

Пространственная изменчивость полей концентрации хлорофилла «А» по судовым измерениям и данным сканера цвета SeaWiFS



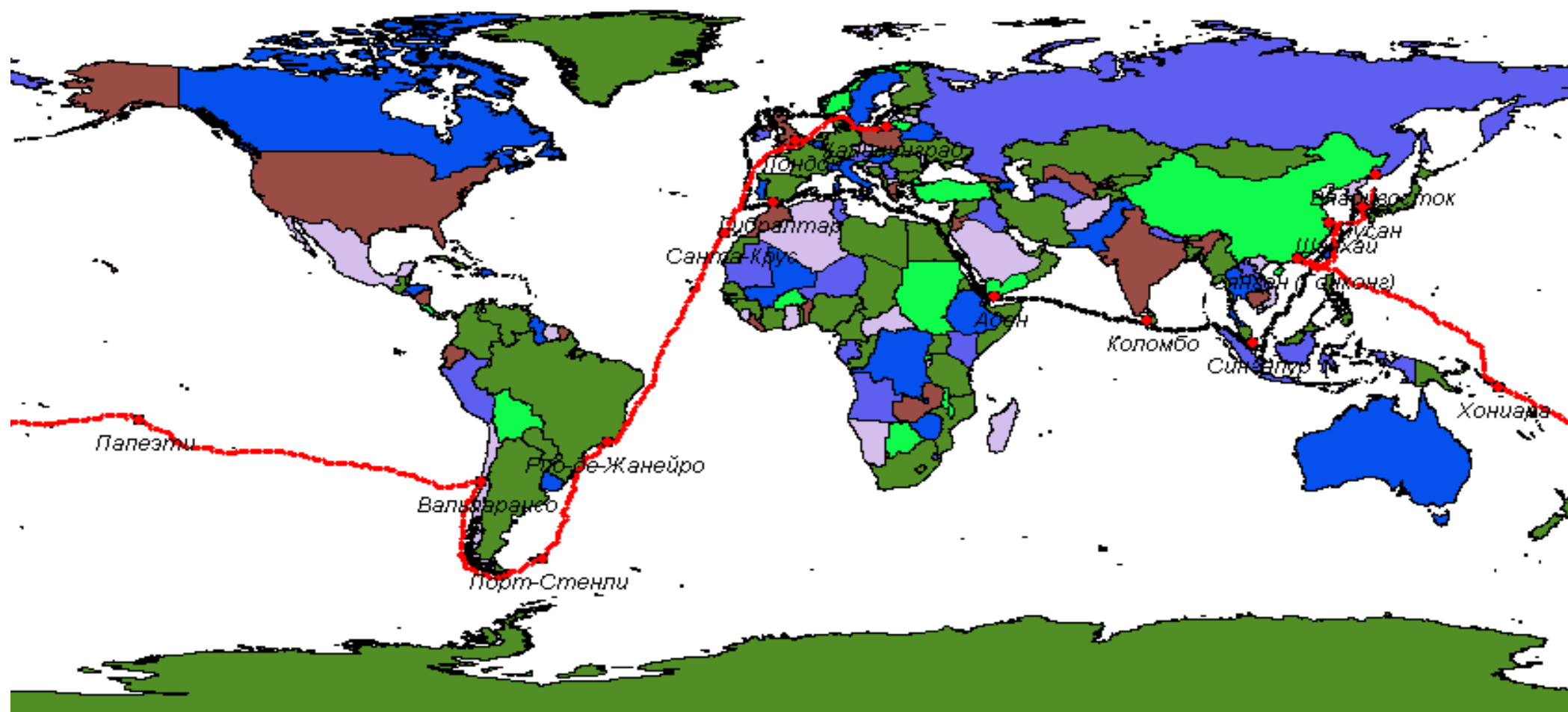
Буров Д.В., Пермяков М.С., Тархова Т.И.
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
ТОИ ДВО РАН, Владивосток

burov@msun.ru, permyakov@poi.dvo.ru

Цели и задачи настоящей работы

Получение статистических характеристик пространственной изменчивости гидрологических и гидрофизических параметров верхнего слоя океана в широком диапазоне географических и гидрологических условий Мирового океана. Были использованы уникальные данные комплексных судовых измерений температуры и солености воды, спектров лазерной индуцированной флюоресценции, полученных в ходе экспедиций на парусном учебном судне «Надежда» в различных районах Мирового океана в ходе кругосветного плавания 2003-2004 годов.

Маршрут кругосветной экспедиции на ПУС “Надежда” в 2003 – 2004 гг.



