

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИООПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ В БЕЛОМ МОРЕ

Новигатский А.Н.* , Горюнова Н.В.** , Буренков В.И.* , Шевченко В.П.* ,
Кравчишина М.Д.* , Клювиткин А.А.* , Филиппов А.С.* , Политова Н.В.*

* *Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
117997, г. Москва, Нахимовский пр-т, 36.*

** *Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова.*

E-mail: novigatsky@gmail.com



Белое море принадлежит к бассейну Северного Ледовитого океана, условия в нем сходны с морями Арктики.



Взвесь является важным геохимическим и экологическим показателем состояния любой водной системы, в том числе и рек, т. к. здесь взвешенная форма является основной формой переноса вещества.

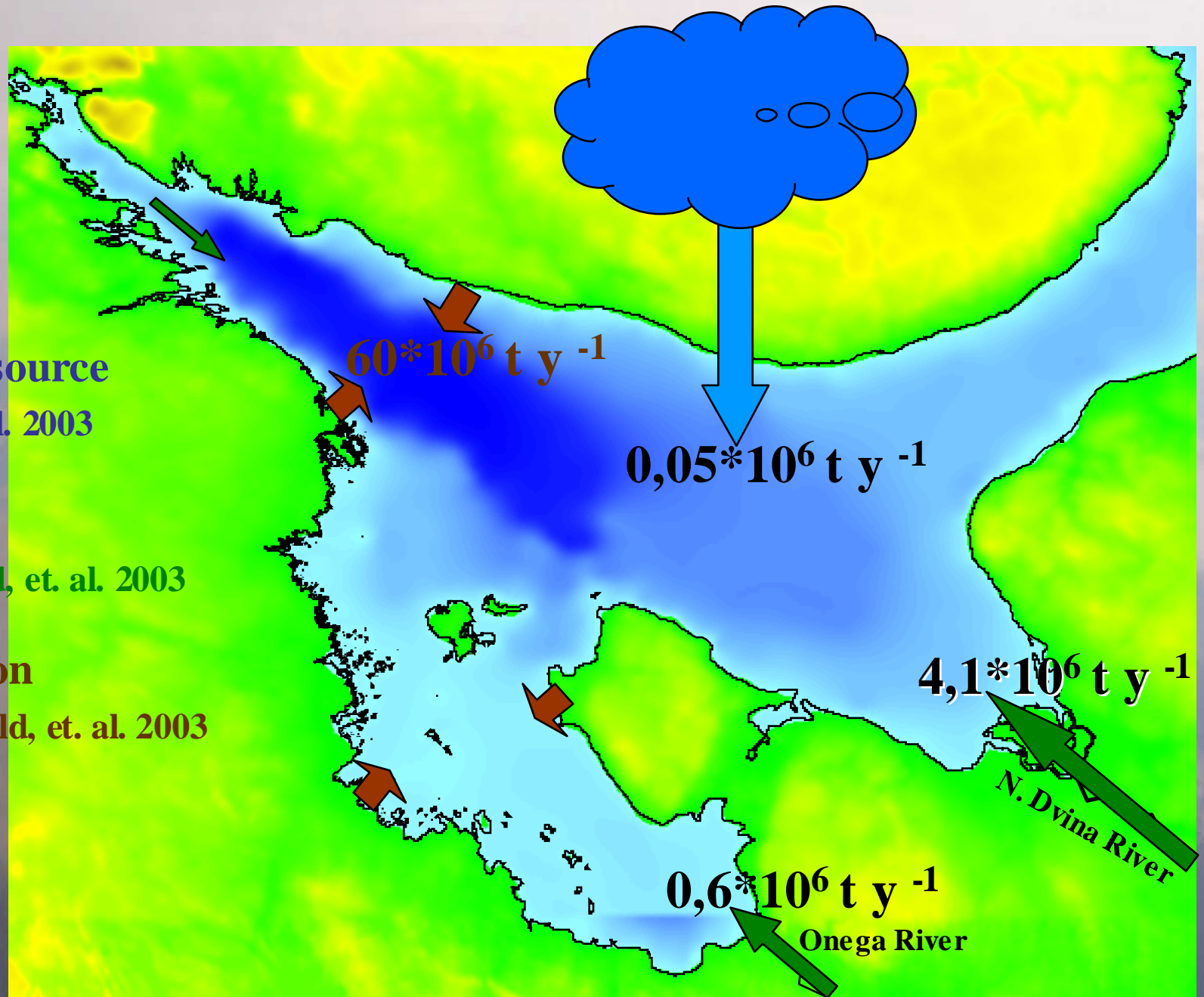
Пониженное или, наоборот, повышенное содержание взвеси в воде имеет непосредственное влияние на экологическое равновесие акватории.

Исследования взвешенного вещества в Белом море впервые были выполнены В.С. Медведевым и Н.М. Кривоносовой в 1964-1966 гг. (Медведев, Кривоносова, 1968; Медведев, 1972). В дальнейшем эти работы проводились в 1983 г. Н.А. Айбулатовым.

Начиная с 2001 года эти работы проводятся ежегодно в рамках проекта «Система Белого моря», руководитель академик А.П. Лисицын.

The main sources sedimentary matter in the White Sea

- Atmospheric source
 - Shevchenko, et. al. 2003
- River source
 - Gordeev, Rachold, et. al. 2003
- Coastal Erosion
 - Grigoriev, Rachold, et. al. 2003



Методы определения концентрации взвеси в воде:

