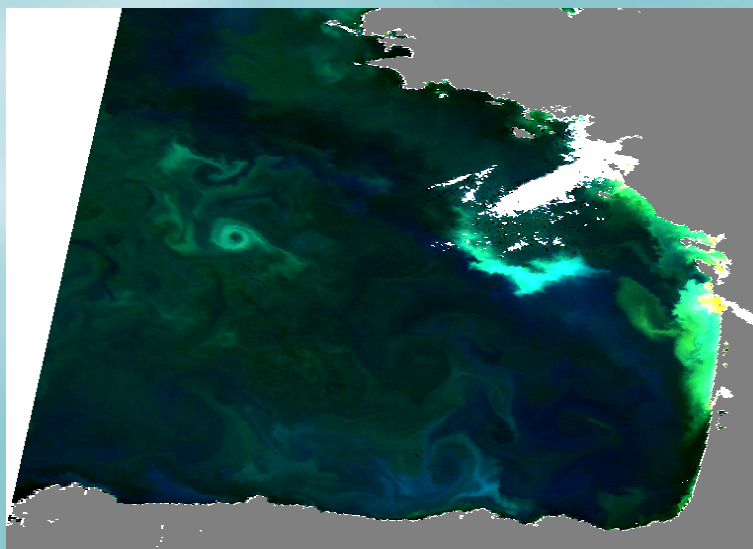


Применение нейронных сетей для обработки данных SeaWiFS и MODIS по Бискайскому заливу

Коросов А. А.

Морозов Е. А.

Поздняков Д. В.



Nansen Environmental and
Remote Sensing Center
Bergen Norway



Международный центр по
окружающей среде и
дистанционному зондированию
им. Нансена

