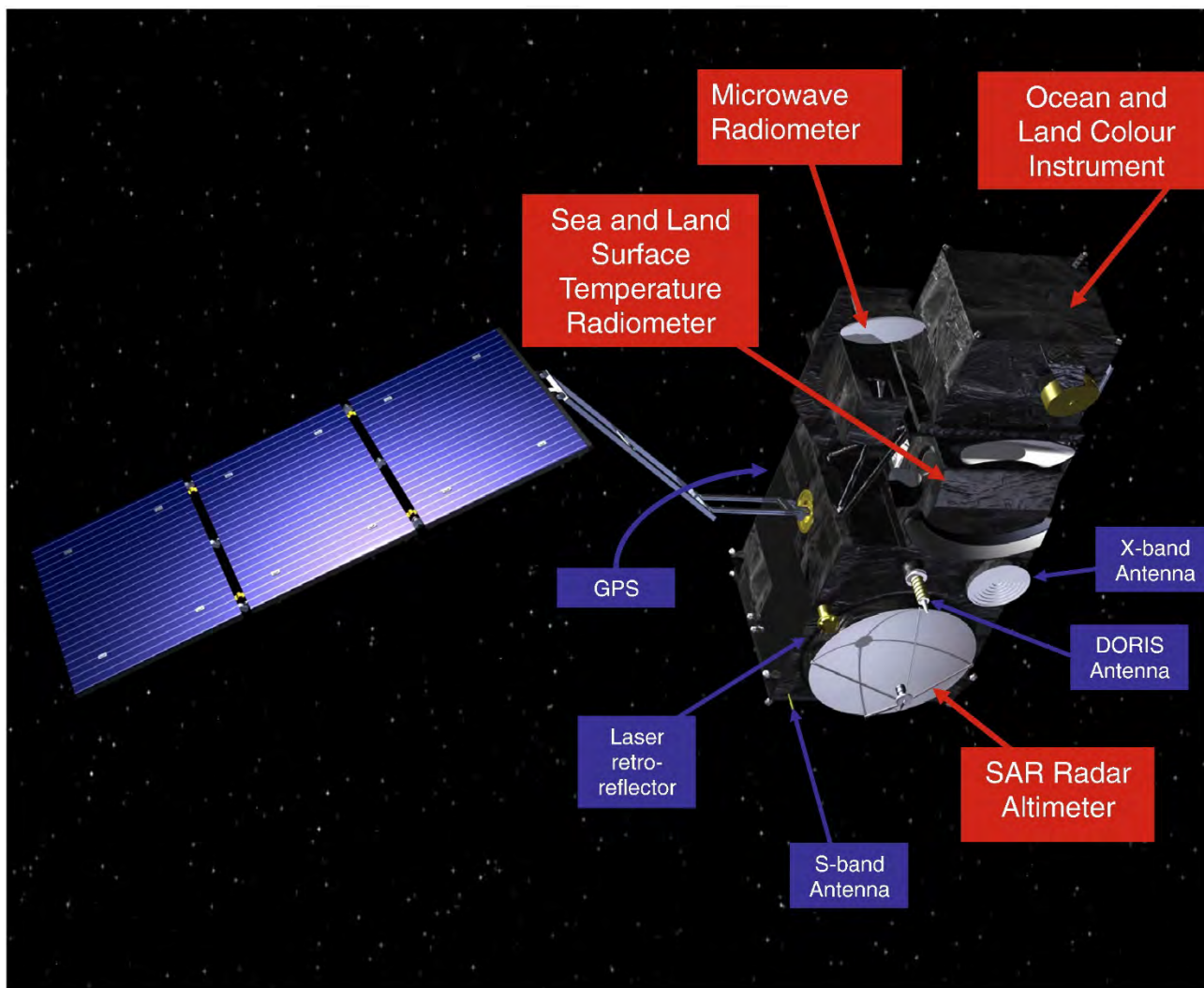
Глобальное распределение концентрации хлорофилла по «gar-free» данным спутниковых сканеров цвета VIIRS



Как определить концентрацию хлорофилла по данным спутниковых сканеров цвета



OLCI - Ocean and Land Colour Instrument



Запущены ESA:
Sentinel-3A – февраль 2016
Sentinel-3B – апрель 2018

Данные L1 и L2 доступны
с 26 апреля 2016;

Ширина полосы 1270 км

Разрешение 300 м

21 спектральный канал
(400-1020 нм)

повторяемость данных
< 3,8 дней (для каждого)