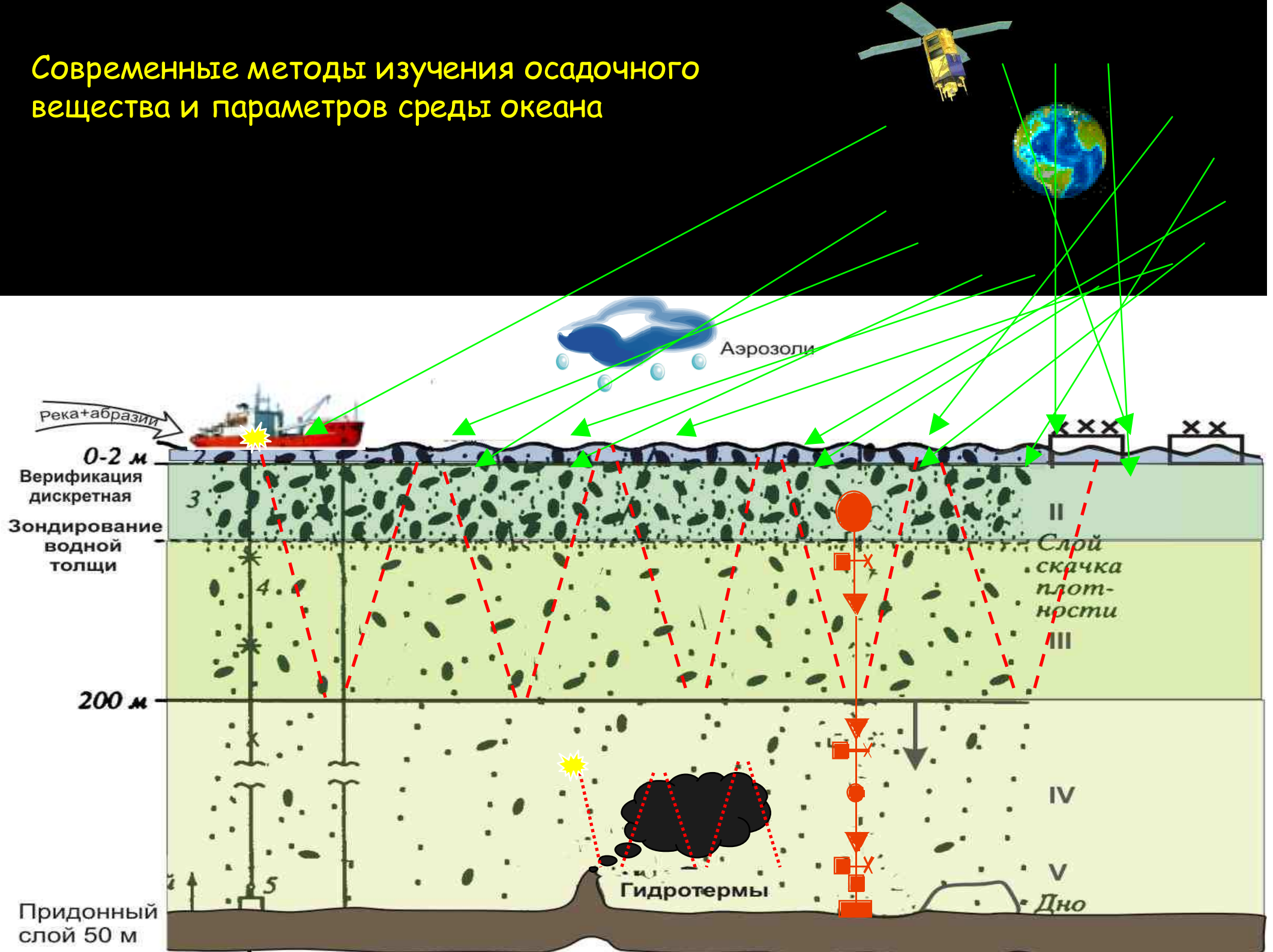
Прямые

1. мембранная ультрафильтрация
2. сепарация
3. анализ взвеси счетчиком Коултера

Косвенные

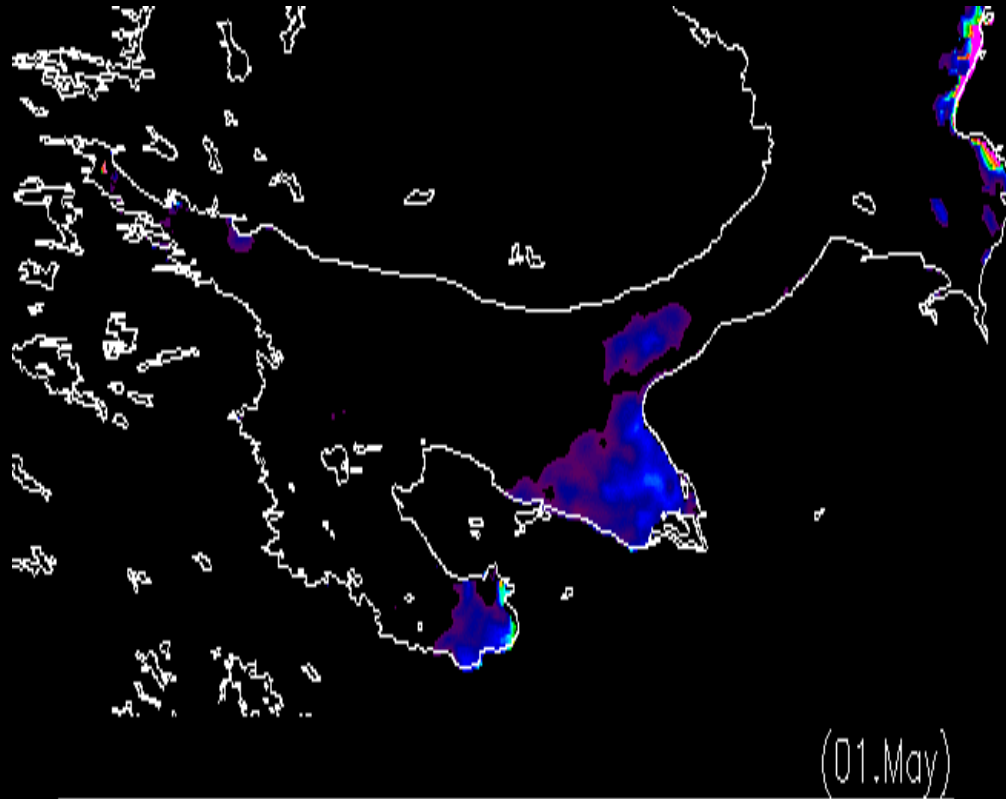
1. диск Секки
2. гидрооптическое зондирование
3. спутниковые наблюдения

Современные методы изучения осадочного вещества и параметров среды океана



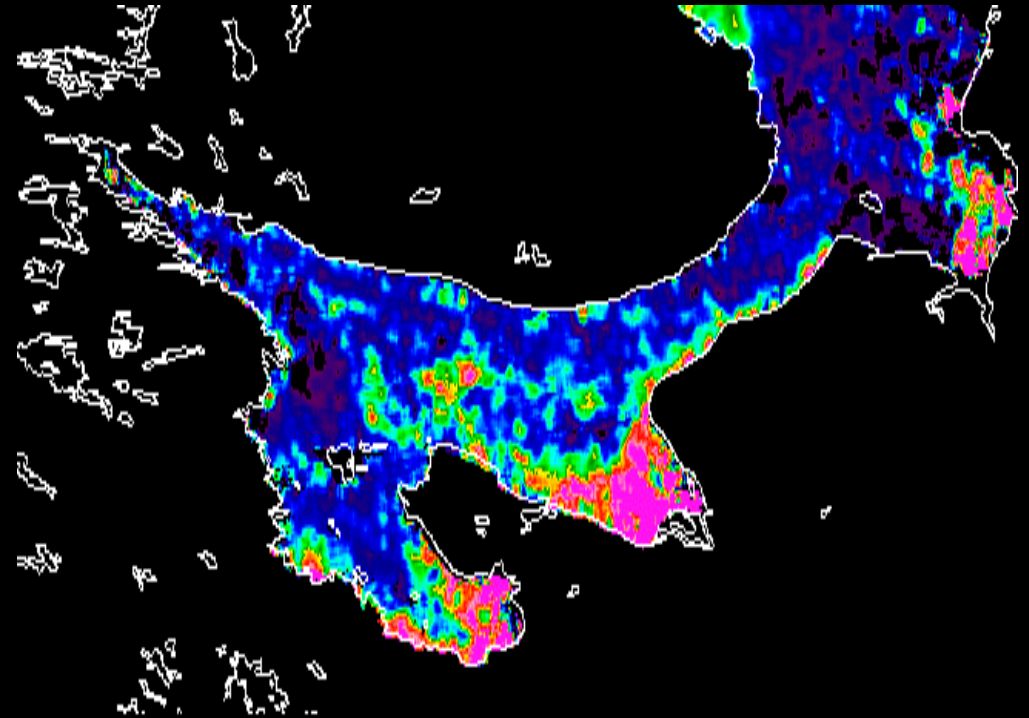
Осреднение распределения температуры и содержания хлорофилла в Белом море за период с 1998 по 2005 гг. (данные спутника SeaWiFS)

Температура (sst, °C)

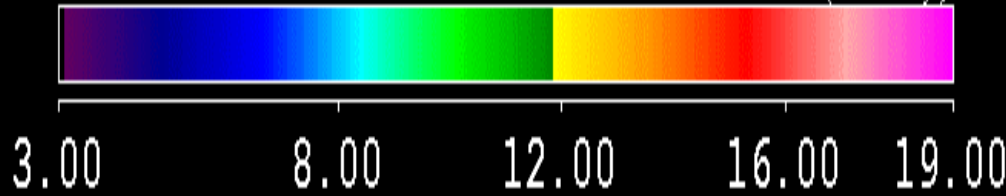


(01.May)

Хлорофилл «а» (chl, mkg/l)



(01.May)



Алгоритмы определения биооптических параметров по спутниковым данным

Для построения карт распределения биооптических параметров в Белом море использовались алгоритмы, разработанные в ИО РАН.

По данным измерений содержания взвешенного вещества, проводившихся одновременно с оптическими наблюдениями, рассчитано уравнение регрессии, позволяющее оценить по восстановленному значению bbp содержание взвеси (Буренков и др., 2001):

$$C_{взв} = 73.5 \text{ } bbp(550) + 0.016,$$

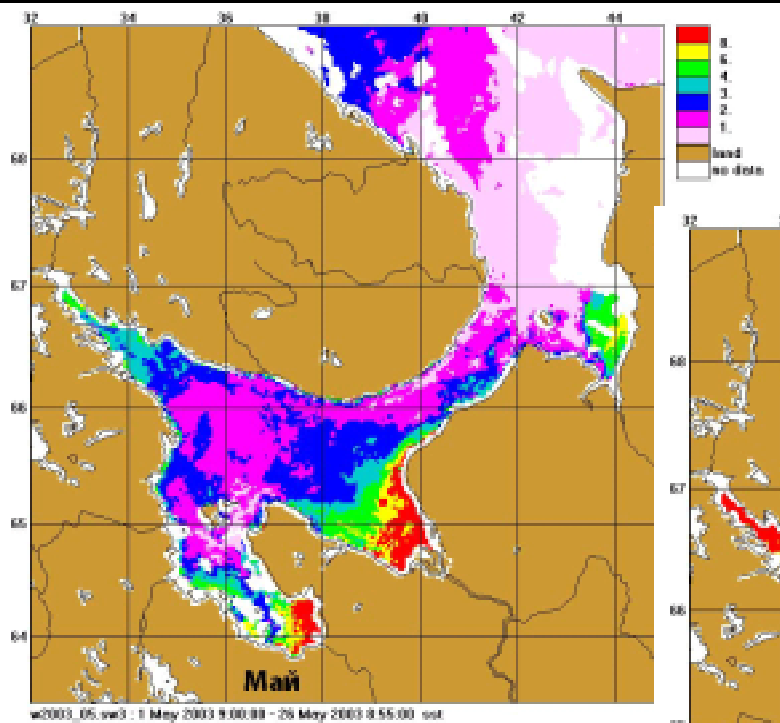
где bbp измеряется в m^{-1} , а $C_{взв}$ в мг/л. Средняя погрешность определения концентрации взвеси по этому уравнению составляет 30%.