Бискайский залив

IFREMER



Image NASA

© 2008 Tele Atlas

© 2008 Cnes/Spot Image

© 2008 Europa Technologies

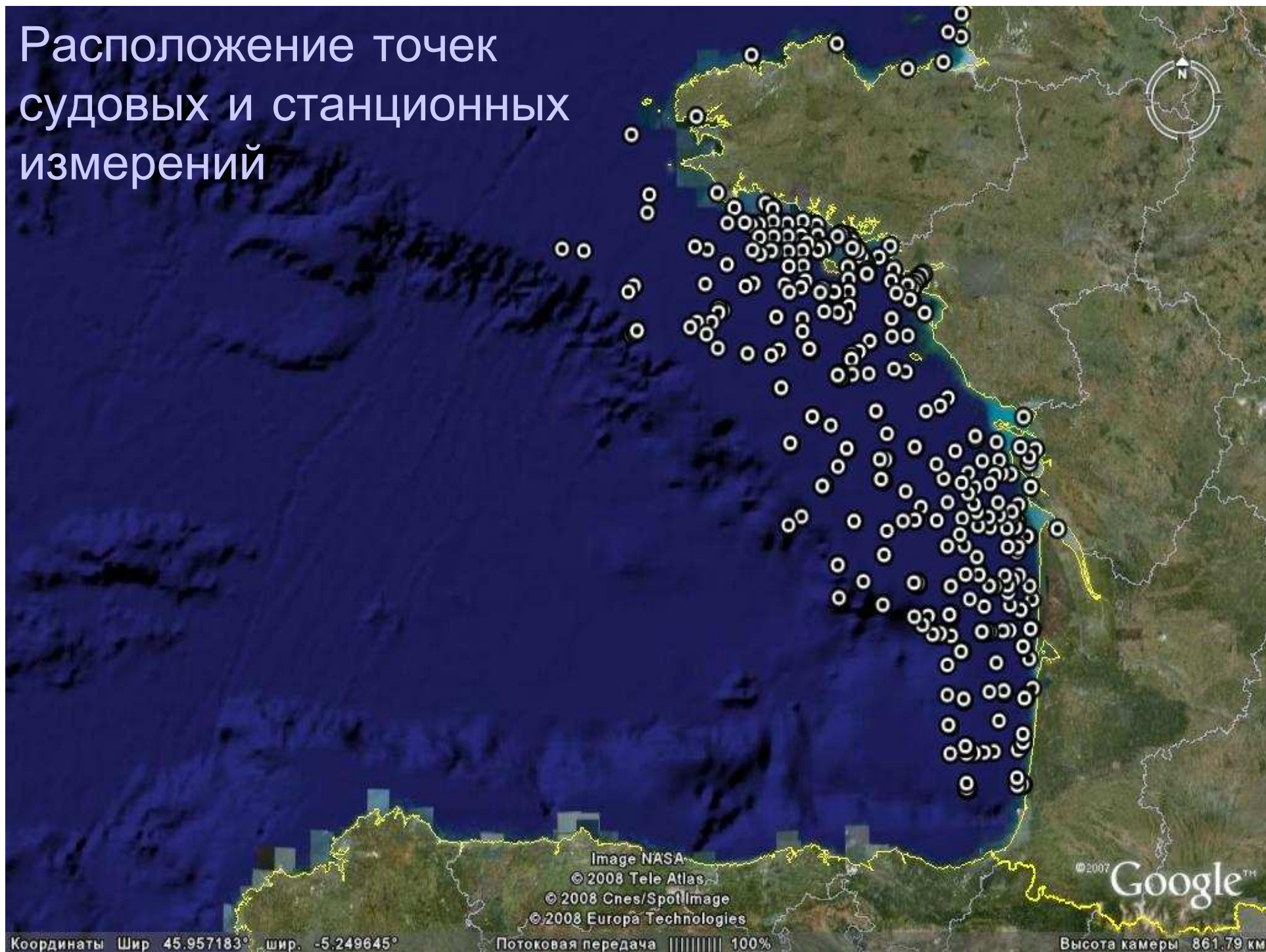
© 2007 Google™

Координаты Шир 45.957183° шир. -5.249645°

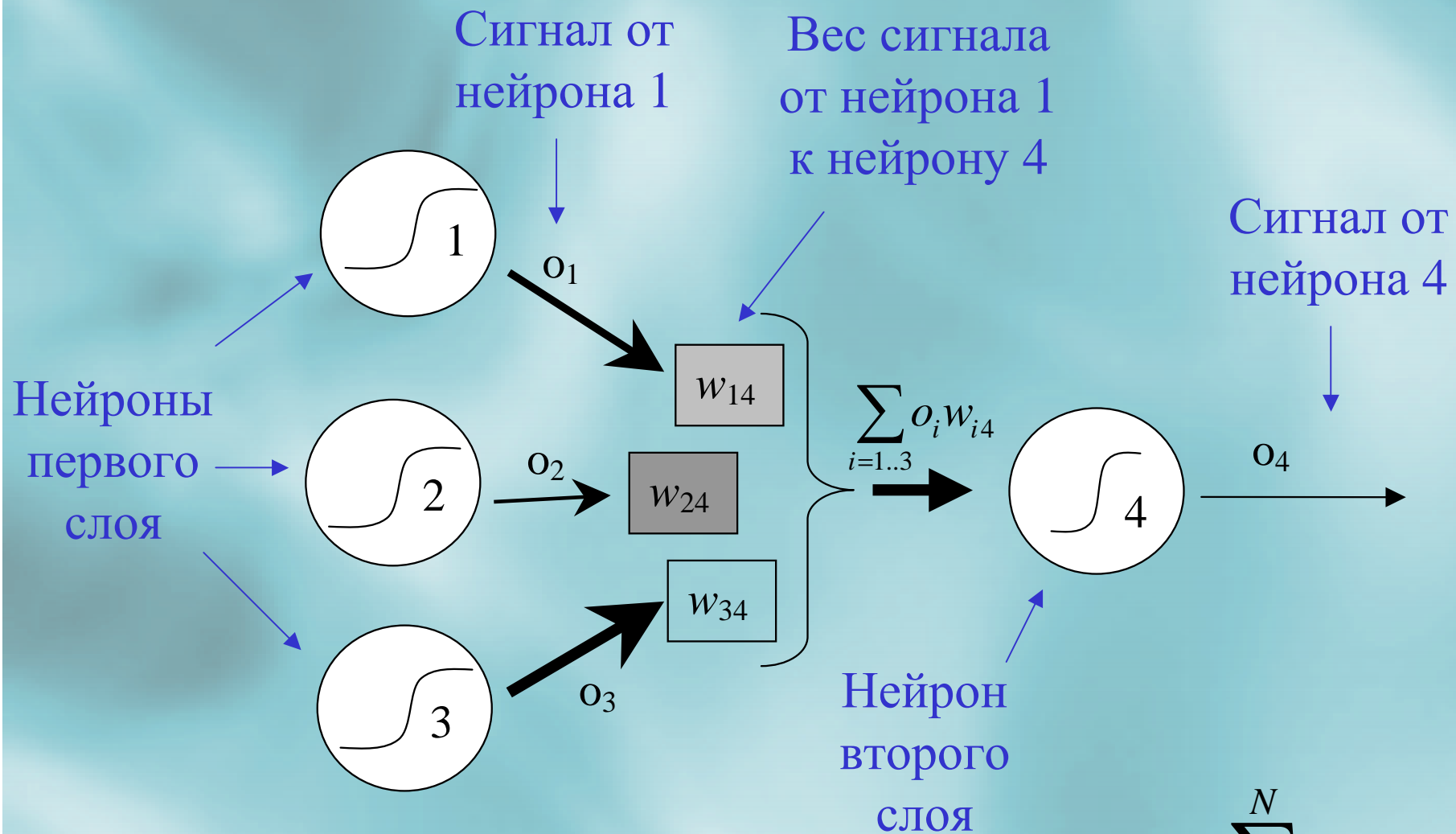
Потоковая передача ||||| 100%

Высота камеры 861.79 км

Расположение точек судовых и станционных измерений



Строение искусственной нейронной сети



Расчет входного сигнала: $net_j = \sum_{i=1}^N \omega_{ij} o_i,$

Расчет выходного сигнала: $o_j = f(net_j)$

Архитектура нейронной сети

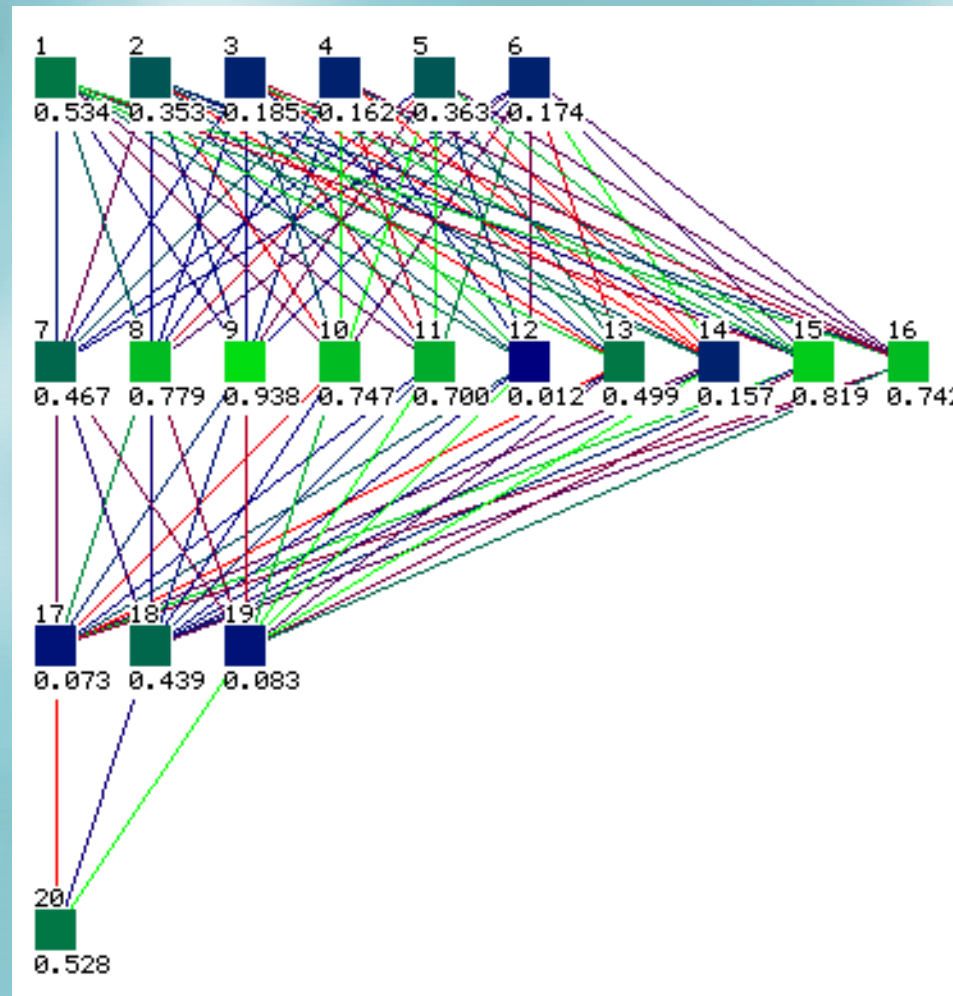
На вход – 6 спектральных значений R_{rsw} измеренных спутником

Входной слой

Внутренний слой 1

Внутренний слой 2

Выходной слой

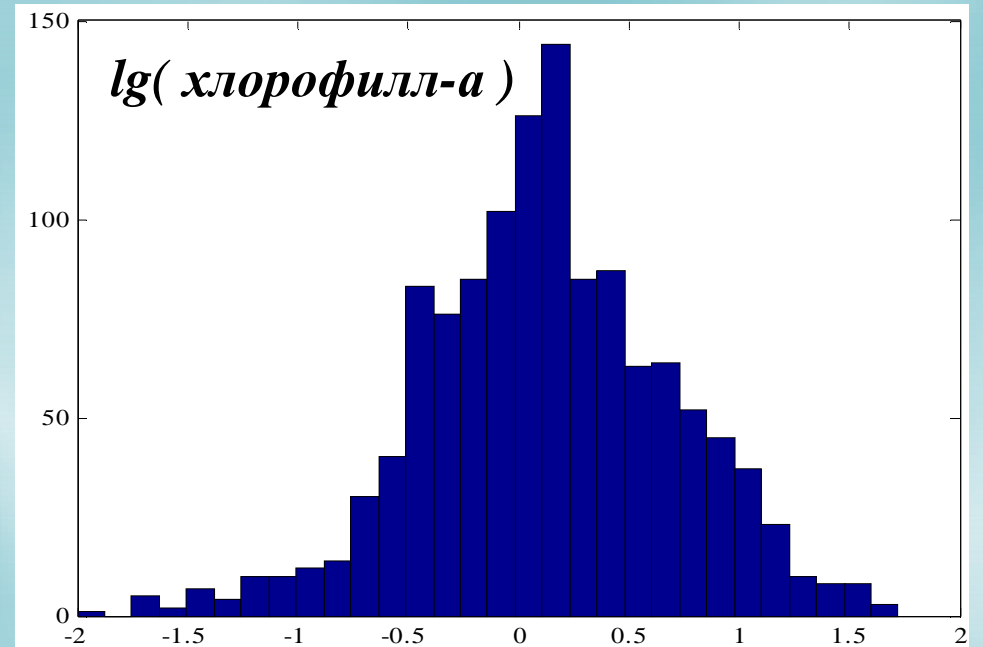
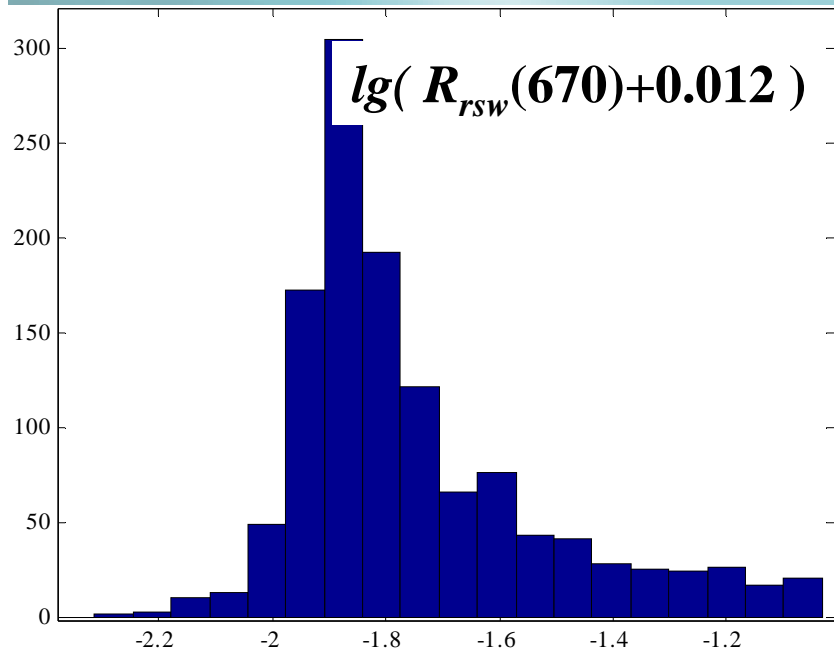
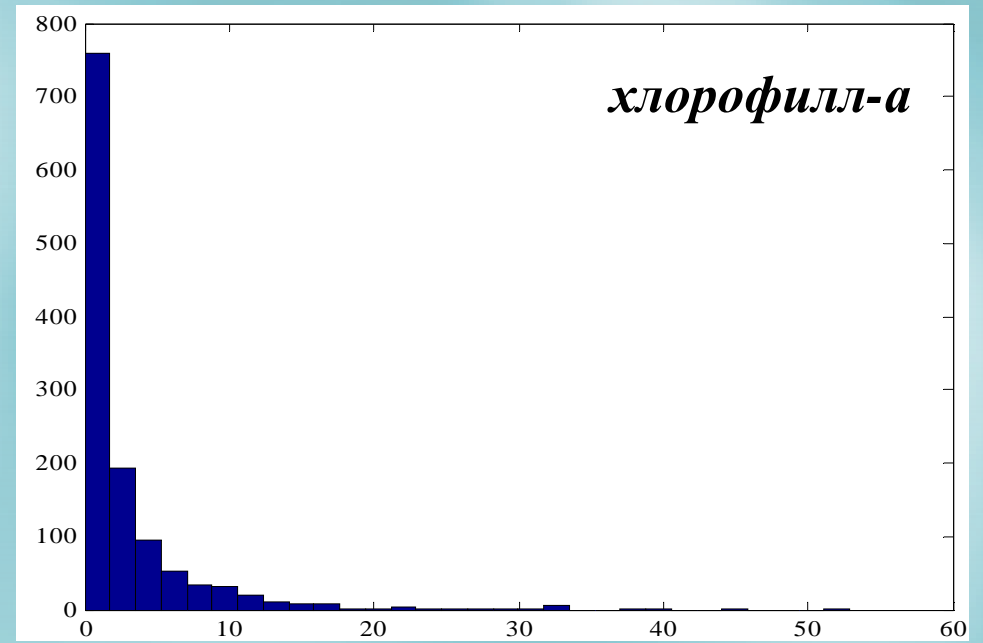
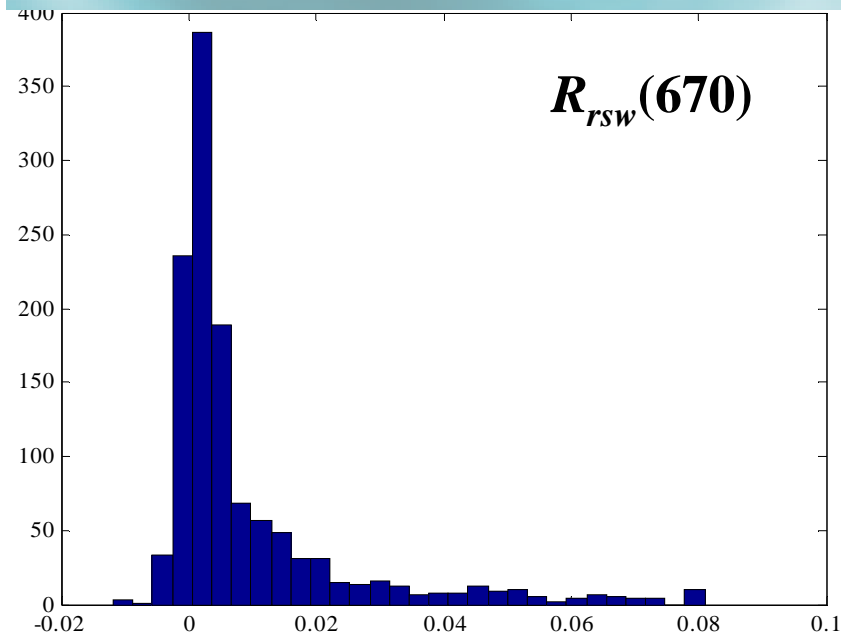