Синергия с измерителем
температуры SLSTR

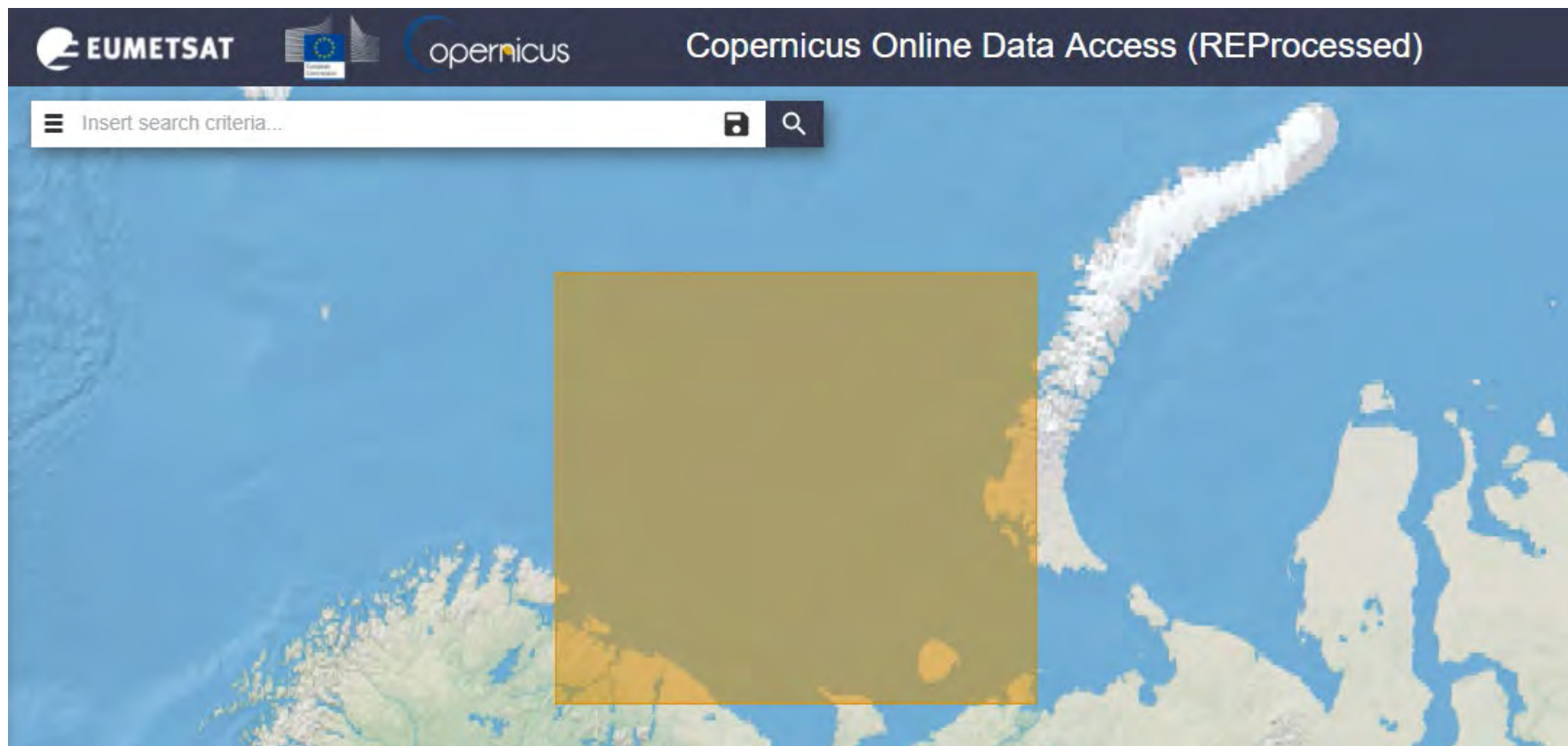
OLCI – замена MERIS (2002-2012, 15 каналов)

<https://codarep.eumetsat.int>

(годом ранее)

<https://coda.eumetsat.int>

(прошедший год)



Часть имени файла: **S3A**_OL_2_WFR*:

S3A - Sentinel 3A

OL – OLCI

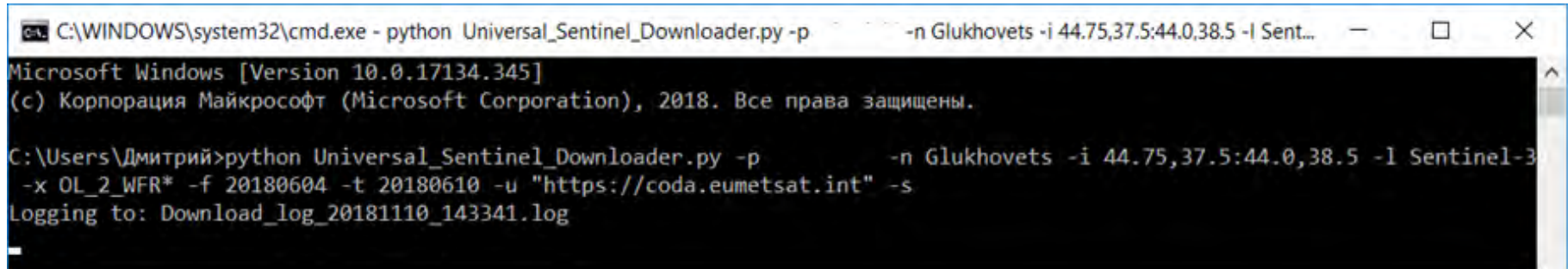
2 - L2

WFR - Water, full resolution

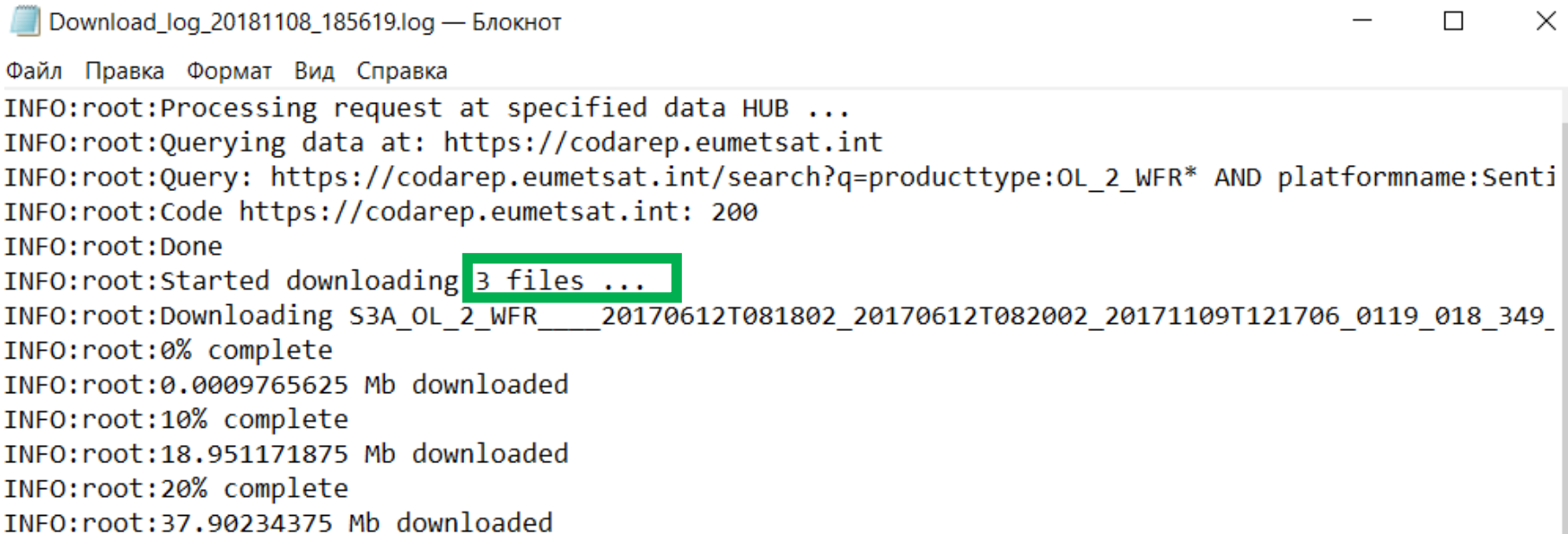
Размер файла- порядка 300 Мб

Автоматизация загрузки (Ben Loveday, Plymouth Marine Laboratory)

```
>python Universal_Sentinel_Downloader.py -p [password] -n [Glukhovets] -i  
44.75,37.5:44.0,38.5 -l Sentinel-3 -x OL_2_WFR* -f 20180604 -t 20180610 -u  
"https://codarep.eumetsat.int" -s
```