При исследованиях в Белом море использовался региональный алгоритм для оценки содержания хлорофилла "а" для Баренцева моря. По полученным данным рассчитано уравнение регрессии между содержанием хлорофилла $C_{хл}$ и отношением нормализованных яркостей $LWN(510)/LWN(555)$ для спектральных каналов SeaWiFS 510 и 555 нм, где рассчитанные нормализованные яркости $LWN(\lambda)$ совпадают с измеренными *in situ* с приемлемой точностью (Kopelevich et al., 2001):

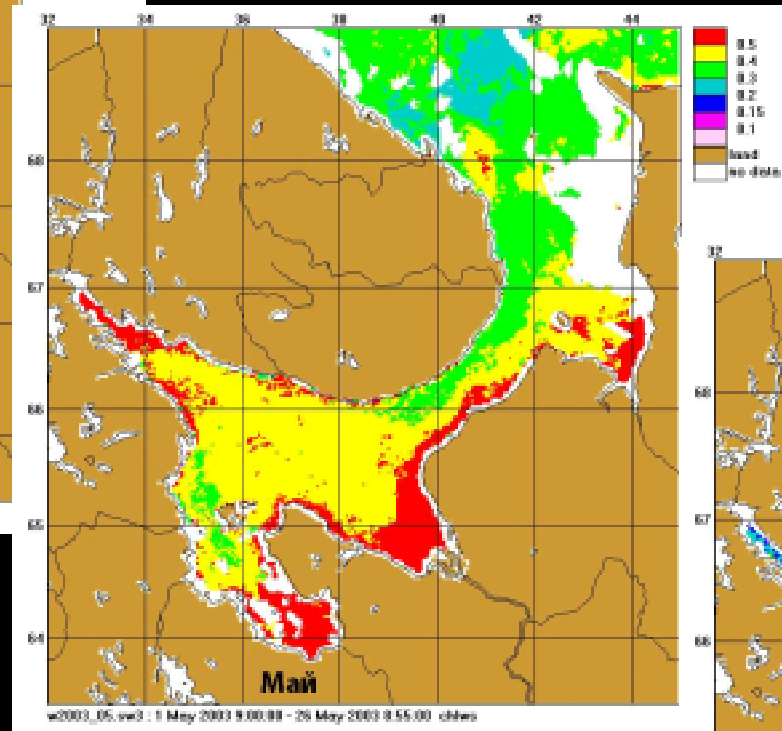
$$C_{хл} = 0.34 [LWN(510)/LWN(555)]^{-1.39}$$

Сезонное осреднение параметров в Белом море за 2003 г. (данные спутника Aqua-MODIS)

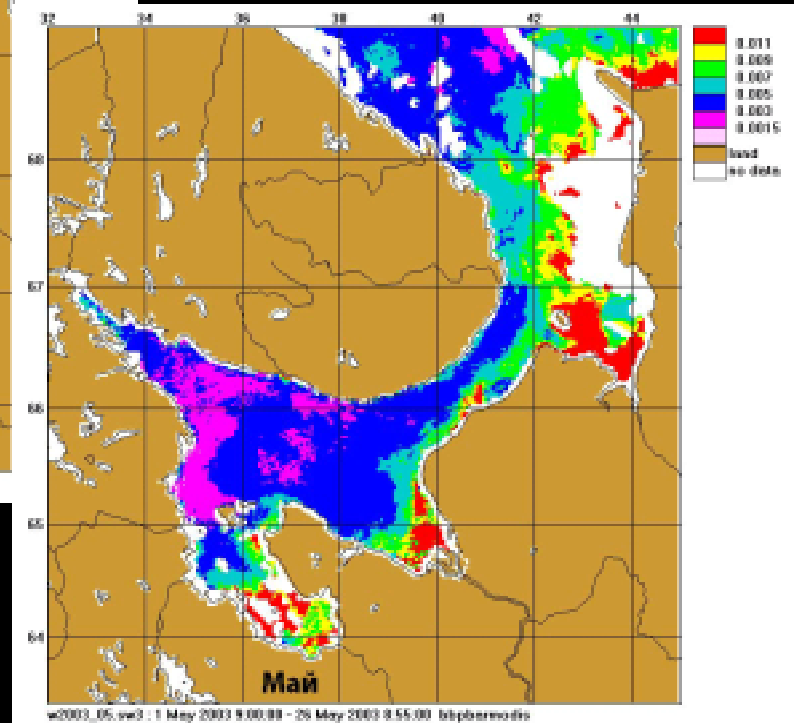
Температура (sst)



Хлорофилл (chl)



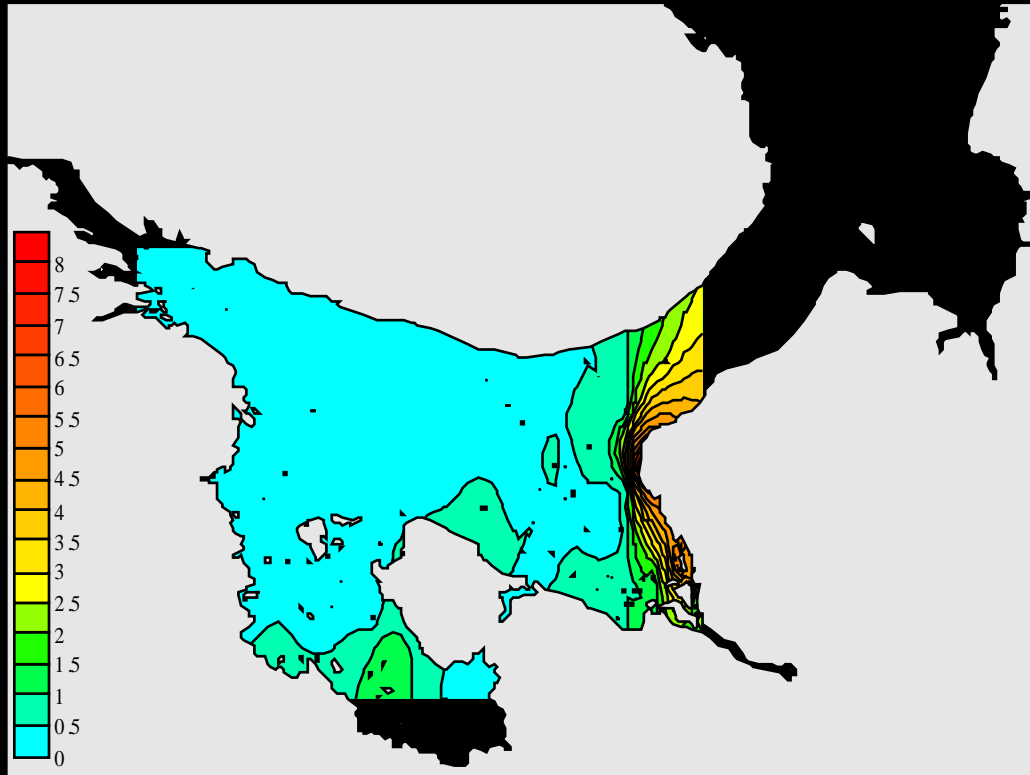
Распределение коэффициента обратного рассеяния (bbr)



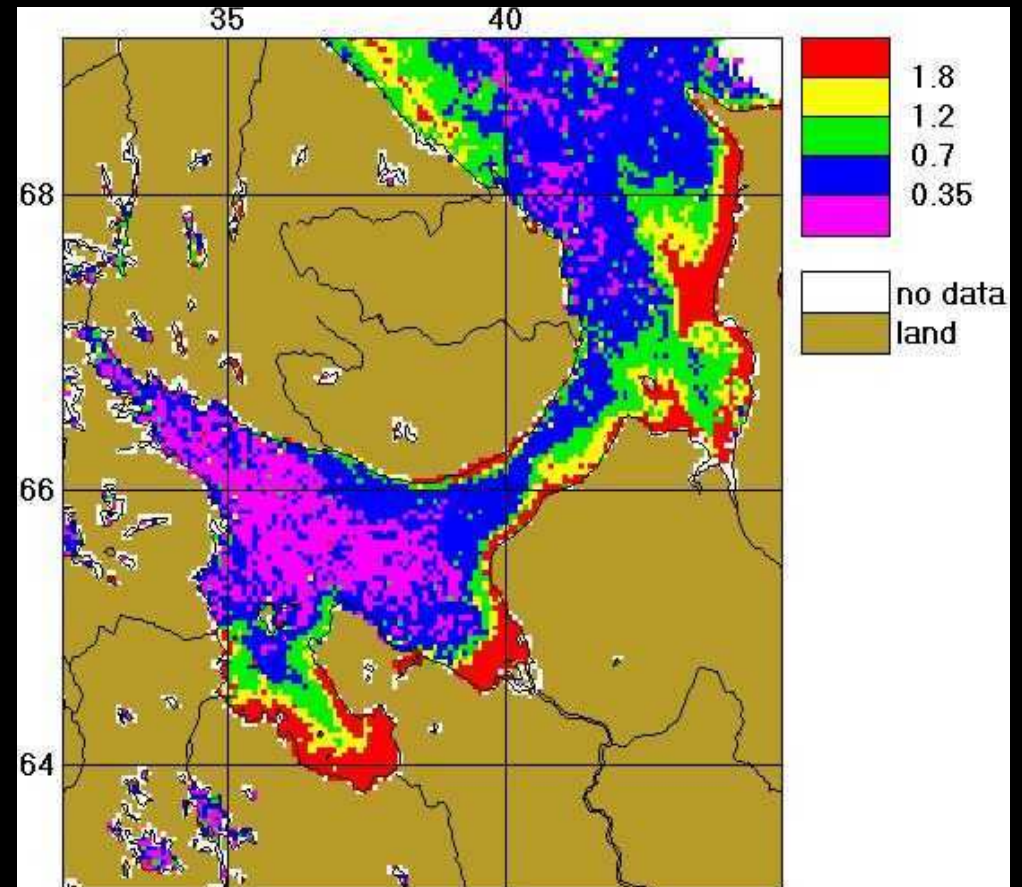
Распределение величин в августе 2001 г.:

- а) концентрации взвеси (мг/л), полученной методом фильтрации,
б) распределения коэффициента обратного рассеяния b_{br} , (мг/л),
данные спутника MODIS-Aqua.

а)



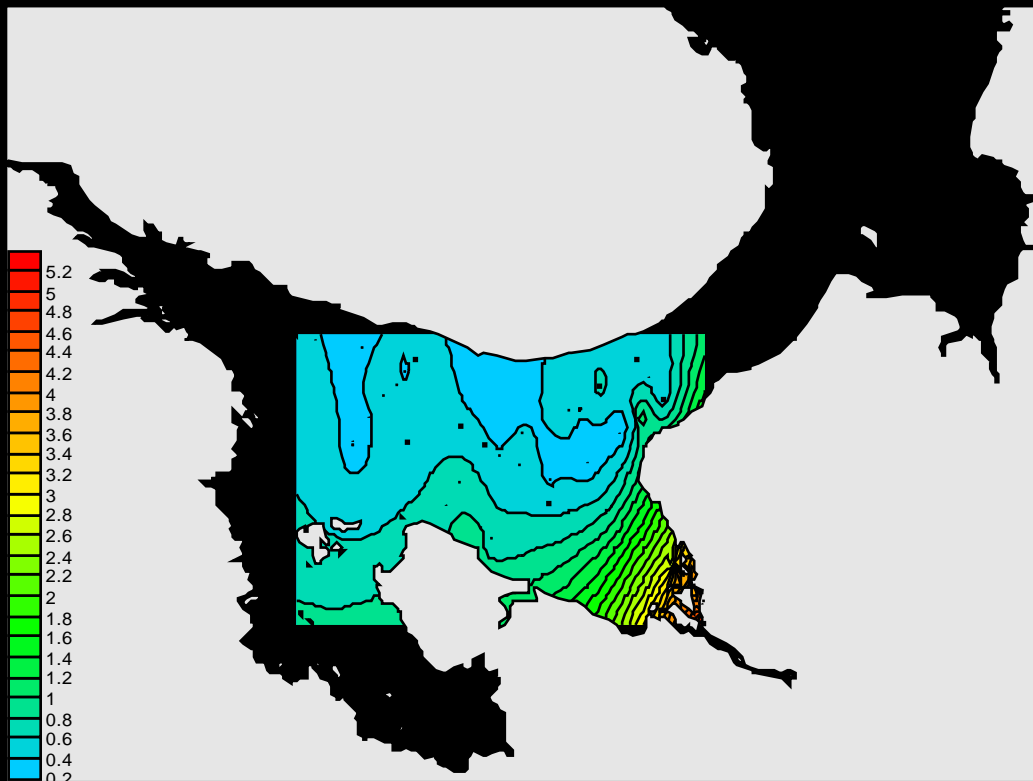
б)



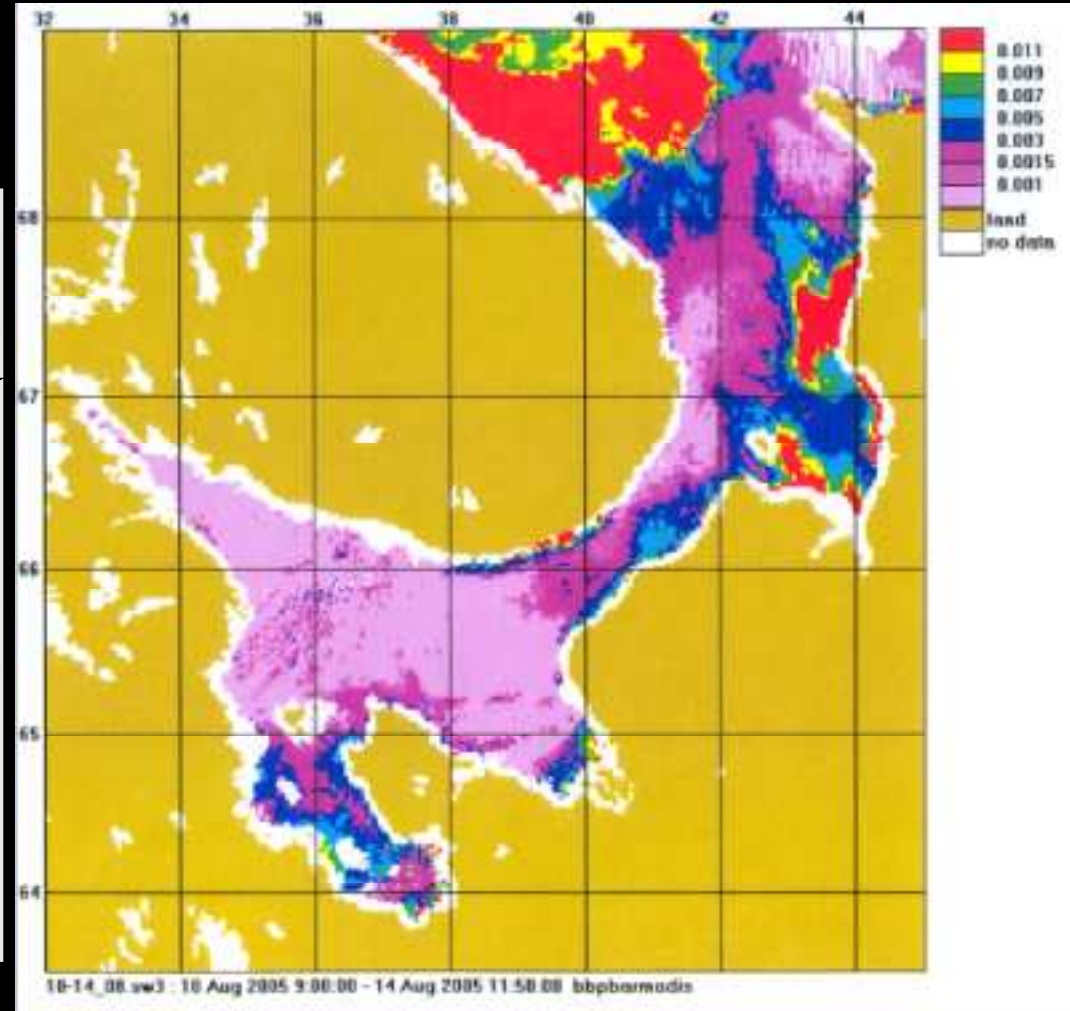
Распределение величин в августе 2005 г.:

- а) концентрации взвеси (мг/л), полученной методом фильтрации,
- б) распределения коэффициента обратного рассеяния bbp , данные спутника MODIS-Aqua.