На выходе концентрация хлорофилла-а или общей взвеси

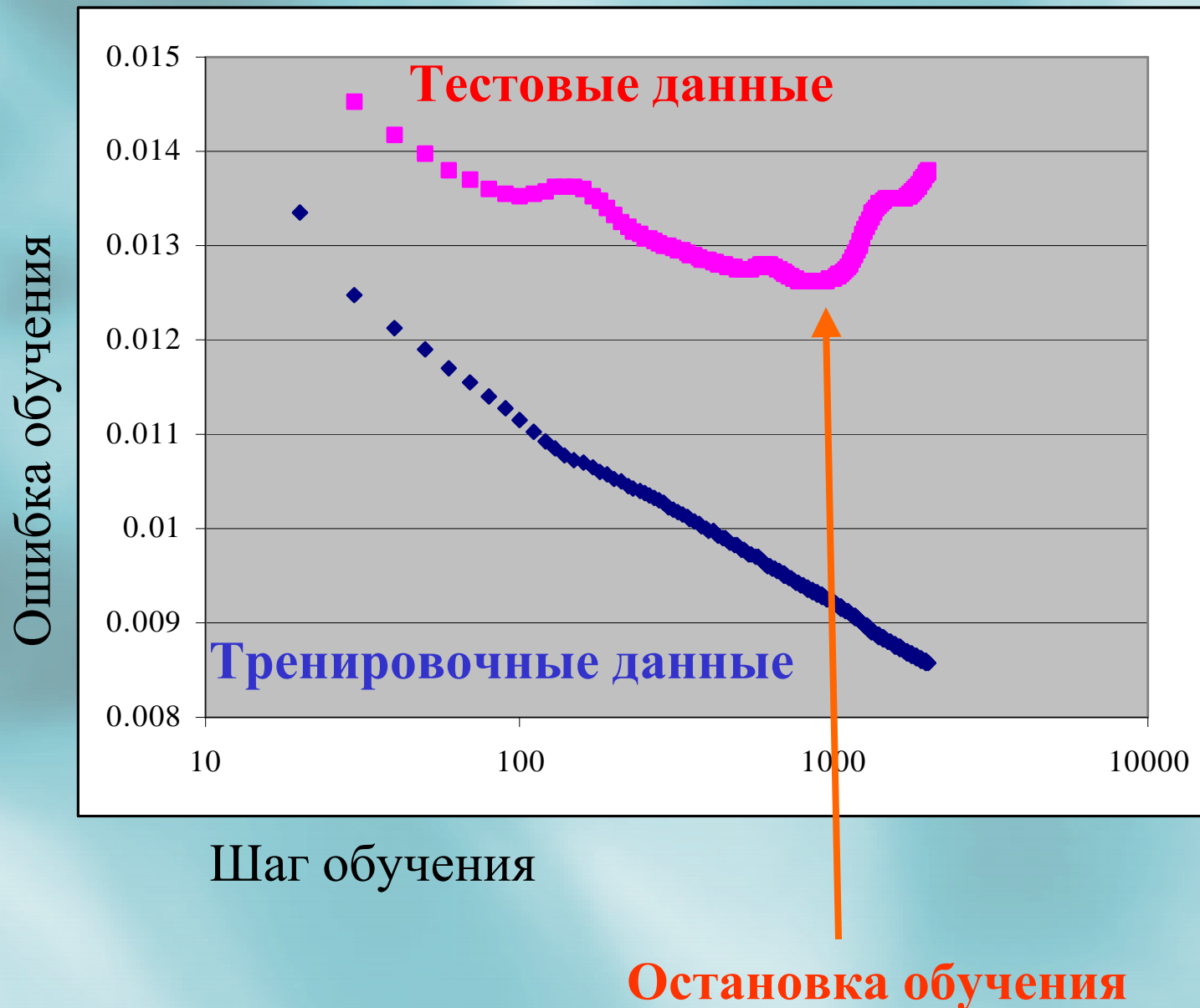
Описание используемых данных

Датчик	Входные данные	Имя искомой переменной	Единицы	Количество точек
SeaWiFS	$R_{rsw}(412)$, $R_{rsw}(443)$, $R_{rsw}(490)$, $R_{rsw}(510)$, $R_{rsw}(555)$, $R_{rsw}(670)$	chl	мкг/л	1236
		tsm	мг/л	717
MODIS	$R_{rsw}(412)$, $R_{rsw}(443)$, $R_{rsw}(488)$, $R_{rsw}(531)$, $R_{rsw}(551)$, $R_{rsw}(667)$	chl	мкг/л	886
		tsm	мг/л	408

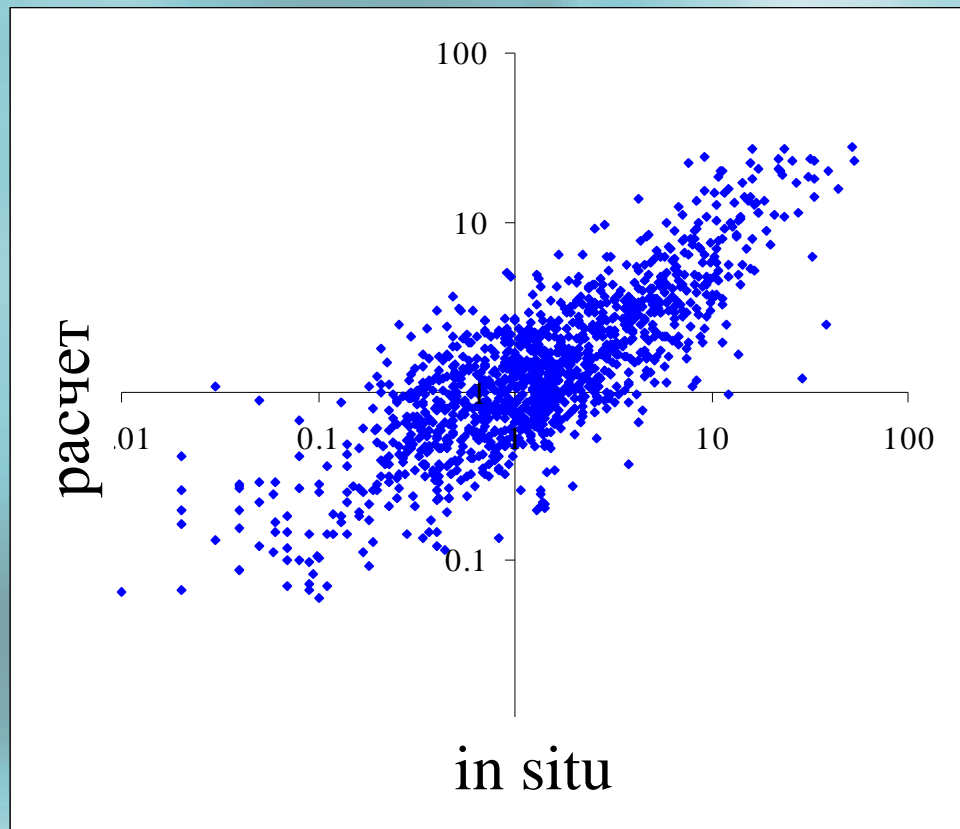
Преобразование входных данных



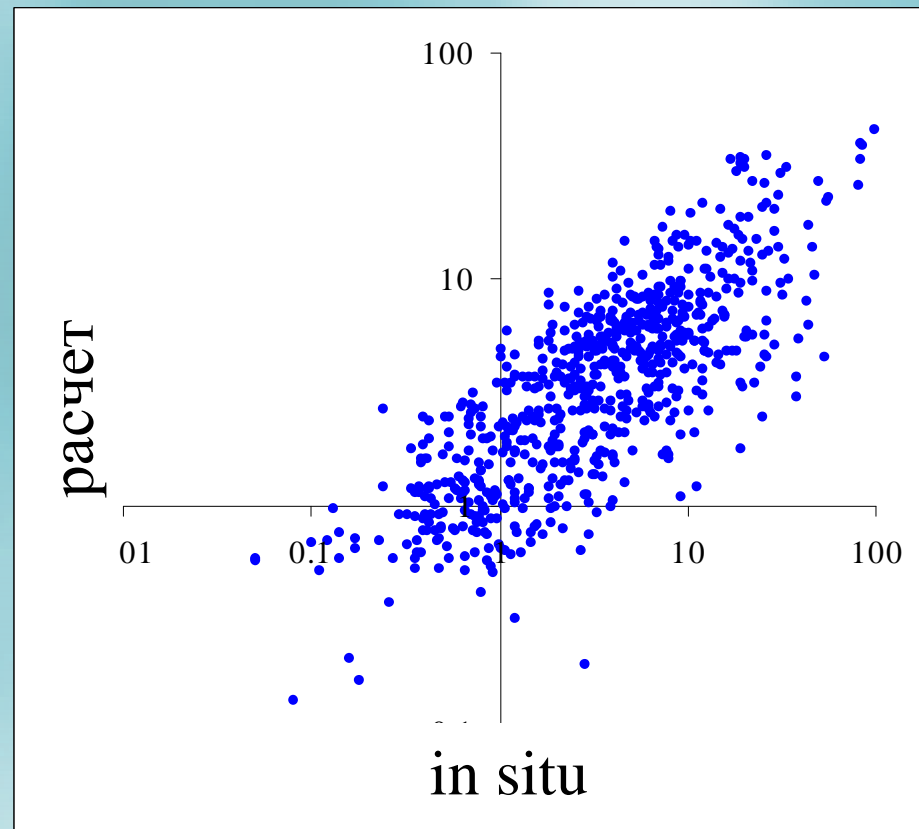
Процесс обучения нейронной сети



Результаты обучения НС для SeaWiFS

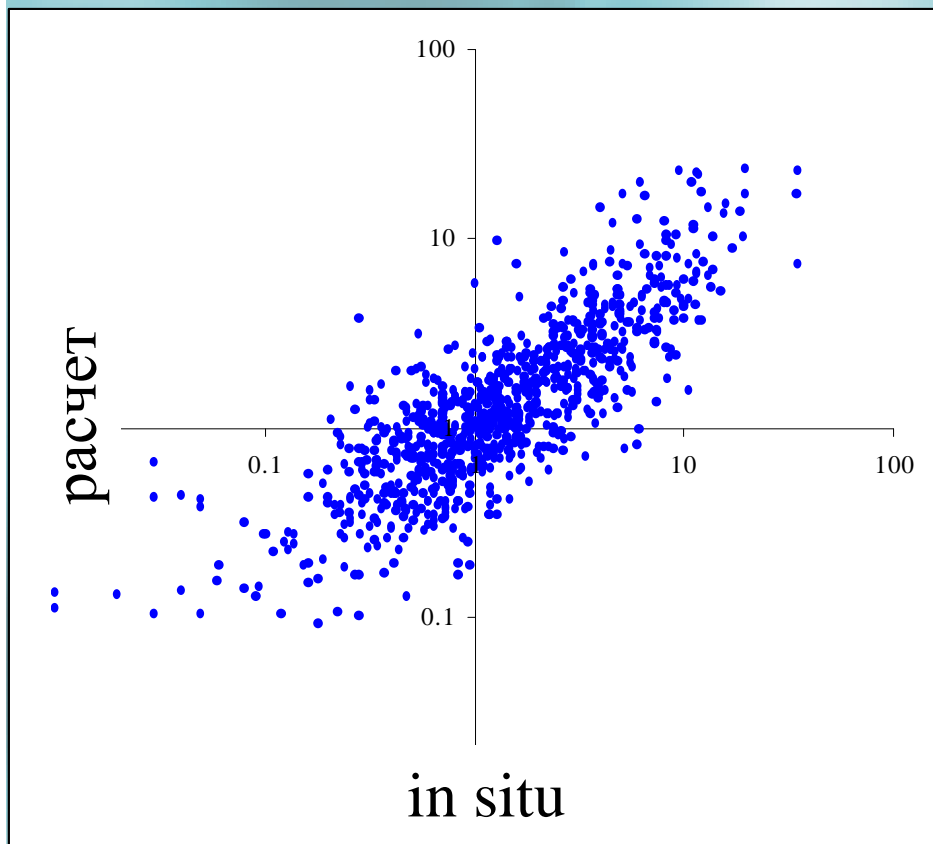


Хлорофилл (мкг/л)