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - python Universal_Sentinel_Downloader.py -p -n Glukhovets -i 44.75,37.5:44.0,38.5 -l Sent...  
Microsoft Windows [Version 10.0.17134.345]  
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation), 2018. Все права защищены.  
C:\Users\Дмитрий>python Universal_Sentinel_Downloader.py -p -n Glukhovets -i 44.75,37.5:44.0,38.5 -l Sentinel-3  
-x OL_2_WFR* -f 20180604 -t 20180610 -u "https://codarep.eumetsat.int" -s  
Logging to: Download_log_20181110_143341.log
```



```
Download_log_20181108_185619.log — Блокнот  
Файл Правка Формат Вид Справка  
INFO:root:Processing request at specified data HUB ...  
INFO:root:Querying data at: https://codarep.eumetsat.int  
INFO:root:Query: https://codarep.eumetsat.int/search?q=producttype:OL_2_WFR* AND platformname:Sentinel-3  
INFO:root:Code https://codarep.eumetsat.int: 200  
INFO:root:Done  
INFO:root:Started downloading 3 files ...  
INFO:root:Downloading S3A_OL_2_WFR____20170612T081802_20170612T082002_20171109T121706_0119_018_349_  
INFO:root:0% complete  
INFO:root:0.0009765625 Mb downloaded  
INFO:root:10% complete  
INFO:root:18.951171875 Mb downloaded  
INFO:root:20% complete  
INFO:root:37.90234375 Mb downloaded
```

Продукты

BAND	CENTRAL WAVELENGTH (NM)	BANDWIDTH (NM)
Oa01	400	15
Oa02	412.5	10
Oa03	442.5	10
Oa04	490	10
Oa05	510	10
Oa06	560	10
Oa07	620	10
Oa08	665	10
Oa09	673.75	7.5
Oa10	681.25	7.5
Oa11	708.75	10
Oa12	753.75	7.5
Oa13	761.25	2.5
Oa14	764.375	3.75
Oa15	767.5	2.5
Oa16	778.75	15
Oa17	865	20
Oa18	885	10
Oa19	900	10
Oa20	940	20
Oa21	1020	40

Variables contained in the file
CHL_OC4ME, CHL_OC4ME_er
CHL_NN, CHL_NN_er
TSM_NN, TSM_NN_er
KD490_M07, KD490_M07_er