а)



б)



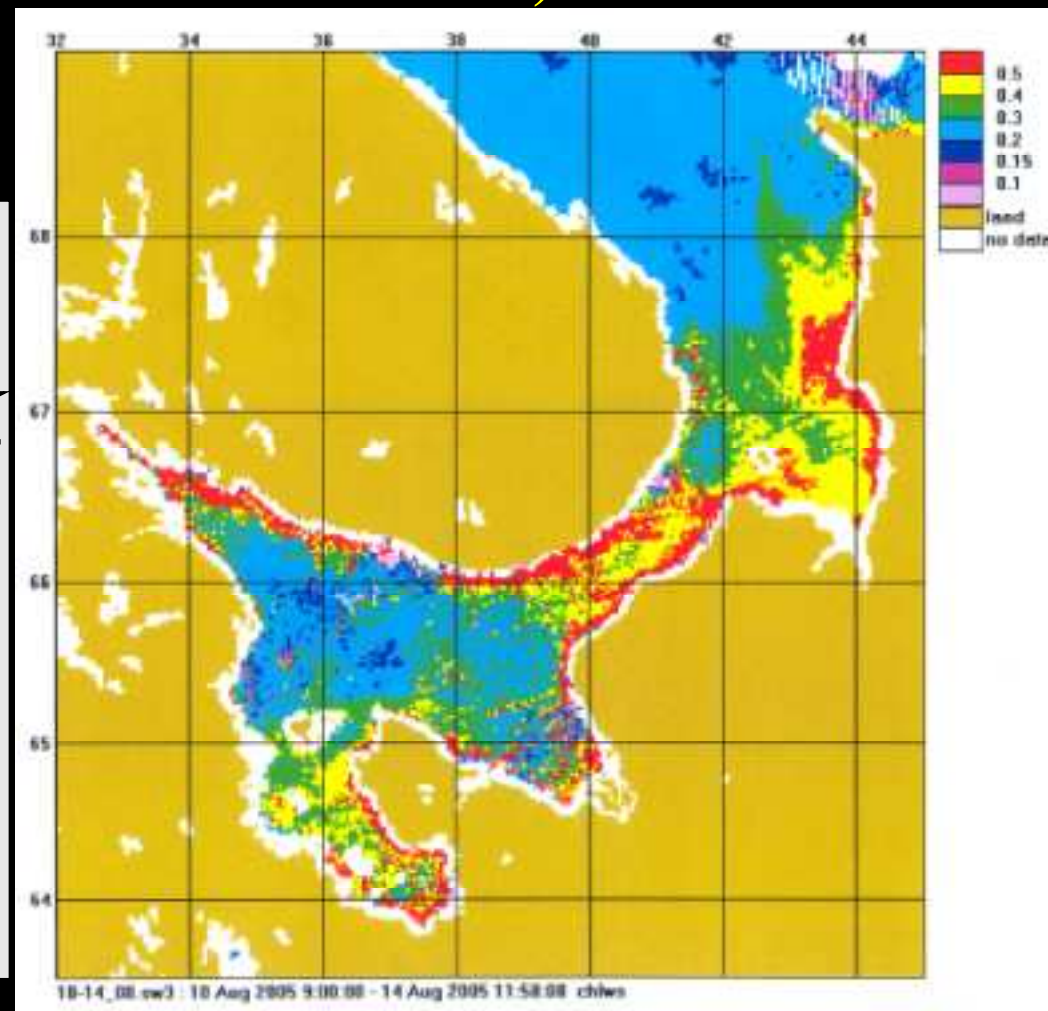
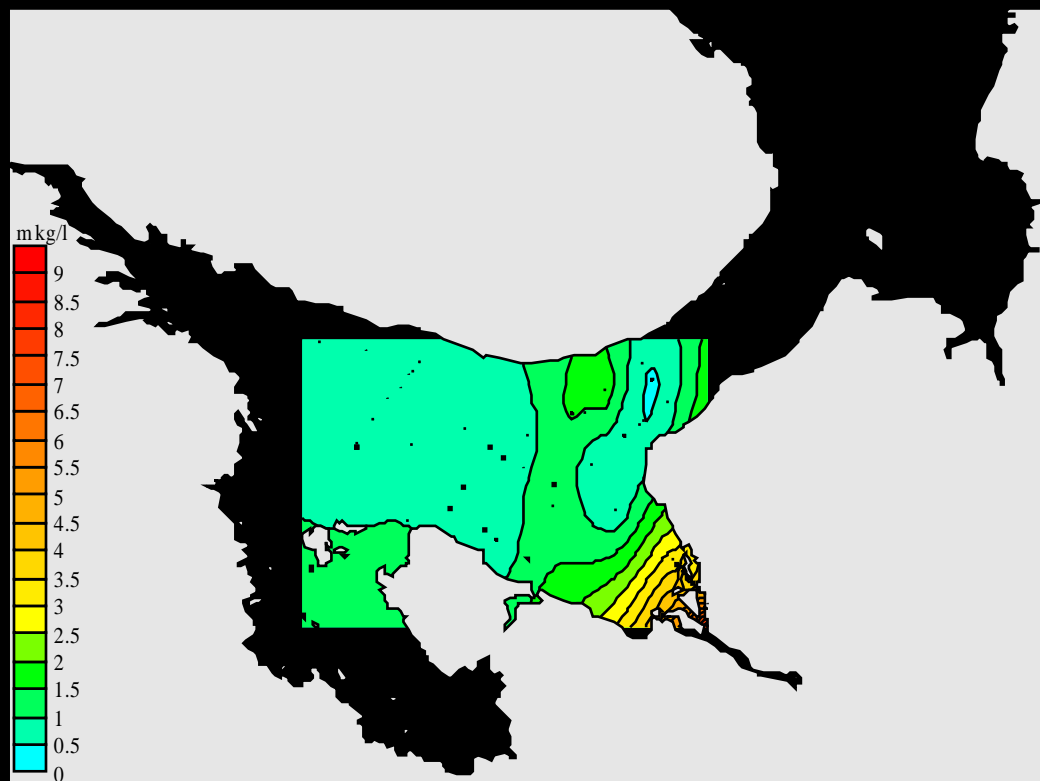
Распределение концентрации хлорофилла «а» в августе 2005 г.:

а) методом фильтрации (мкг/л),

б) данные спутника MODIS-Aqua (chl).

б)

а)



Параллельно с изучением взвеси методом фильтрации проводятся гидрооптические исследования, что дает возможность получить уравнения регрессии, которые связывают показатель ослабления света и содержание взвеси.

Белом море связь между показателем ослабления света и содержанием взвеси по результатам различных экспедиций.

Соответствующие уравнения регрессии имеют вид:

$$C_{взв} = 0.62 \varepsilon - 0.13$$

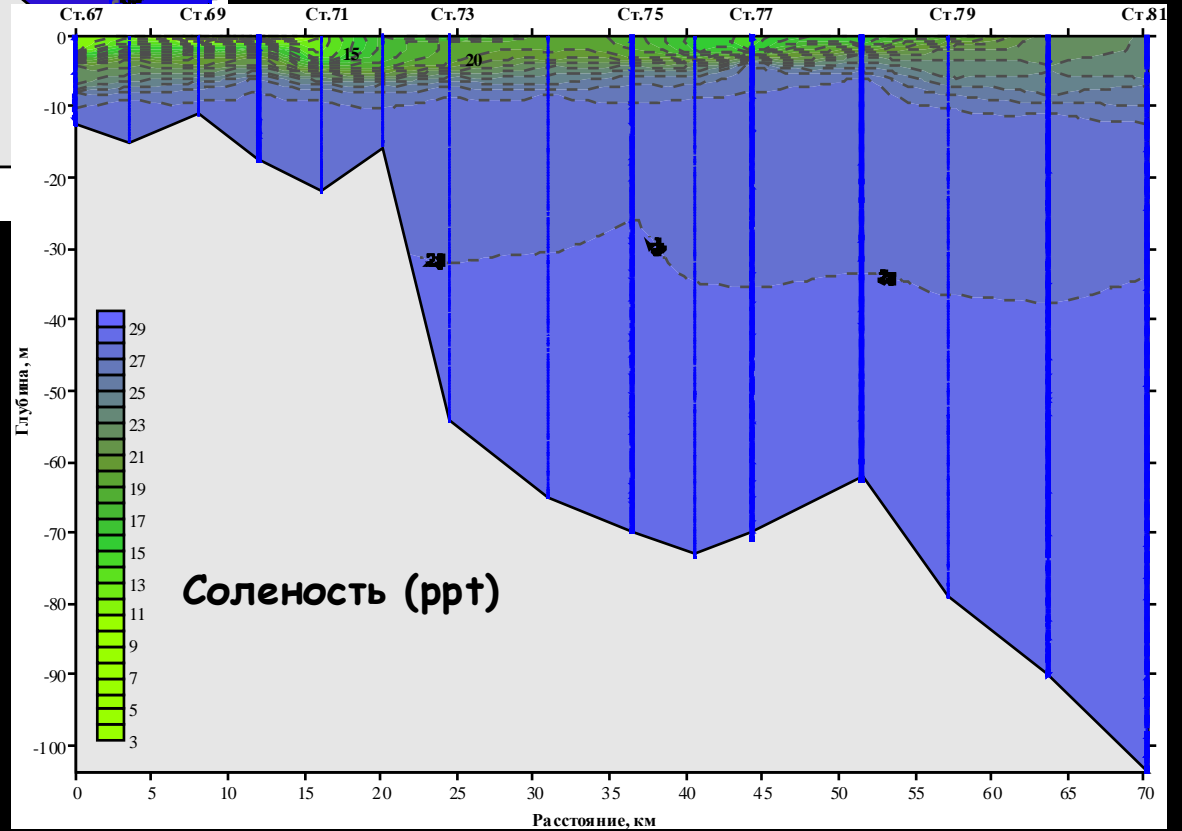
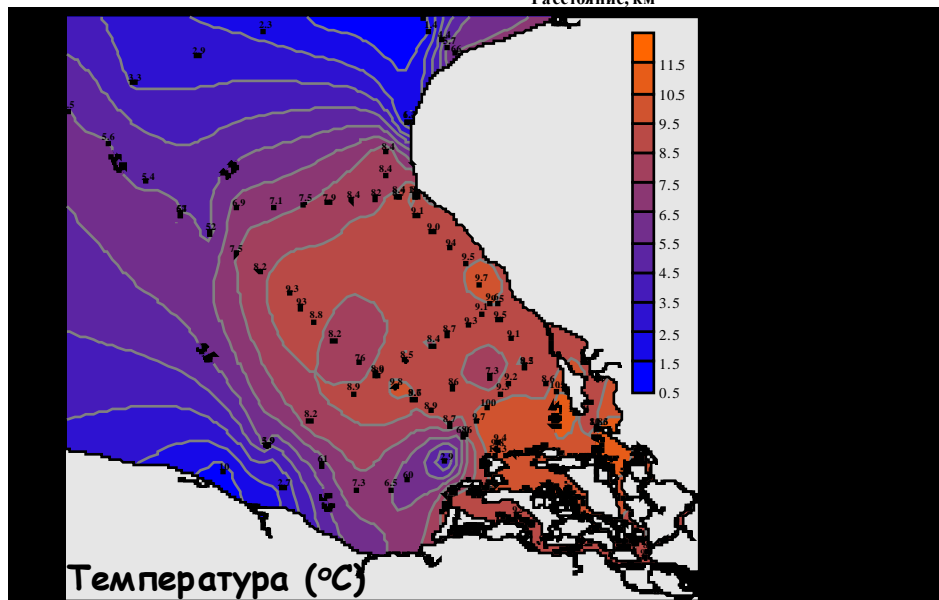
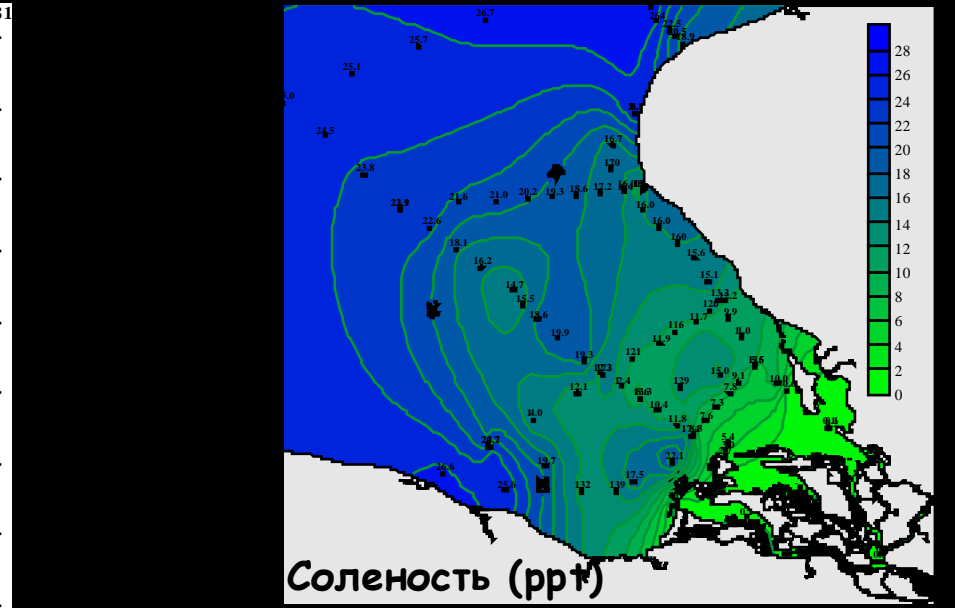
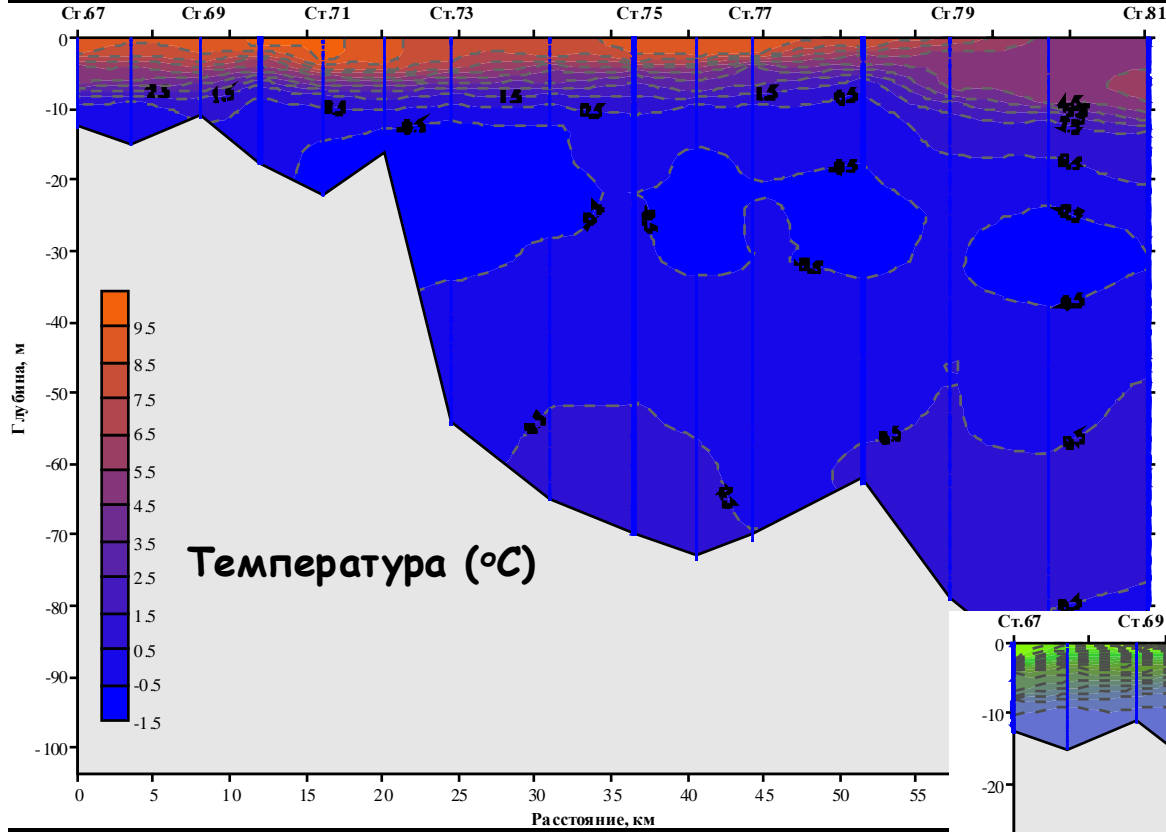
для экспедиции 2001 г. (коэффициент корреляции 0.84, число одновременных измерений показателя ослабления и содержания взвеси $n=56$) и

$$C_{взв} = 0.90 \varepsilon - 0.01$$

для экспедиции 2002 г. (коэффициент корреляции 0.88, $n=58$).

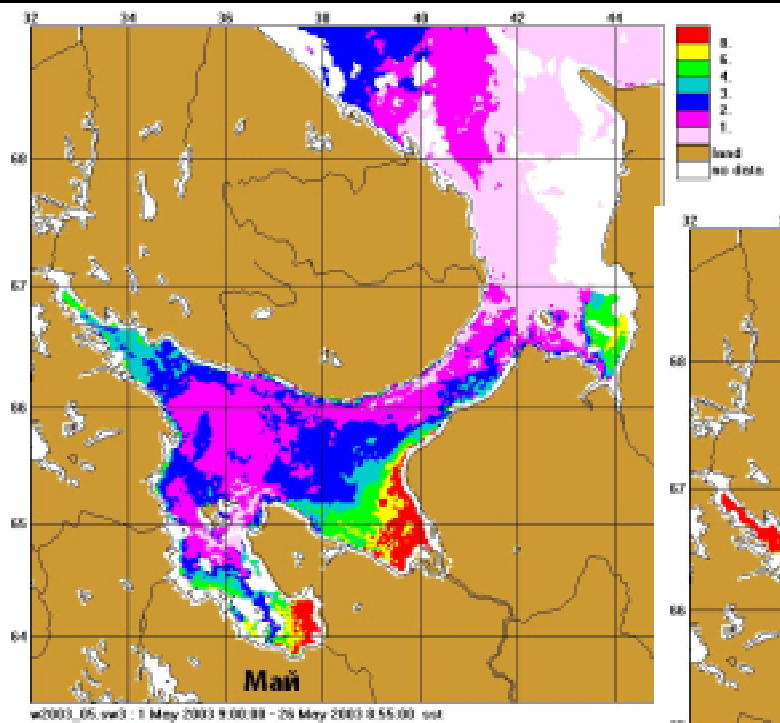
В обоих уравнениях содержание взвеси измеряется в мг/л, а показатель ослабления в m^{-1} . Причина наблюдаемых отличий может заключаться в том, что измерения в 2001 и 2002 гг. выполнялись в разные сезоны.