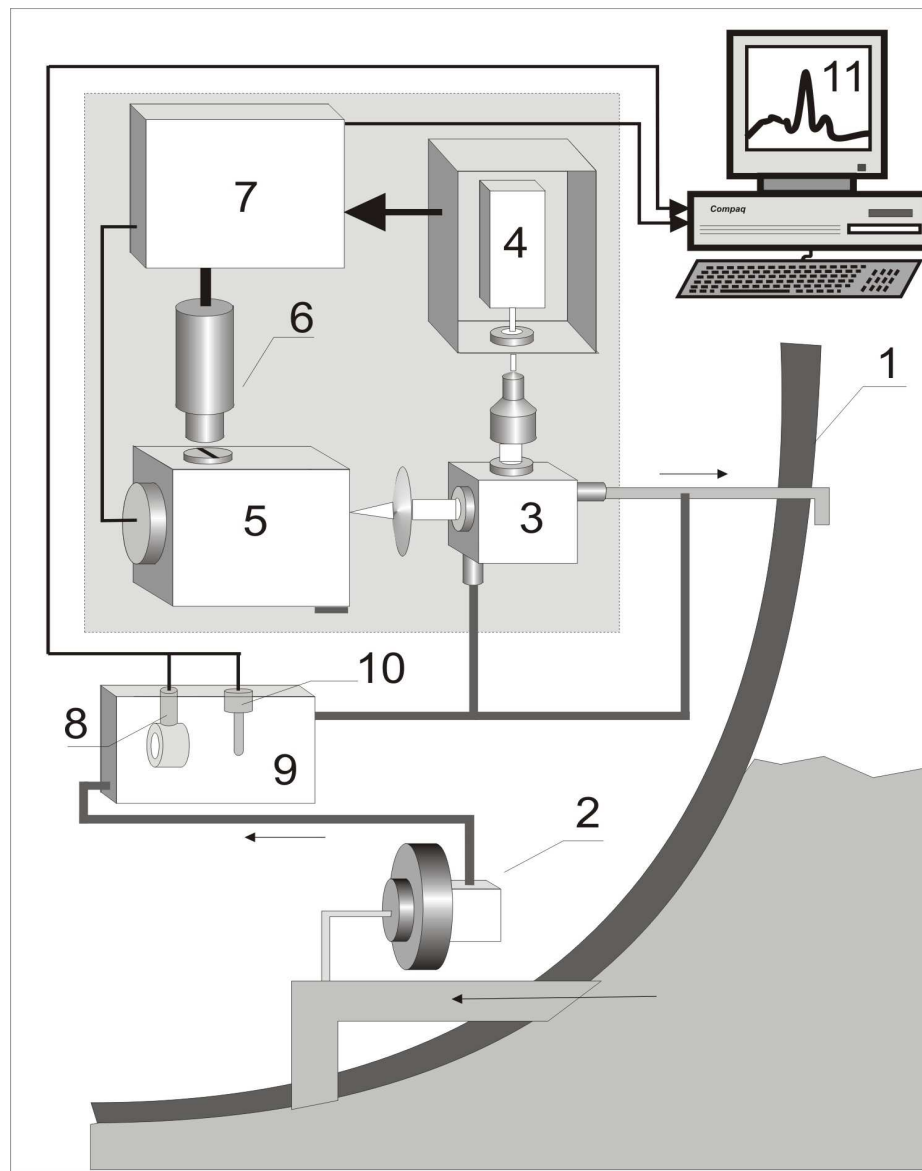
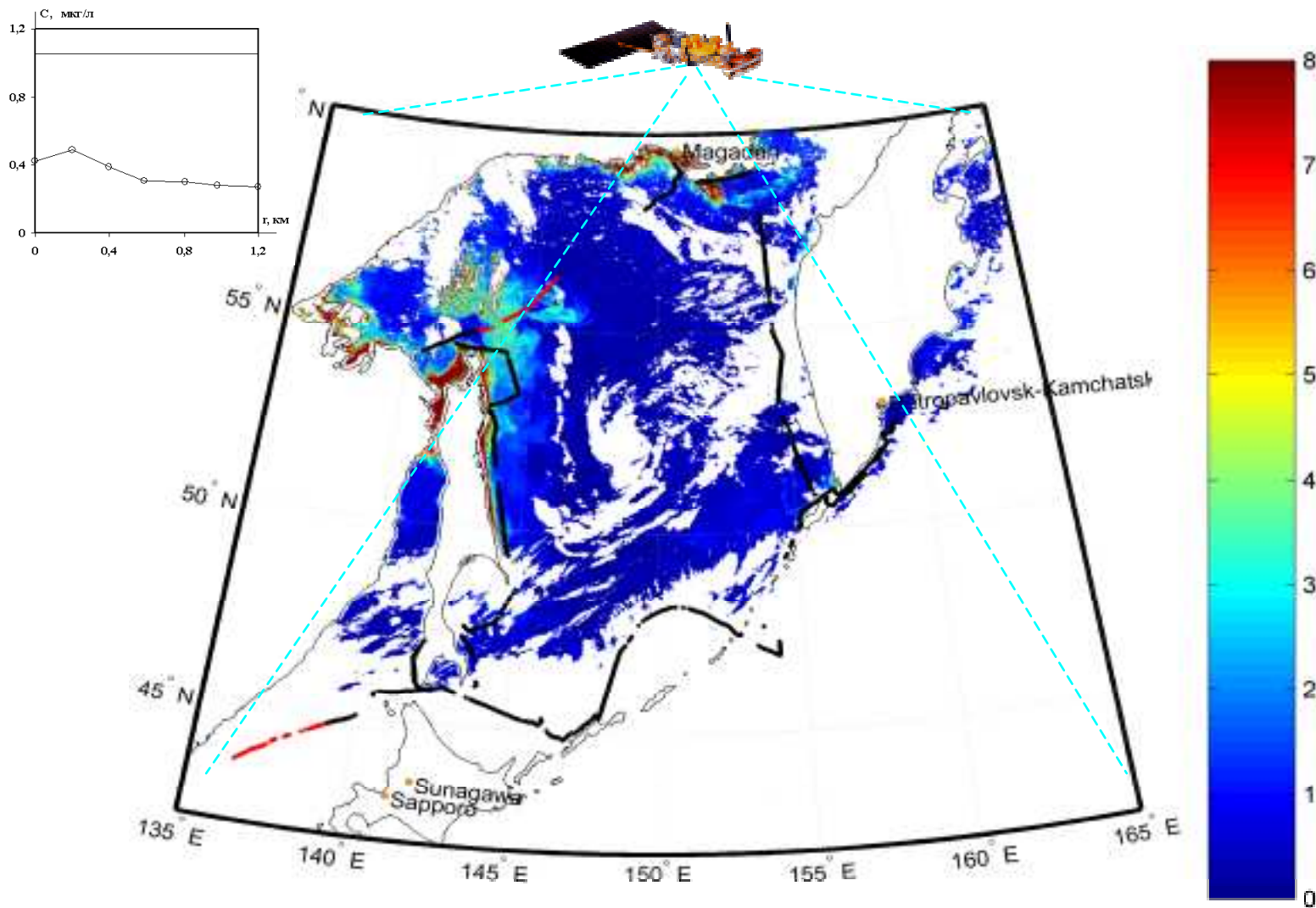