ADG_443_NN, ADG_443_NN_er
PAR, PAR_er
T865, T865_er, A865, A865_er
IWV, IWV_er

IWV - Integrated Water Vapour

SNAP Toolbox

<http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>

step

science toolbox exploitation platform



ESA

STEP

TOOLBOXES

DOWNLOAD

GALLERY

DOCUMENTATION

COMMUNITY

THIRD PARTY PLUGINS

SNAP

Sentinel 1 Toolbox

Sentinel 2 Toolbox

Sentinel-3 Toolbox

SMOS Toolbox

Download

Community

Useful Links

Home > Toolboxes > SNAP

SNAP

A common architecture for all Sentinel Toolboxes is being jointly developed by Brockmann Consult, Array Systems Computing and C-S called the **Sentinel Application Platform** (SNAP).

The SNAP architecture is ideal for Earth Observation processing and analysis due the following technological innovations: Extensibility, Portability, Modular Rich Client Platform, Generic EO Data Abstraction, Tiled Memory Management, and a Graph Processing Framework.

Search...



scientific exploitation
of operational missions

2017

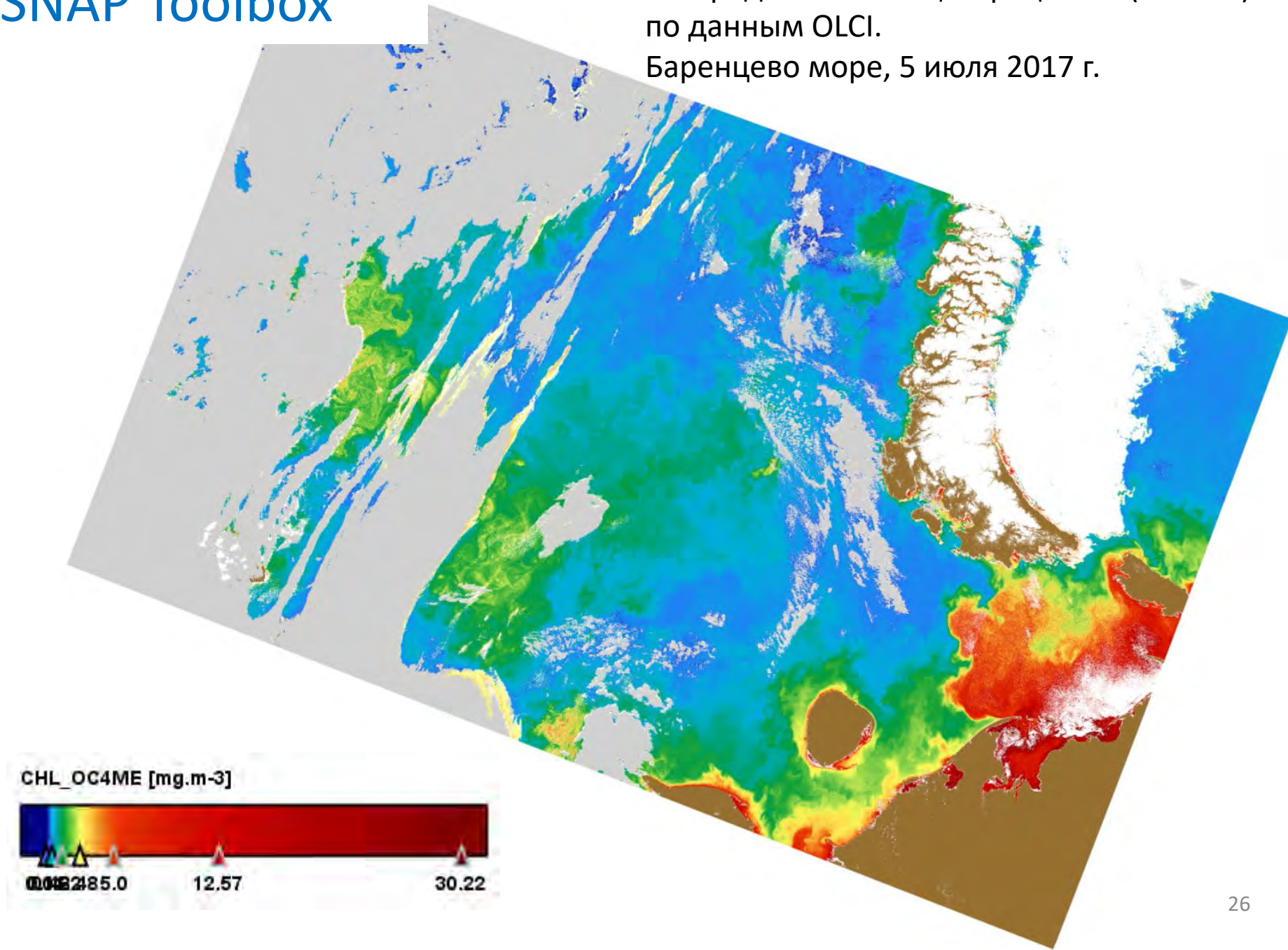


ESA POLinSAR 2017 Workshop

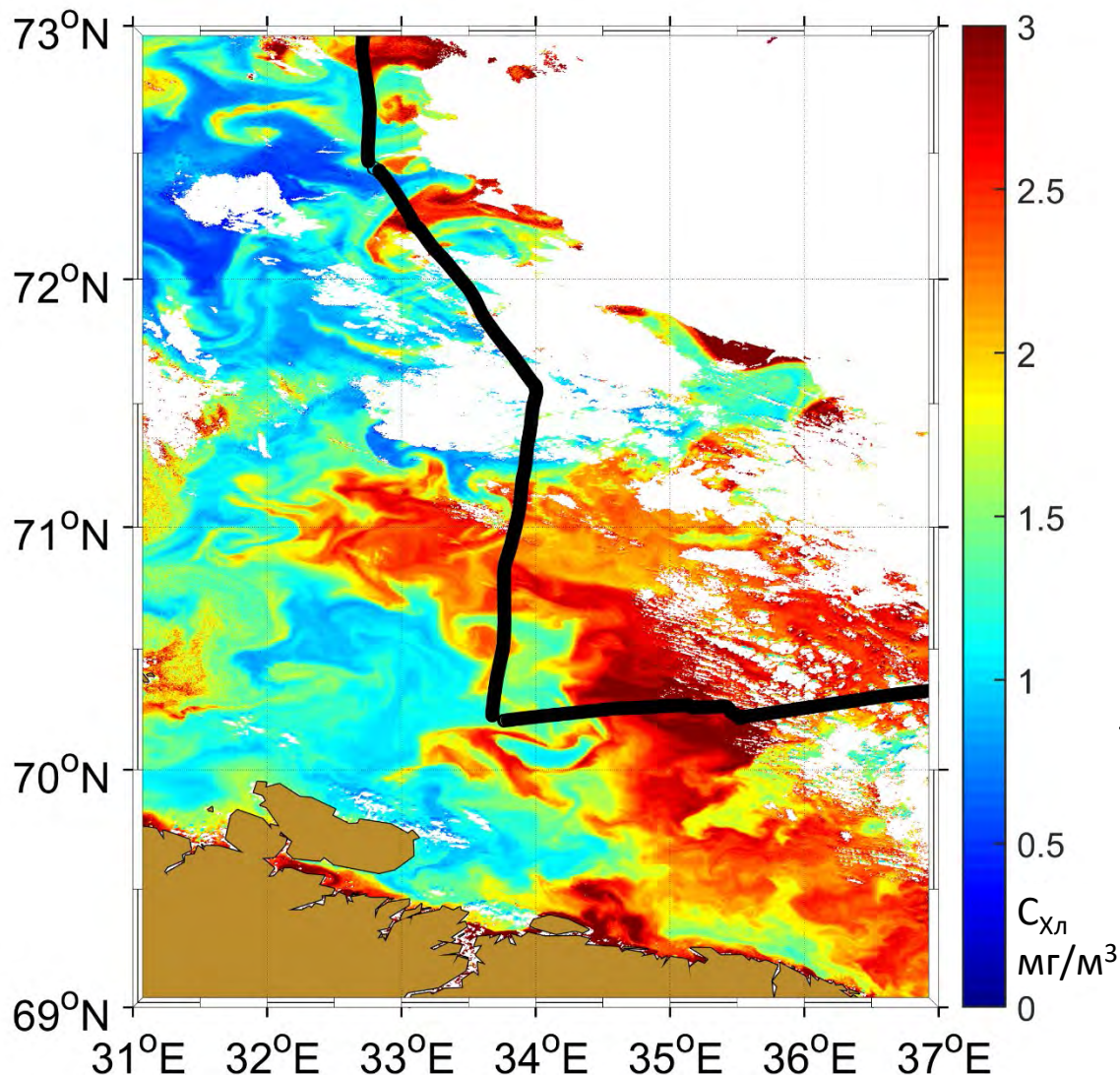


Распределение концентрации Хл (OC4ME)
по данным OLCI.

Баренцево море, 5 июля 2017 г.



MATLAB (+M_Map: Pawłowicz, 2000)



Matlab:

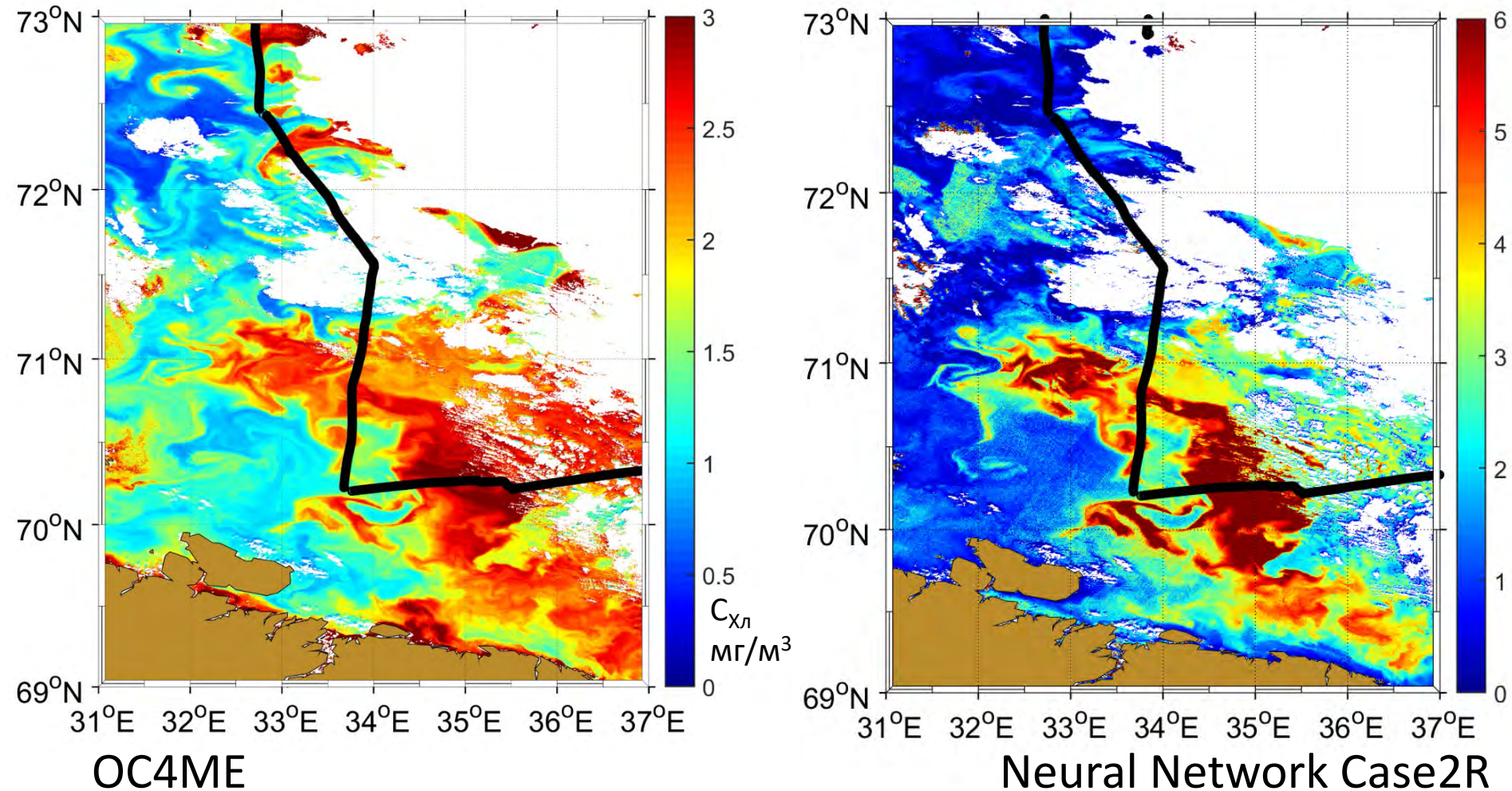
- ✓ Привычный интерфейс
- ✓ Возможность извлечения данных вдоль трека
- ✓ Настраиваемая шкала

M_Map:

- ✓ Проекции
- ✓ Береговая линия высокого разрешения (до 200 м)
- ✓ Координатная сетка

◀ Пространственное распределение концентрации Хл по данным OLCI (OC4ME). Баренцево море, 14 августа 2017 г. Черная линия – маршрут рейса АМК-68 (14-15 августа 2017 г.).

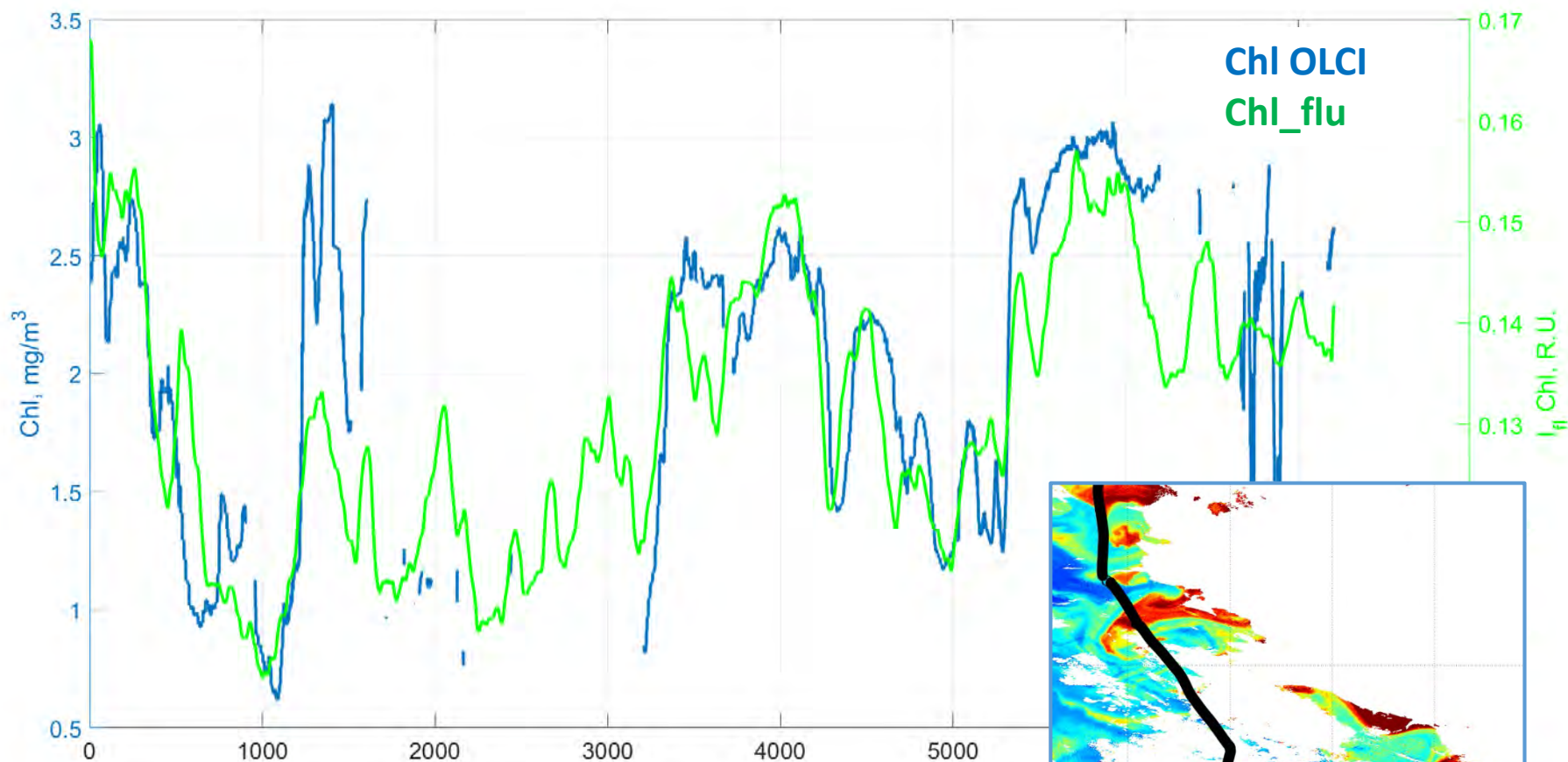
Концентрация Хл по данным OLCI