Распределение температуры и солёности на разрезе р. С. Двина - Бассейн, май-июнь 2006 г.

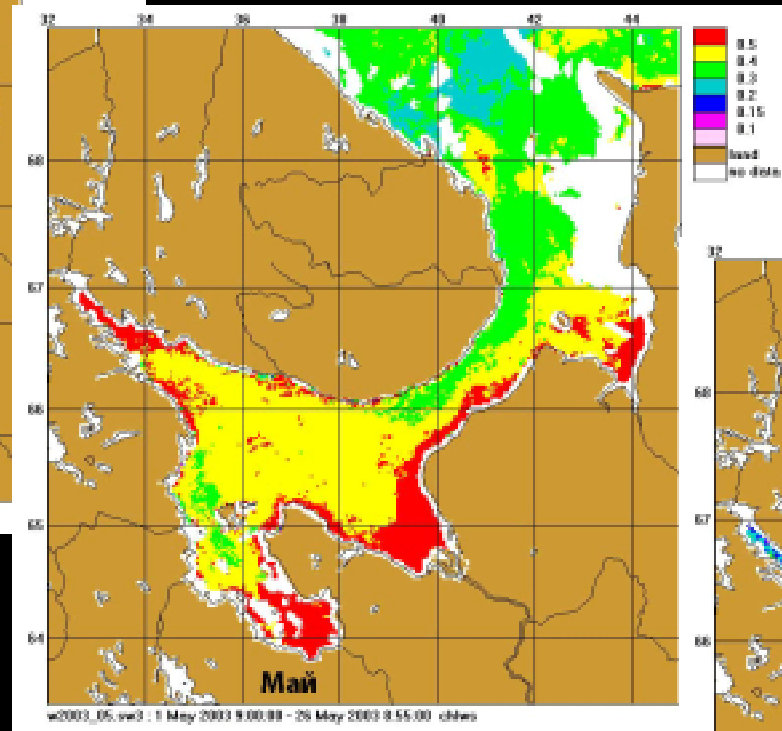


Сезонное осреднение параметров в Белом море за 2003 г. (данные спутника Aqua-MODIS)

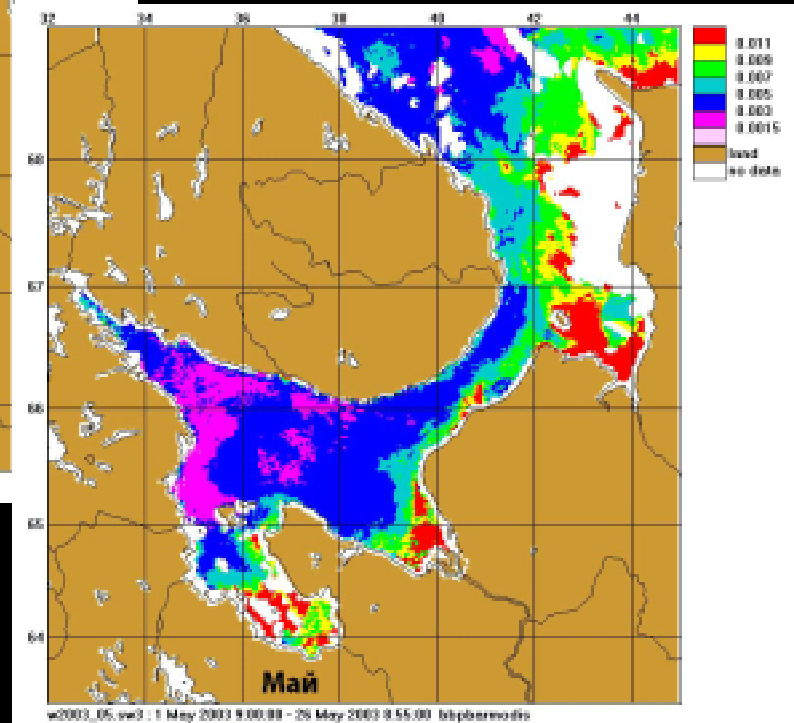
Температура (sst)



Хлорофилл (chl)

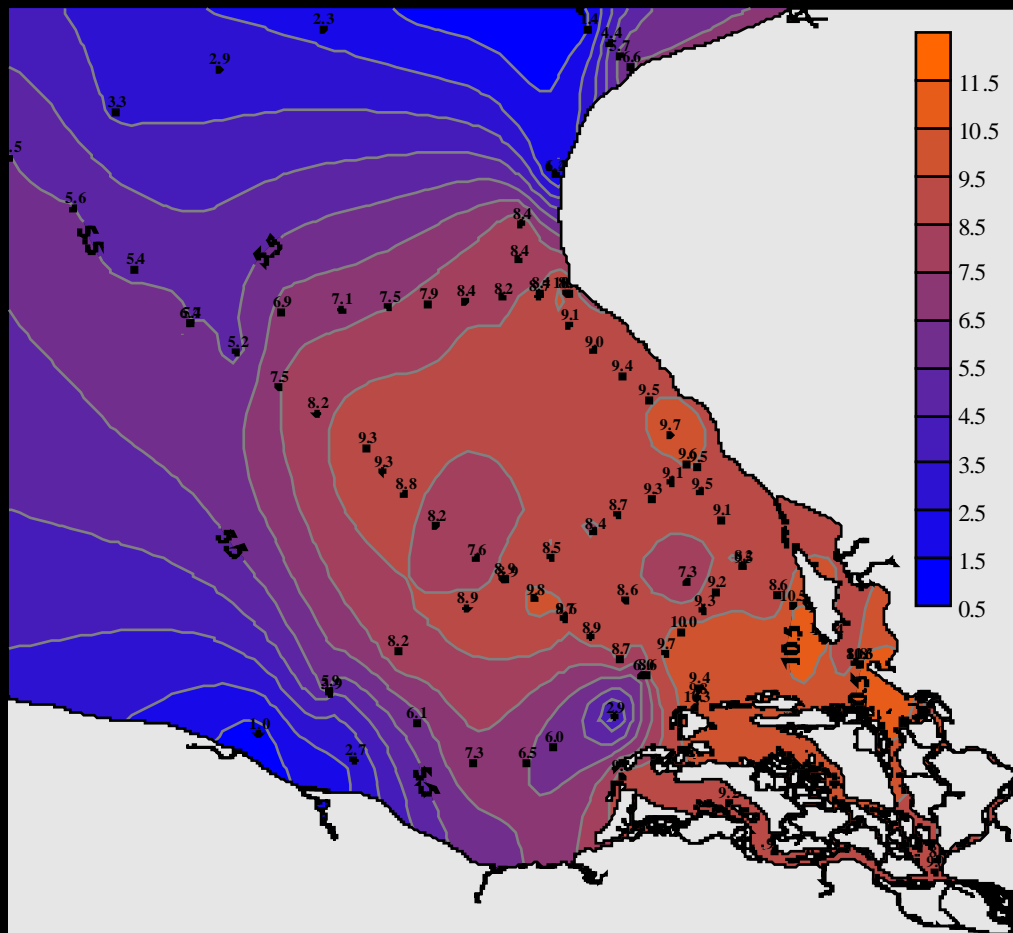


Распределение коэффициента обратного рассеяния (bbr)