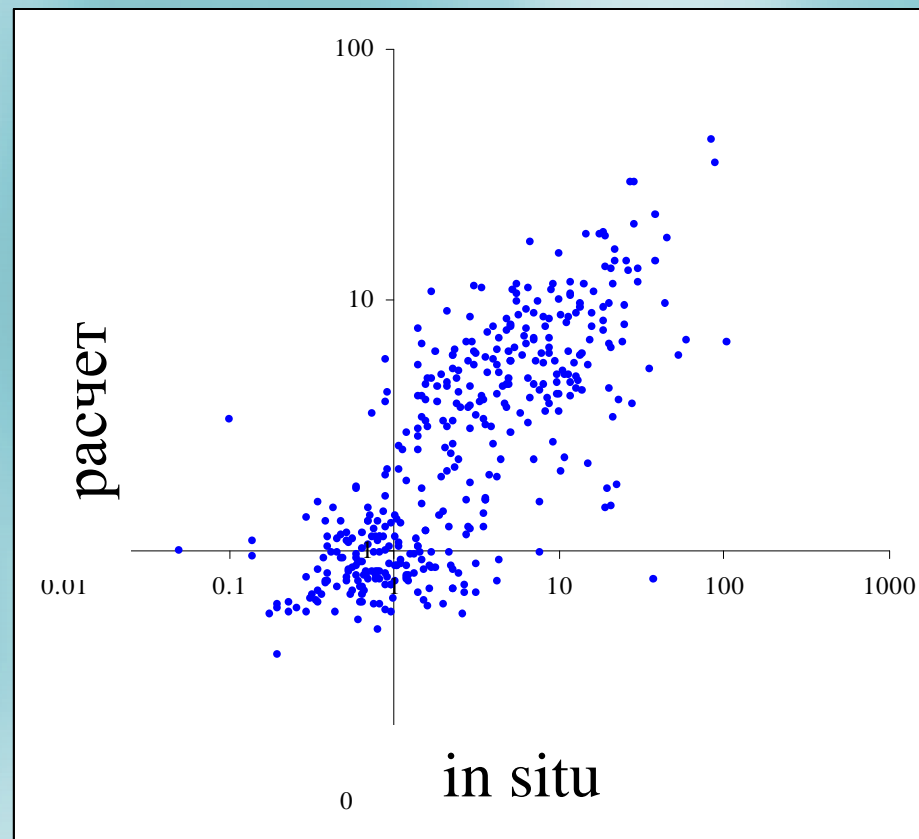


Общая взвесь (мг/л)

Результаты обучения НС для MODIS



Хлорофилл (мкг/л)



Общая взвесь (мг/л)

Характеристики алгоритмов

Алгоритм	Корреляция	СКО
Хлорофилл, НС, SeaWiFS	0.795	3.2
Общая взвесь, НС, SeaWiFS	0.717	3.3
Хлорофилл, НС, MODIS	0.751	2.3
Общая взвесь, НС, MODIS	0.66	9
Хлорофилл, OC5, SeaWiFS	0.699	5.3
Хлорофилл, OC5, MODIS	0.597	2.9

Схема обработки спутниковых данных

1. Загрузка снимка с FTP сервера NASA oceancolor.gsfc.nasa.gov

HDF файл

2. Геометрическая коррекция

3. Расчет значения R_{rsw} по данным о $[L_w]_N$ из файла

4. Выбор N пикселей, которые географически находятся в акватории и не закрыты облаками