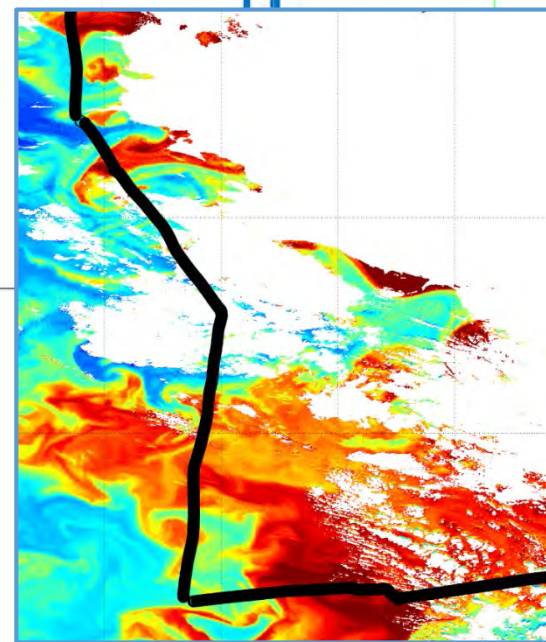
Баренцево море, 14 августа 2017 г.

Черная линия – маршрут рейса АМК-68 (14-15 августа 2017 г.).

Сравнение с проточной системой



Спутниковые данные – 14.08.17,
Разрез – 14-15.08.17
Среднее по 9 пикселям



SMCS



olciconv

Select bands

- chl_nn
- chl_oc4
- ag443_nn
- iwv
- R_400
- R_412
- R_443
- R_490
- R_510
- R_560
- R_620
- R_665
- R_674
- R_681
- R_708
- R_754
- R_779
- R_865
- R_885
- R_1020
- par
- Kd_490
- tsm_nn
- wqsf
- taua_865
- l2_flags

Input files: 94 files Browse

Work folder: d:\t Browse

Output folder: d:\tt Browse

Prefix: 0

Extension: .nc

Action if output file exists

- ☒ Overwrite
- ☐ Rename
- ☐ Skip

Output file name

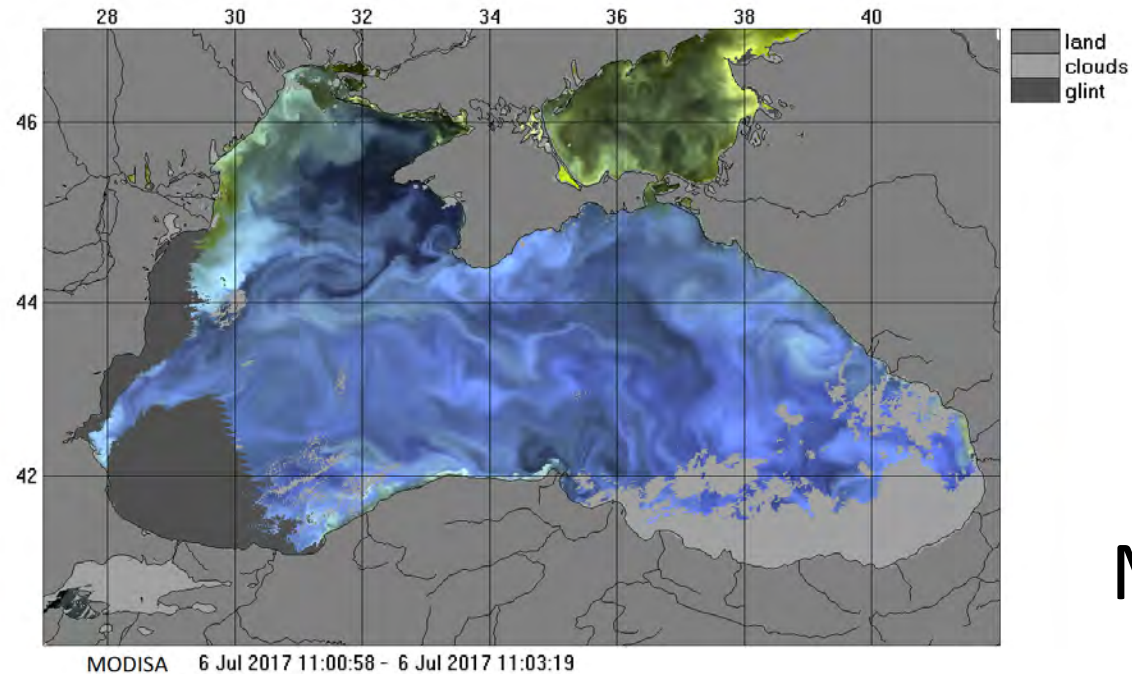
- ☒ yearjulday
- ☐ yemonthday

☐ Ignore errors

☐ Change NO_DATA code

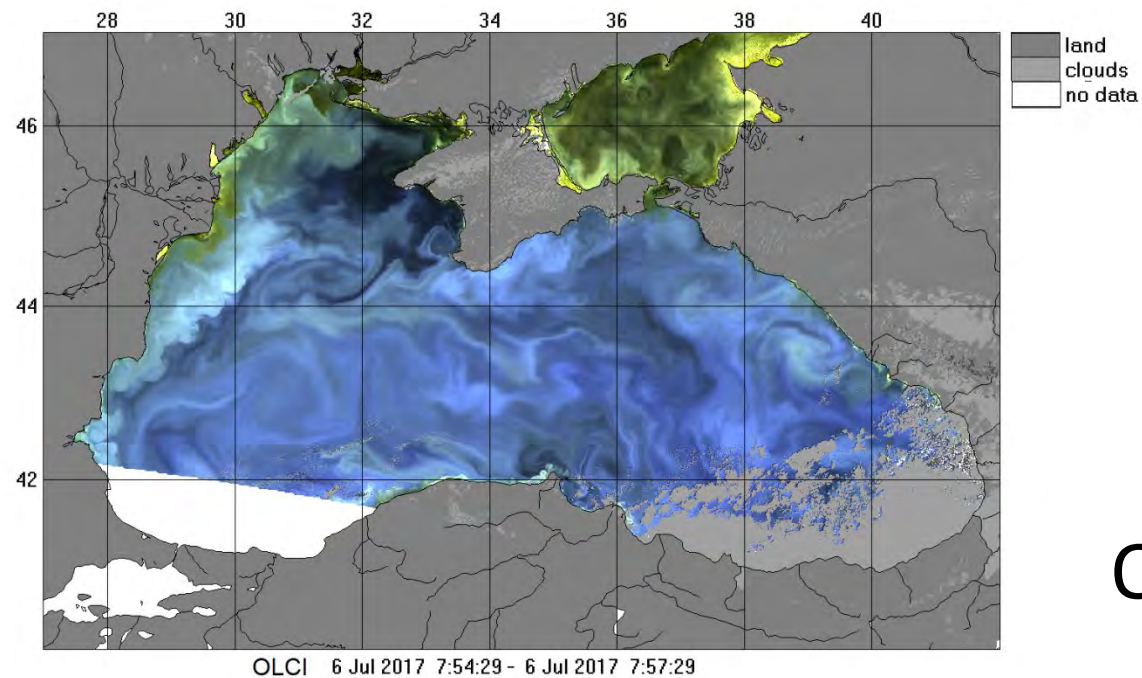