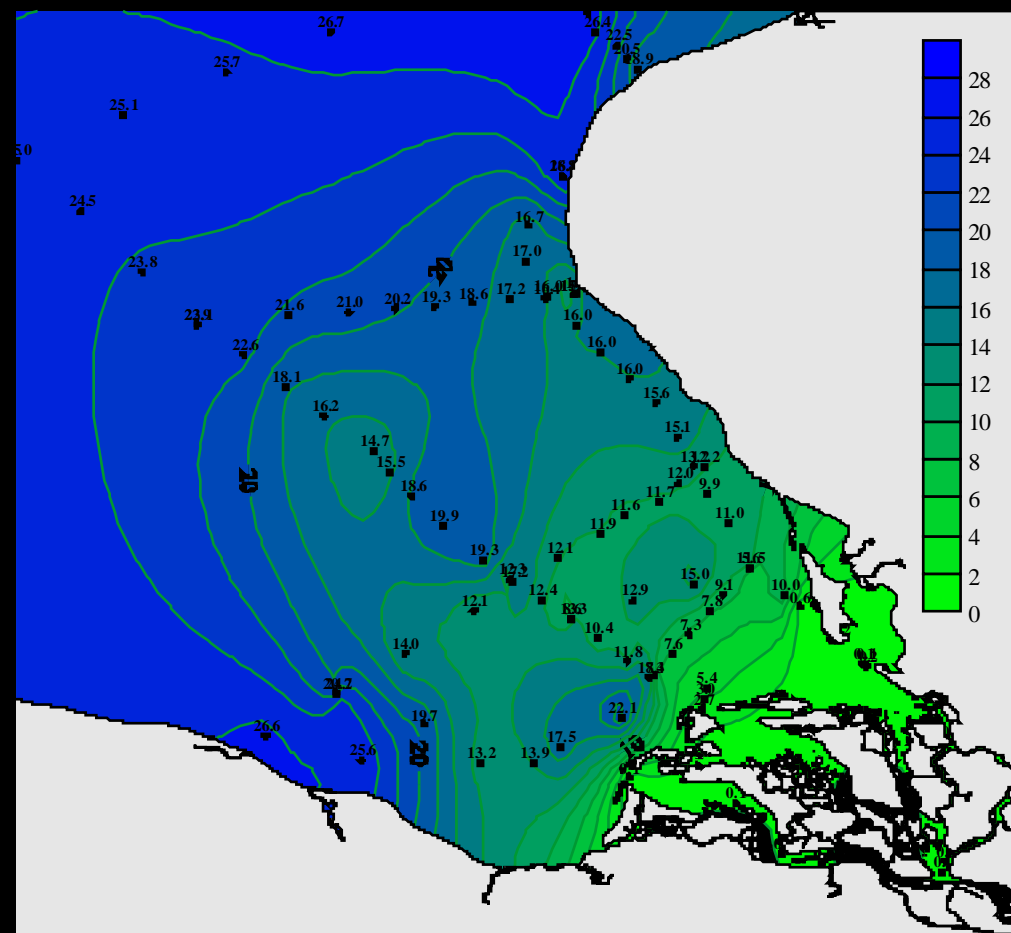


Распределение параметров на поверхности в Двинском заливе, май-июнь 2006 г.

Температура (°C)

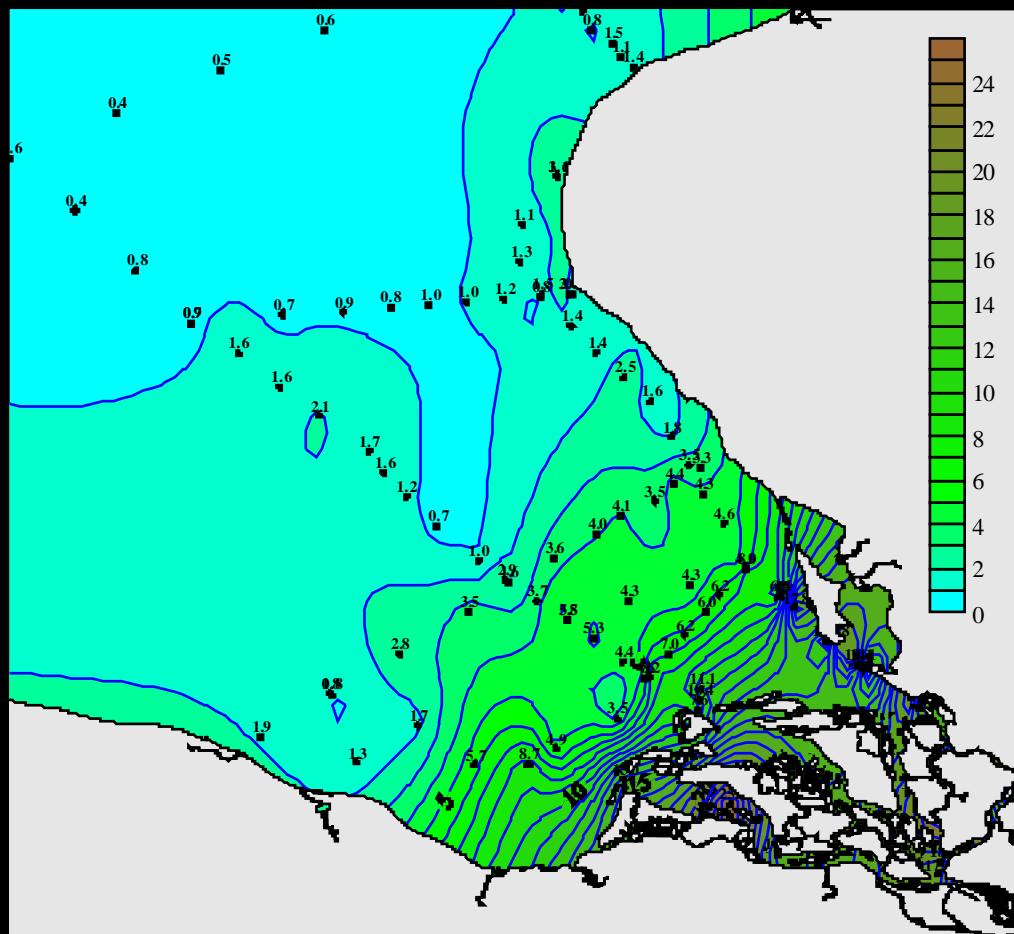


Соленость (ppt)

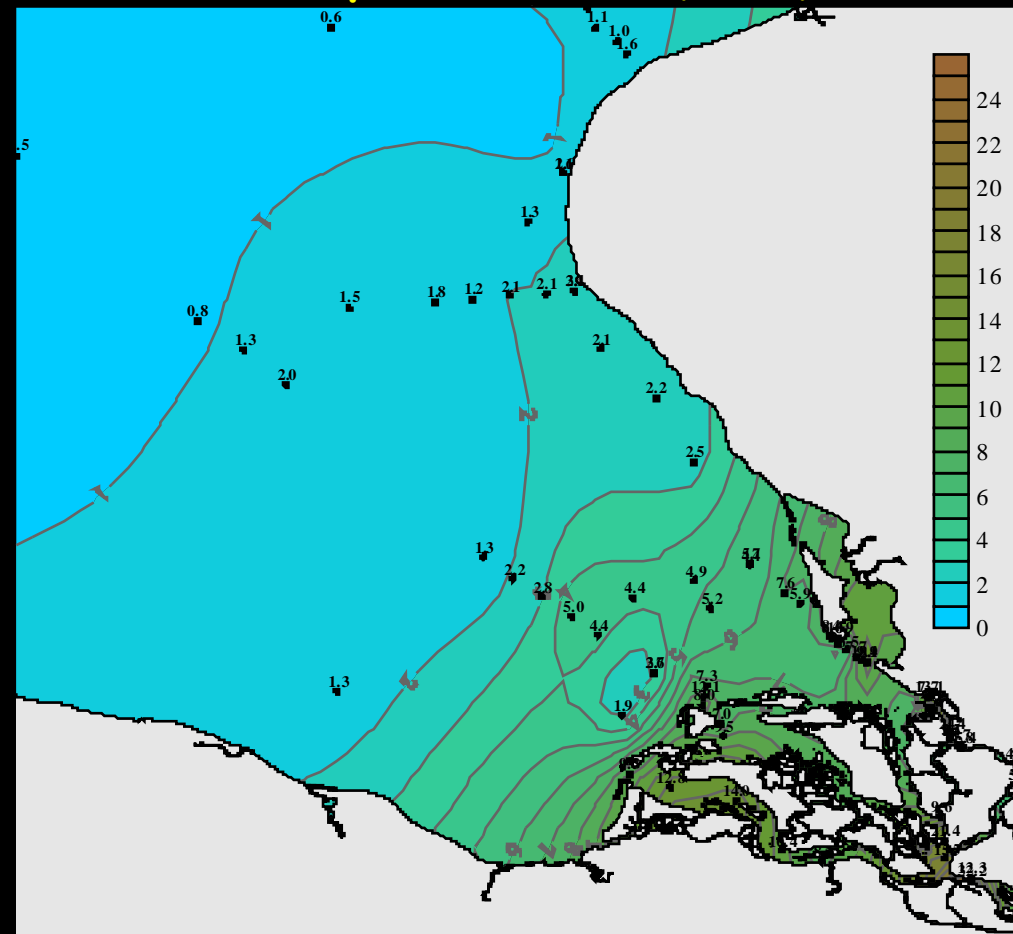


Распределение параметров на поверхности в Двинском заливе, май-июнь 2006 г.

Мутность (Ftu)



Концентрация взвеси (мг/л)



Принципиальная схема работы маргинального фильтра



play

Выводы:

1. Наши исследования показали, что подавляющая часть речных взвесей осаждается близ устьев рек в пределах изохалин $0 \div 20 \text{ ‰}$, где идет лавинное осаждение взвеси и осветление вод (маргинальный фильтр по Лисицыну, 1994).
2. Для вертикального распределения взвеси, также как и вод, характерно трехслойное расчленение: наличие главных максимумов взвеси на поверхности (над пикноклином) и у дна (нефелоидный слой).
3. Сочетание круглогодичных спутниковых наблюдений позволяет выявить закономерности изменения содержания взвеси, что открывает в дальнейшем возможности для круглогодичного спутникового оптического мониторинга и прогноза распределения взвеси для безледного времени.

Спасибо за внимание