Таблица N x 6 со значениями R_{rsw} для всех выбранных пикселей

Создание Matlab-функции
из `swf_chl_snns_03.net`

`swf_chl_snns_03.m`

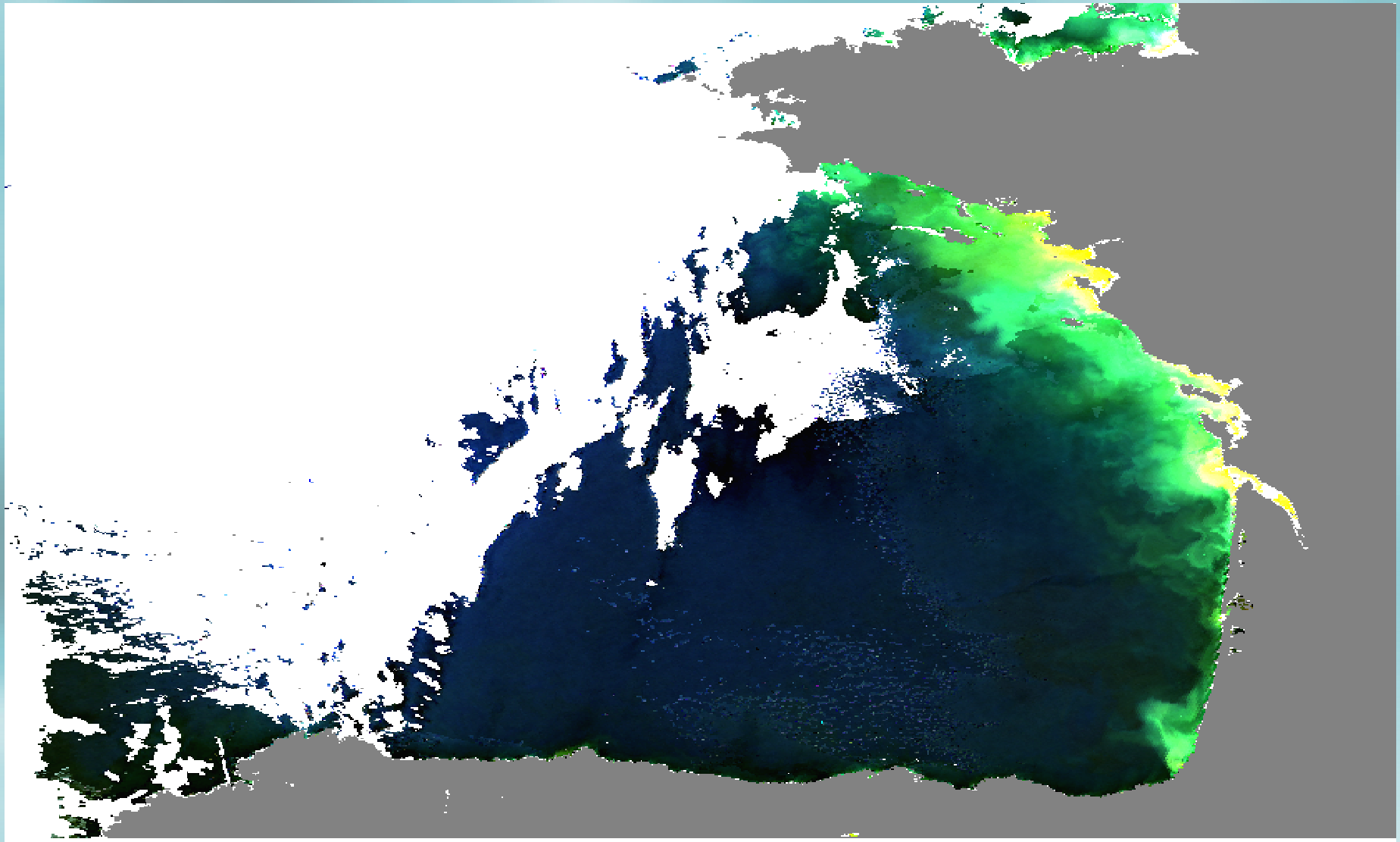
5. Обработка данных нейронной сетью

Таблица N x 2 со значениями концентраций хл и ов

6. Визуализация

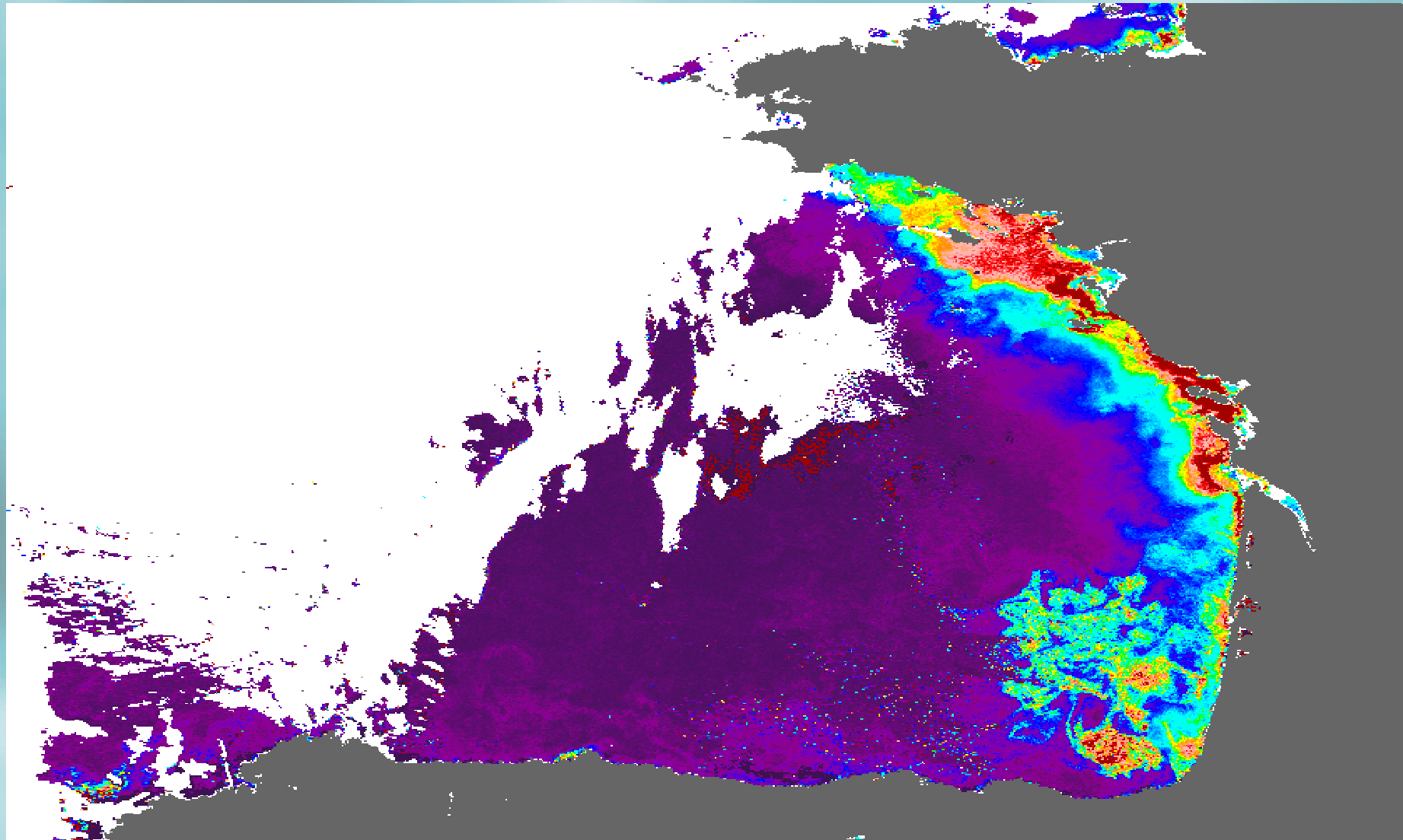
Карты концентраций хл и ов

Результаты обработки SeaWiFS 02.02.2004

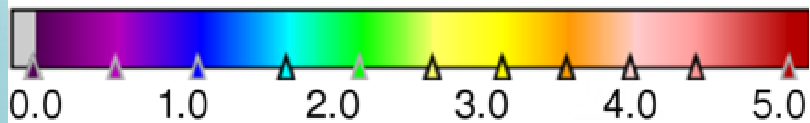


RGB composite

Результаты обработки SeaWiFS 02.02.2004

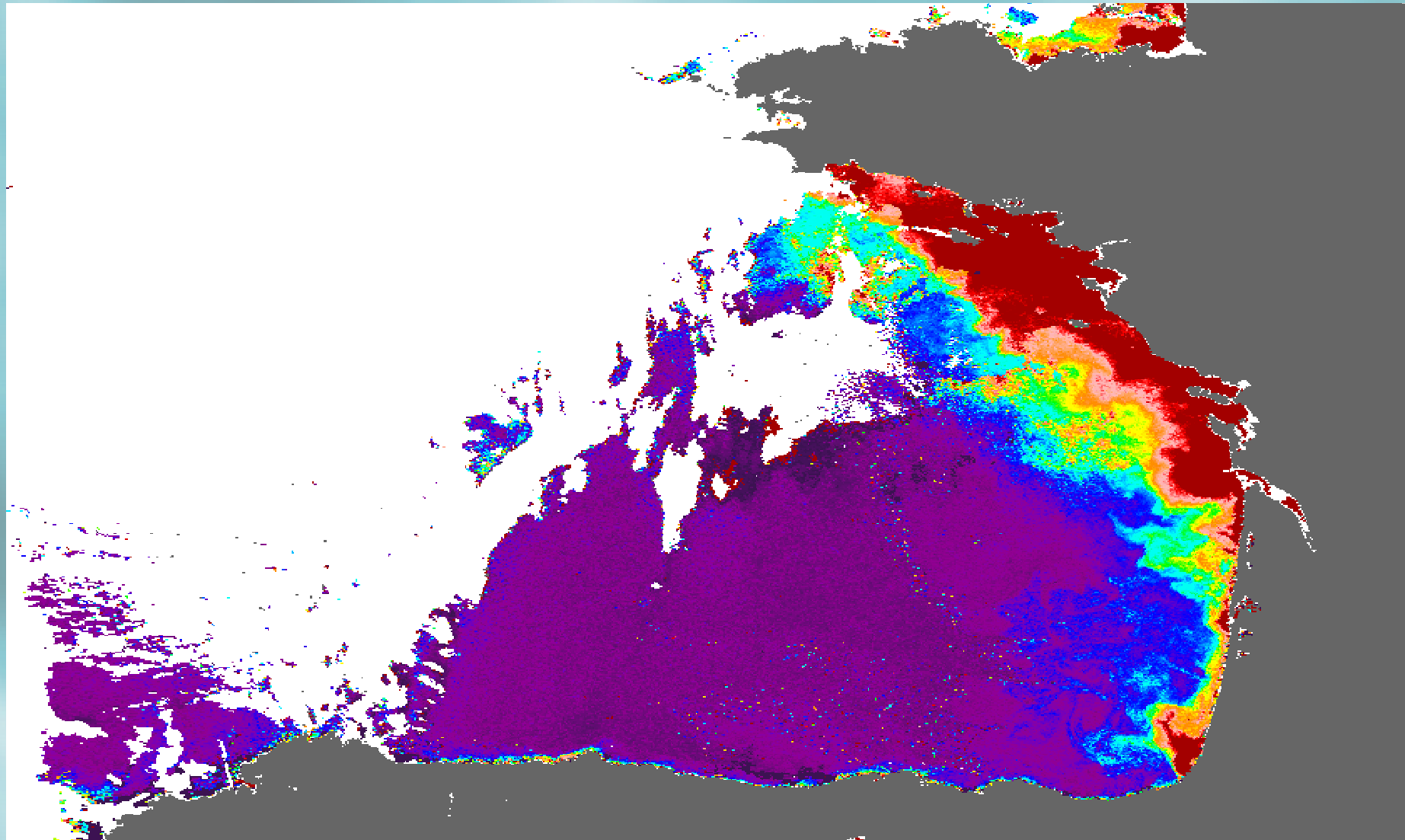


chl_nn,[mg/l]

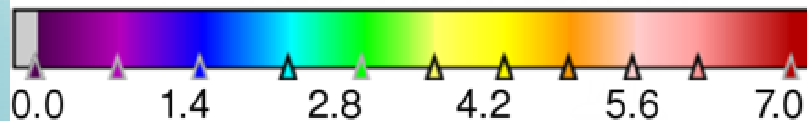


НС, Концентрации хлорофилла-а

Результаты обработки SeaWiFS 02.02.2004



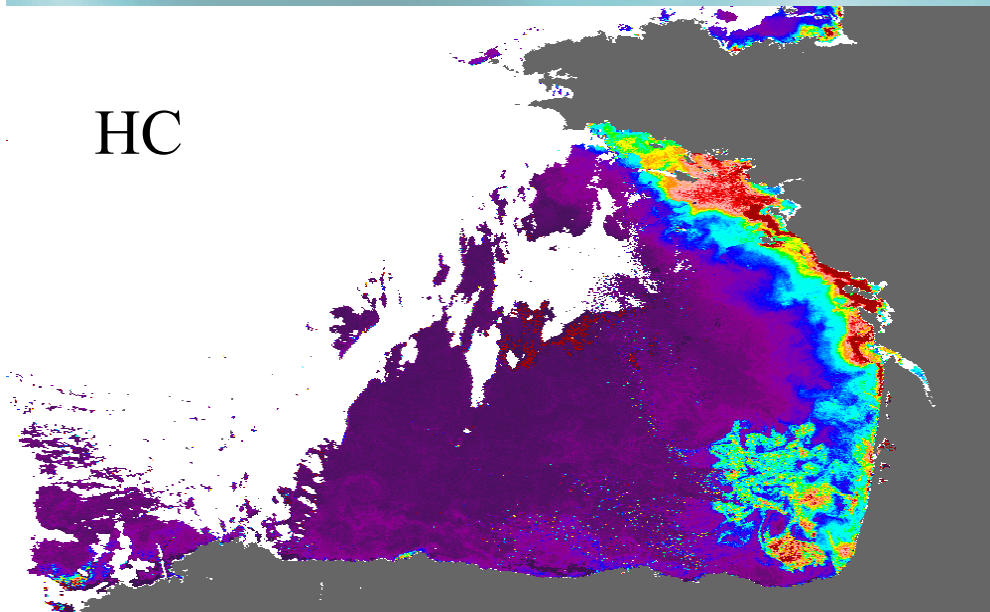
tsm_nn,[mg/l]



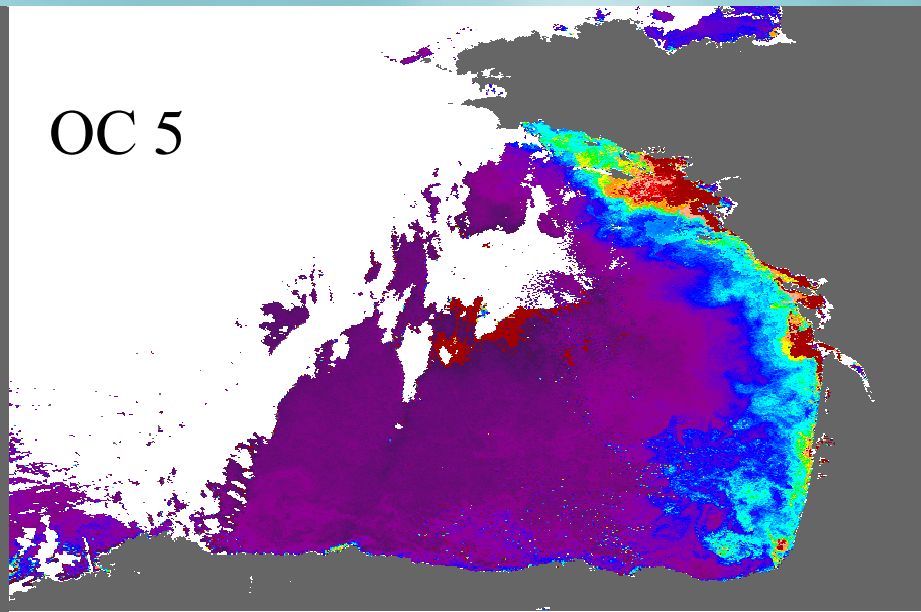
Концентрации общей взвеси

Применение разных алгоритмов

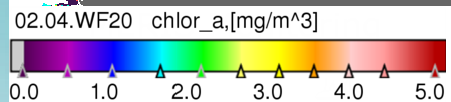
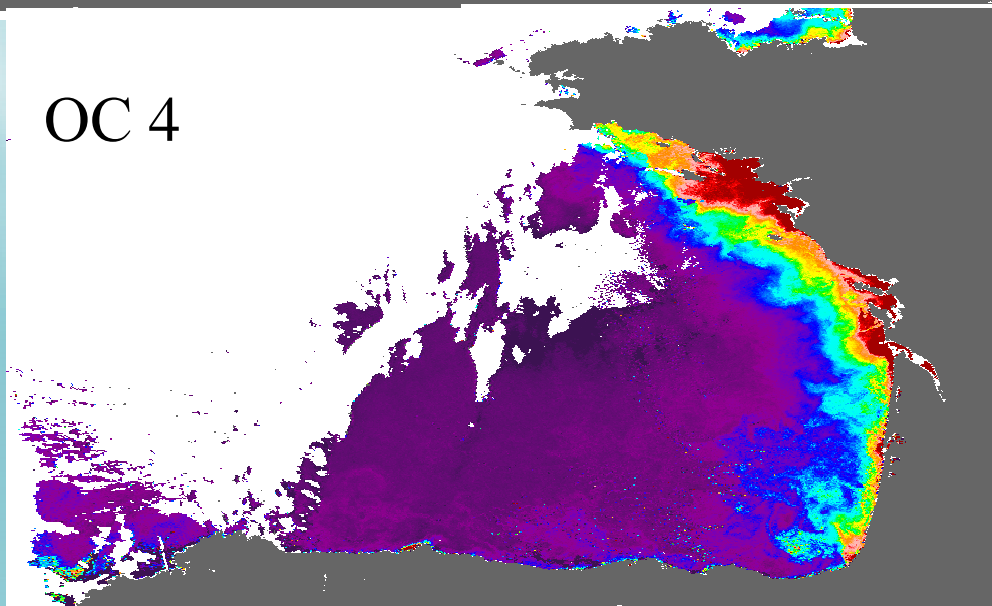
НС