Open Save Start Stop Exit

D:\sheb\projects\sentinel\data\parents\zip\S3A_OL_2_WFR____20170720T100653_20170720T100953_20170721T100653_20170721T100953_20170721T100653_20170721T100953.nc

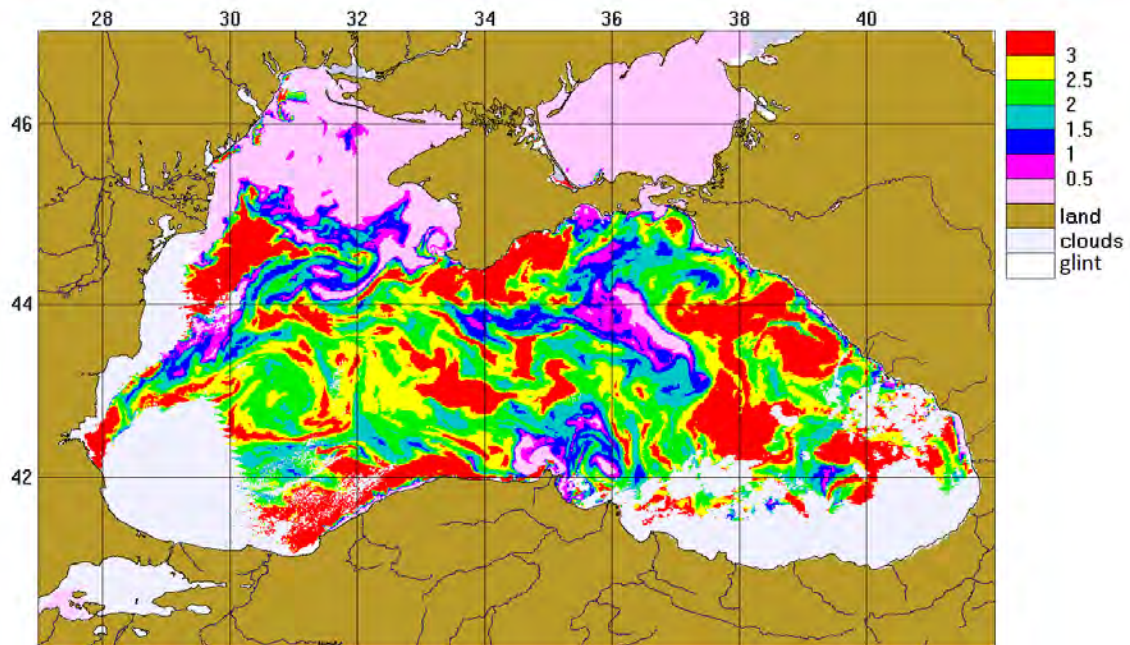


Quasi-true color
6 июля 2017 г.

MODIS



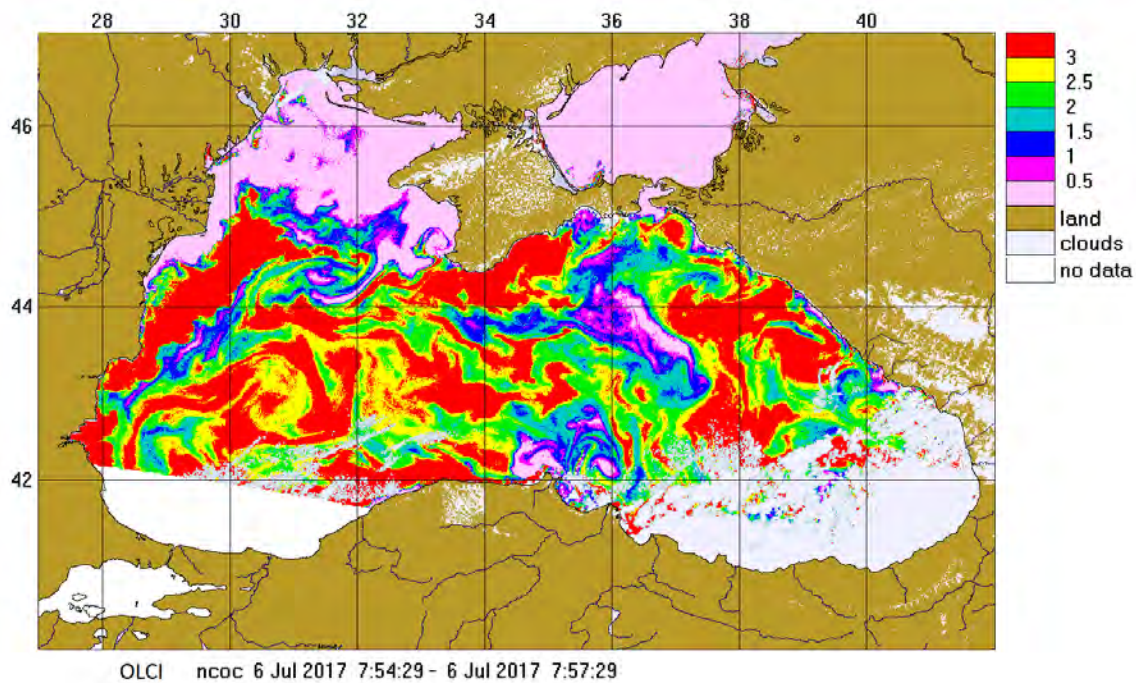
OLCI



N_{coc}

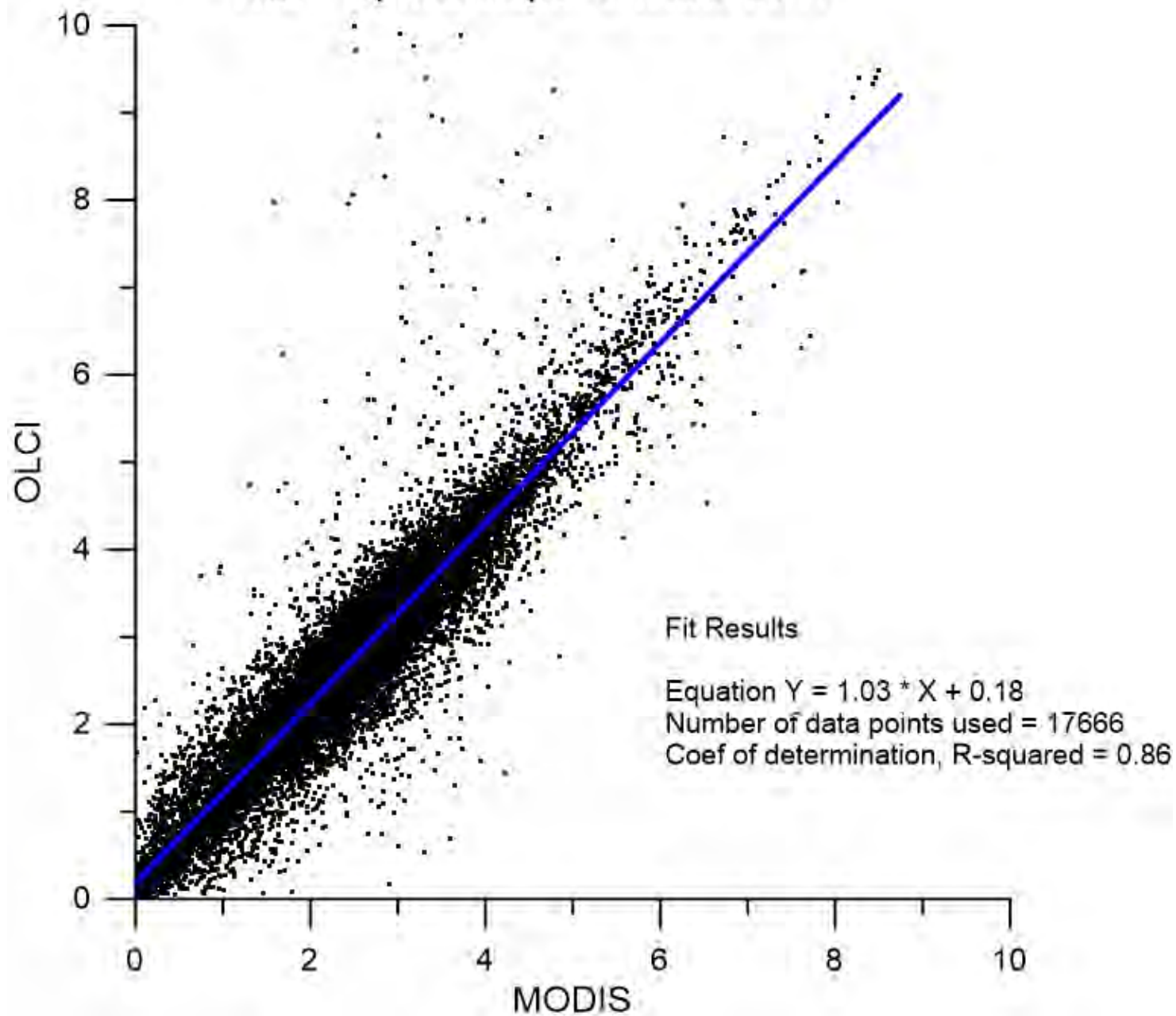
6 июля 2017 г.

MODIS



OLCI

N_{сос} Черное море 6 июля 2017



Выводы

Данные спутникового сканера цвета OLCI, установленного на европейских спутниках Sentinel-3, доступны для исследования биооптических характеристик морской воды, в частности для разработки и валидации региональных алгоритмов.



Спасибо за внимание!

Глуховец Д.И., Копелевич О.В., Салинг И.В., Шеберстов С.В.
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Московский физико-технический институт
glukhovets@ocean.ru