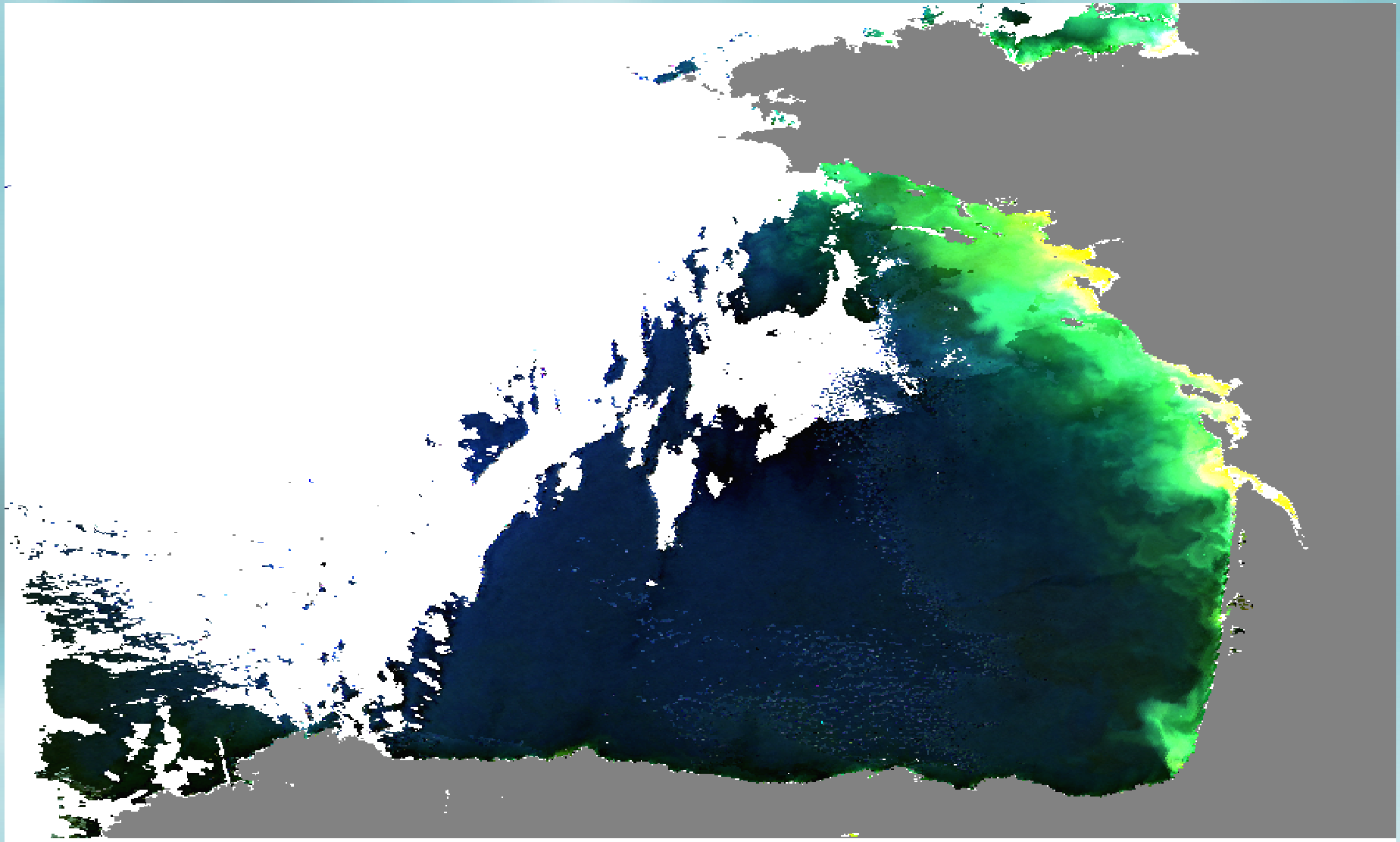
OC 5



OC 4

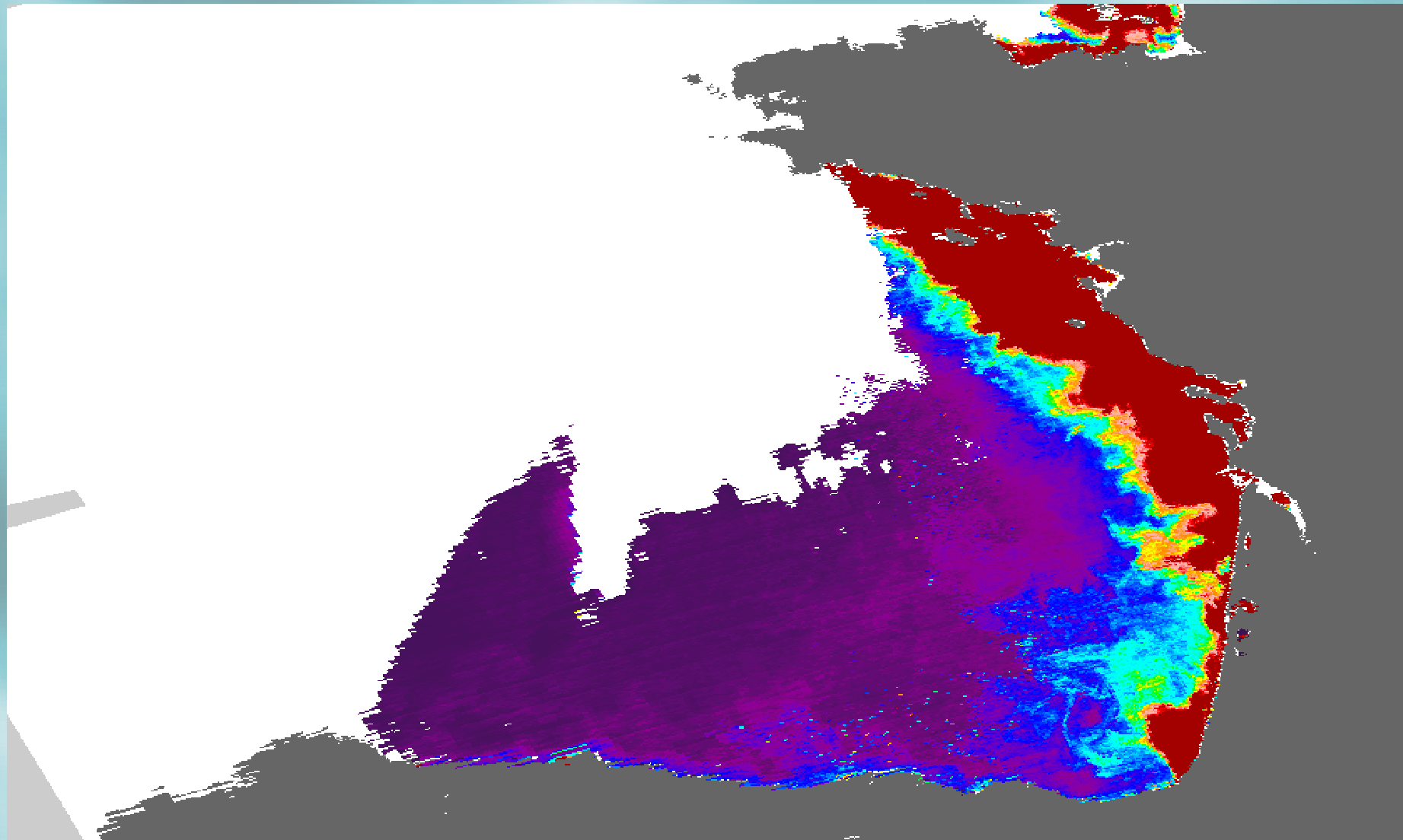


Результаты обработки MODIS 02.02.2004

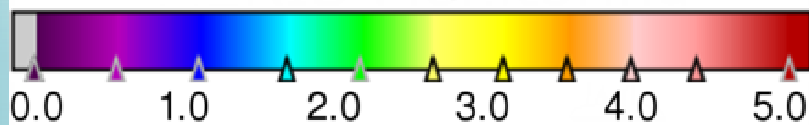


RGB composite

Результаты обработки MODIS 02.02.2004

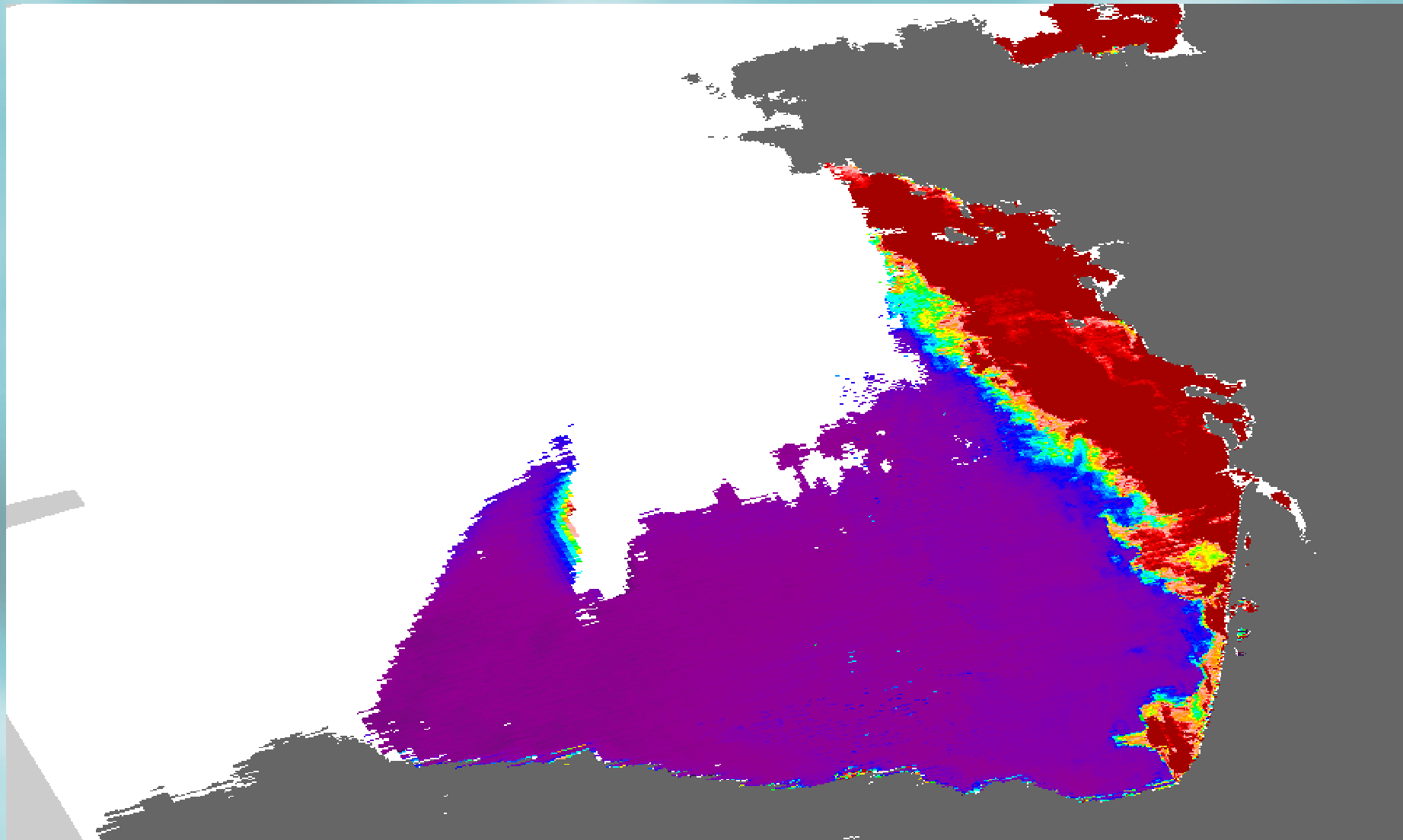


chl_nn,[mg/l]

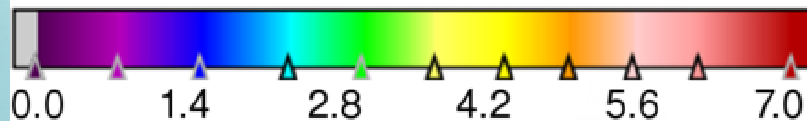


Концентрации хлорофилла-а

Результаты обработки MODIS 02.02.2004



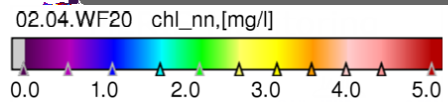
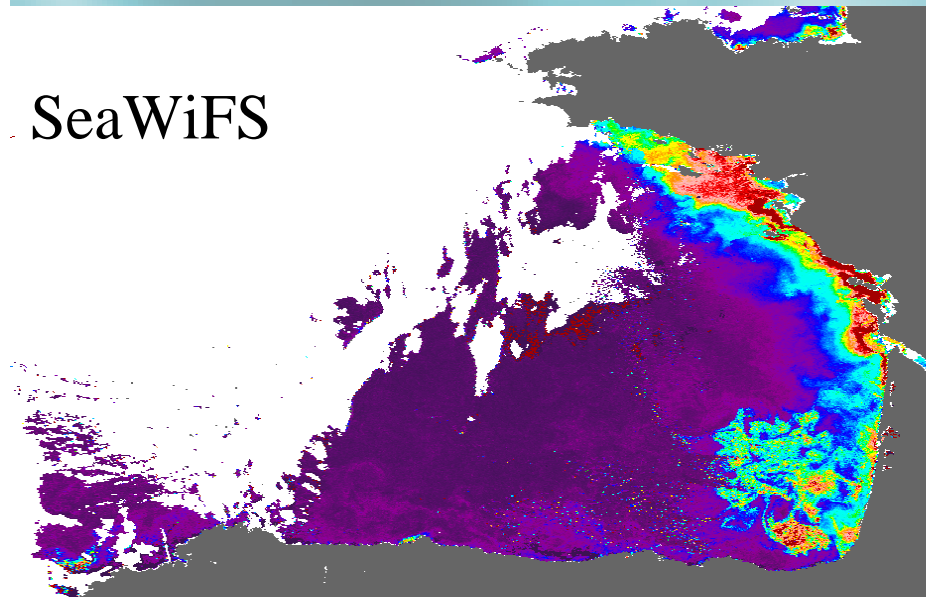
tsm_nn,[mg/l]



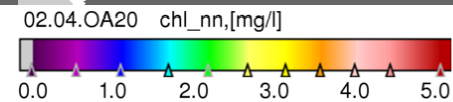
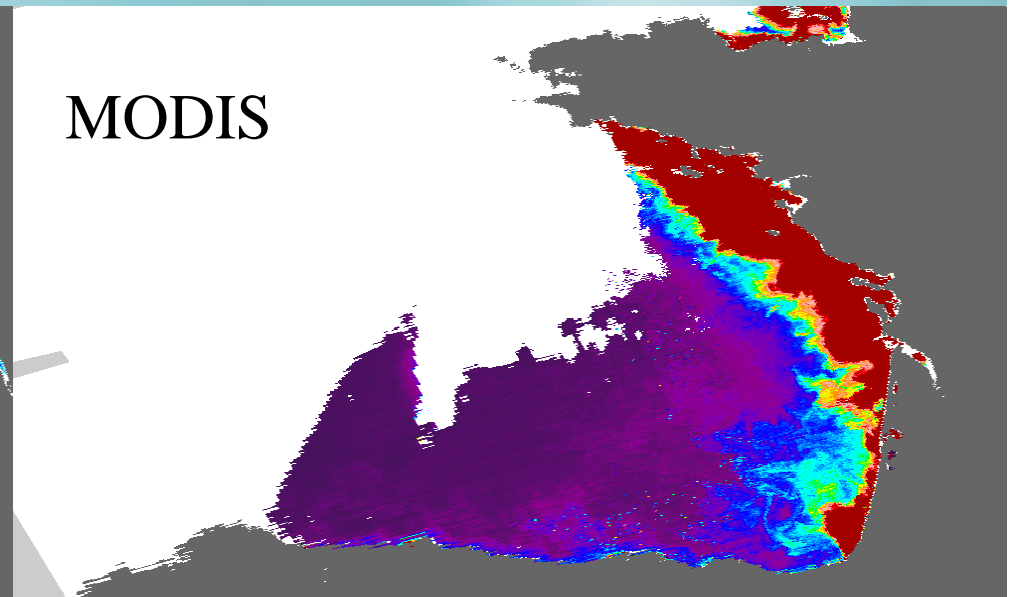
Концентрации общей взвеси

Сравнение SeaWiFS и MODIS 02.02.2004

SeaWiFS



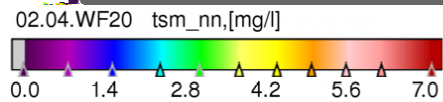
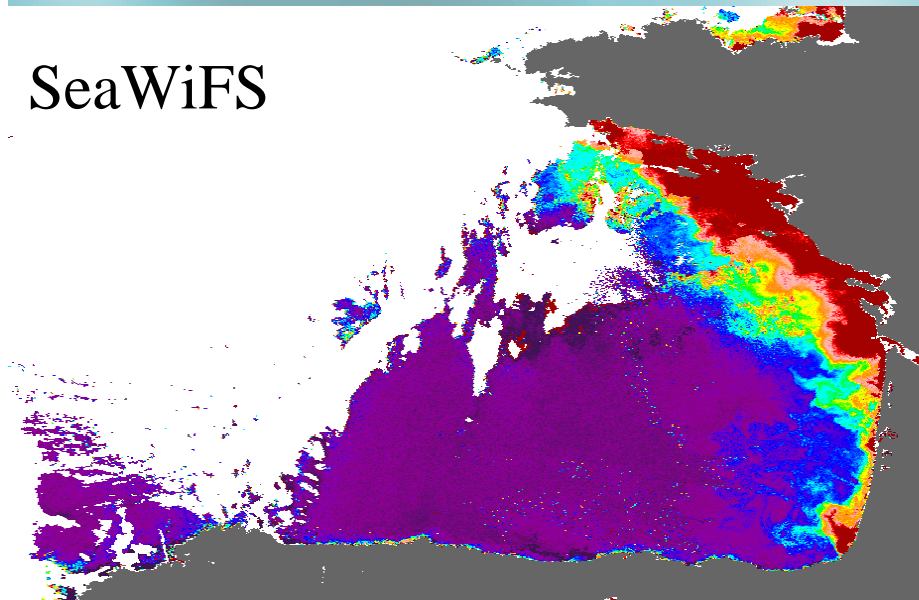
MODIS



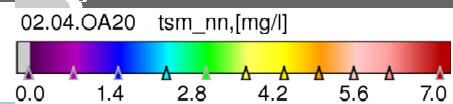
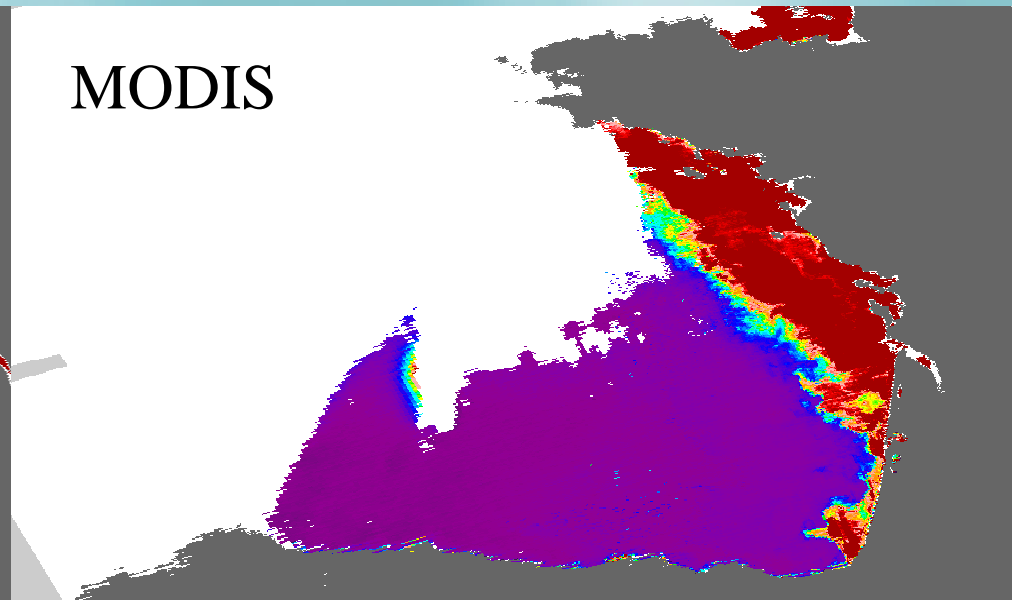
Хлорофилл-а, алгоритм НС

Сравнение SeaWiFS и MODIS 02.02.2004

SeaWiFS

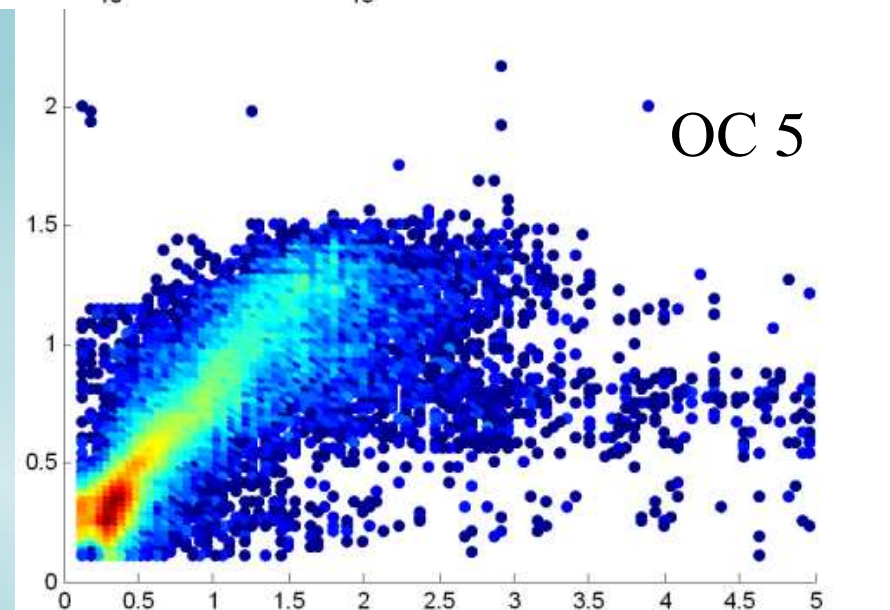
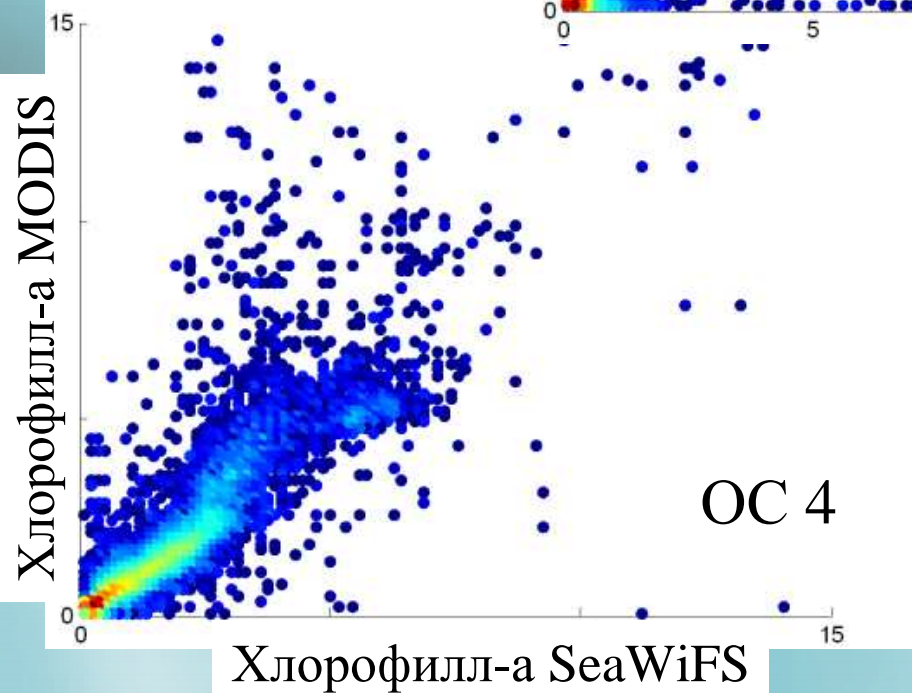
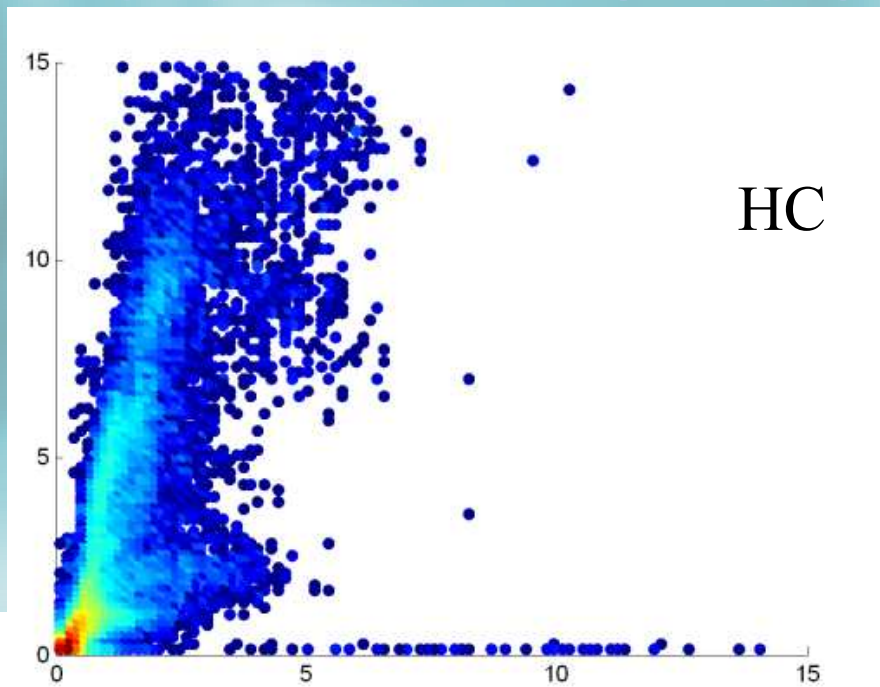


MODIS

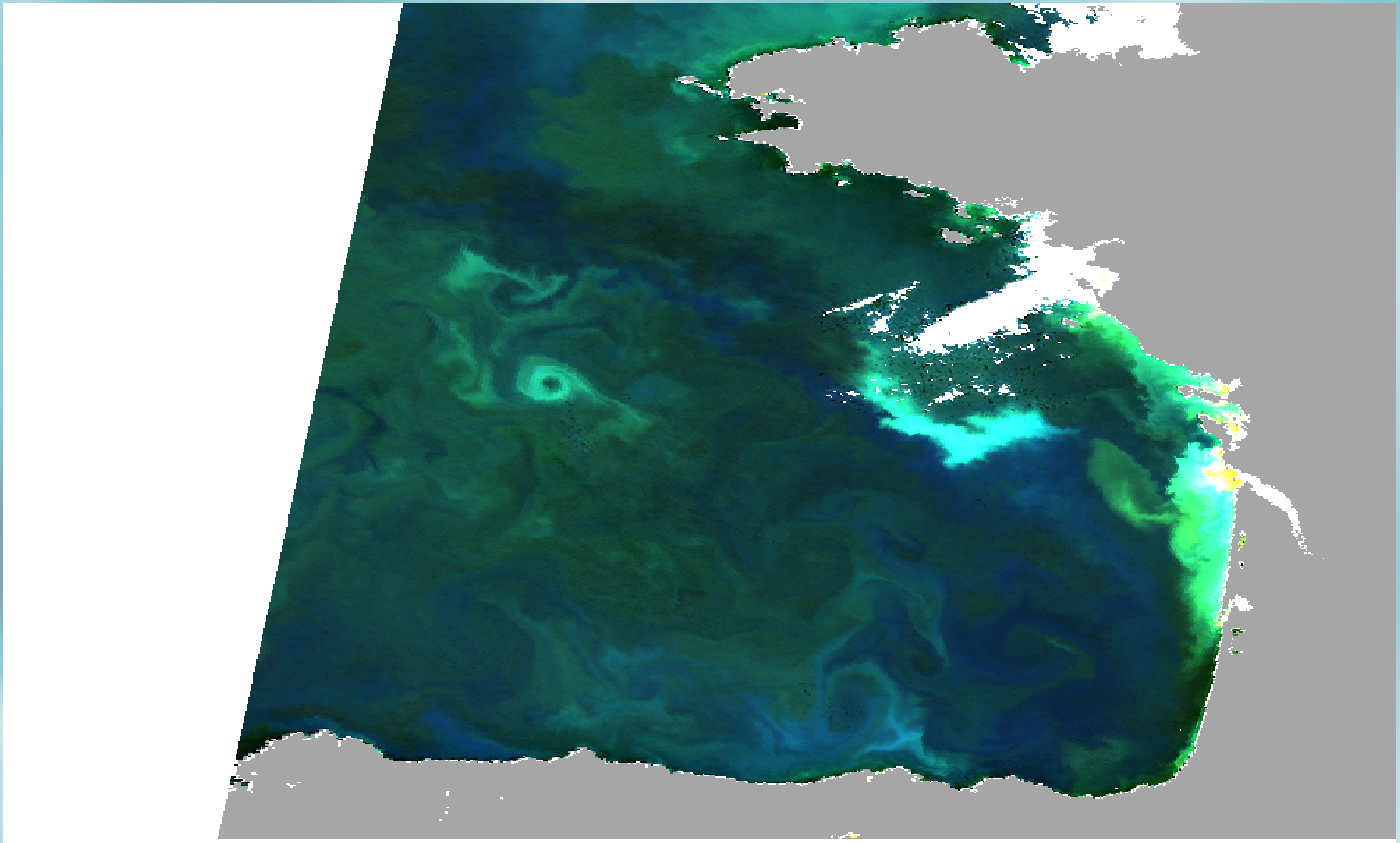


Общая взвесь, алгоритм НС

Сравнение SeaWiFS и MODIS 02.02.2004

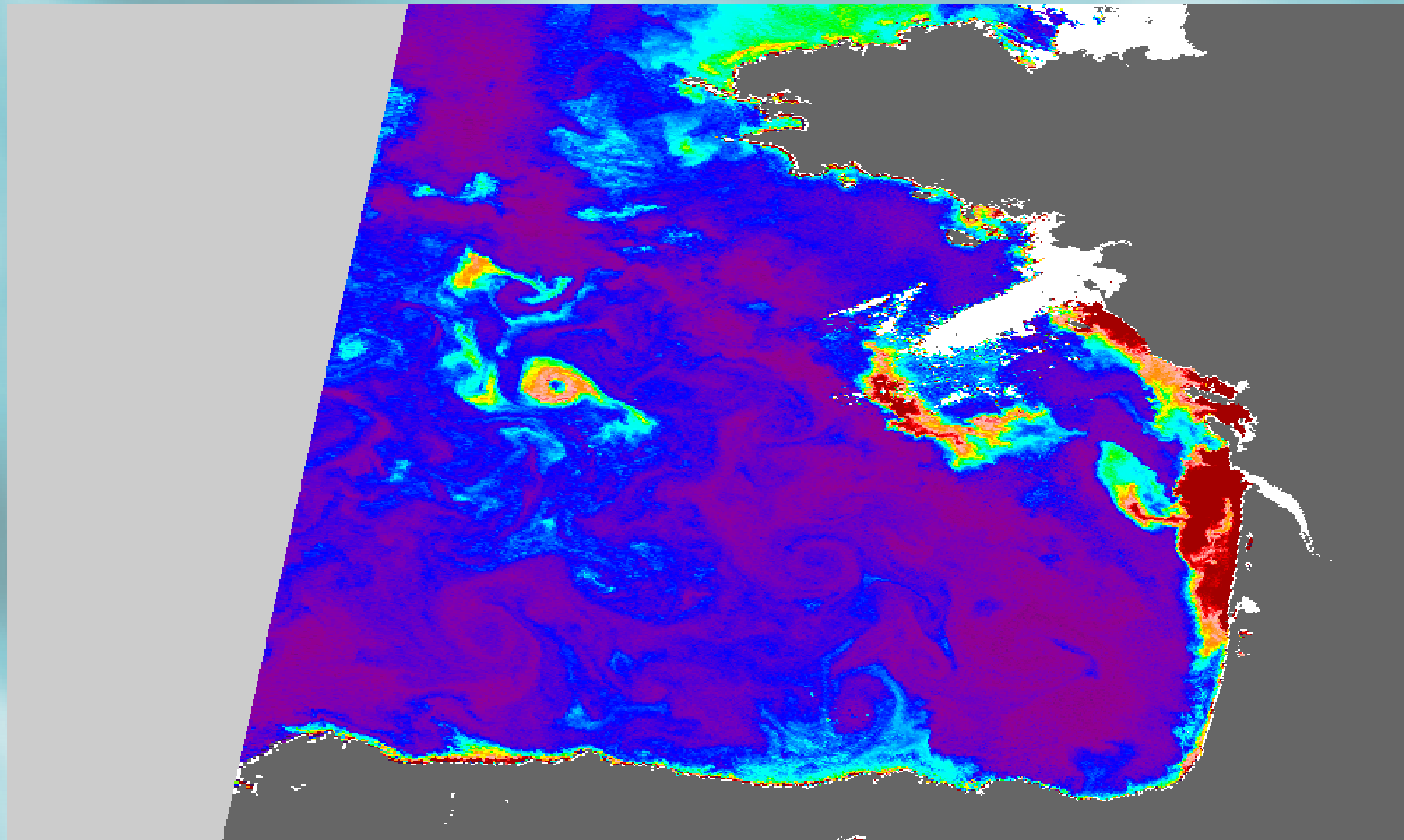


Обработка SeaWiFS 06.04.2003

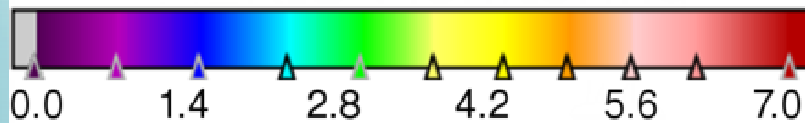


RGB composite

Обработка SeaWiFS 06.04.2003



tsm_nn,[mg/l]



Концентрации общей взвеси

Выводы

- Разработан новый алгоритм обработки данных MODIS и SeaWiFS для расчета концентраций хлорофилла и общей взвеси, основанный на нейронных сетях. Точность алгоритма выше чем у других подобных алгоритмов;
- В целом распределения концентраций полученных разными алгоритмами похожи, но абсолютные значения различаются значительно. Что говорит о необходимости применения нашего алгоритма;
- Различия между результатами обработки данных SeaWiFS и MODIS за одно и тоже время довольно высоки для нашего алгоритма. Это вызвано чувствительностью ко всем 6 каналам;
- Концентрации общей взвеси в областях развития кокколитов / кокколитофор определяются с ошибкой. Но эти данные можно использовать при тематическом анализе космоснимков.

Спасибо за внимание!