Схема расположения проточного флуориметра на борту ПУС «Надежда»

1 – корпус судна; 2 – помпа для забора морской воды; 3 – оптическая кювета; 4 – Nd:YAG лазер; 5 – сканирующий монохроматор; 6 – фотоумножитель; 7 – усилители, ФЦП и модули управления шаговым двигателем; 8 – измеритель солености морской воды; 9 – проточная кювета; 10 – измеритель температуры морской воды; 11 – компьютер (служит для управления работой лазера, регистрирующей системы, а так же для сбора и накопления данных).



Распределение концентрации хлорофилла-а внутри одного пикселя изображения с SeaWiFS. Траектория движения парусного учебного судна “Надежда” наложенная на изображение пространственного распределения концентрации хлорофилла-а, полученного по данным сканера SeaWiFS за 27 августа 2001 года.

Биооптические алгоритмы восстановления концентрации хлорофилла «А» из данных активного и пассивного зондирования

Пассивное (спутниковое) зондирование:

Глобальные алгоритмы определения концентрации хлорофилла «А»

$$\text{OC2v4} \quad C_a = 10.0^{(0,319 - 2,336R_{2S} + 0,879R_{2S}^2 - 0,135R_{2S}^3)} - 0,071, \text{ где } R_{2S} = \log_{10} \left(\frac{Rrs(490)}{Rrs(555)} \right)$$

$$\text{OC4v4} \quad C_a = 10.0^{(0,366 - 3,067R_{4S} + 1,930R_{4S}^2 + 0,649R_{4S}^3 - 1,532R_{4S}^4)}, \text{ где } R_{4S} = \log_{10} \left(\frac{Rrs(443)}{Rrs(555)} > \frac{Rrs(490)}{Rrs(555)} > \frac{Rrs(510)}{Rrs(555)} \right)$$

Региональные алгоритмы определения концентрации хлорофилла «А»

$$\text{OC2_OS}_{490/555} : \quad C = 10.0^{-0,198 - 1,577 R_{2S}}$$

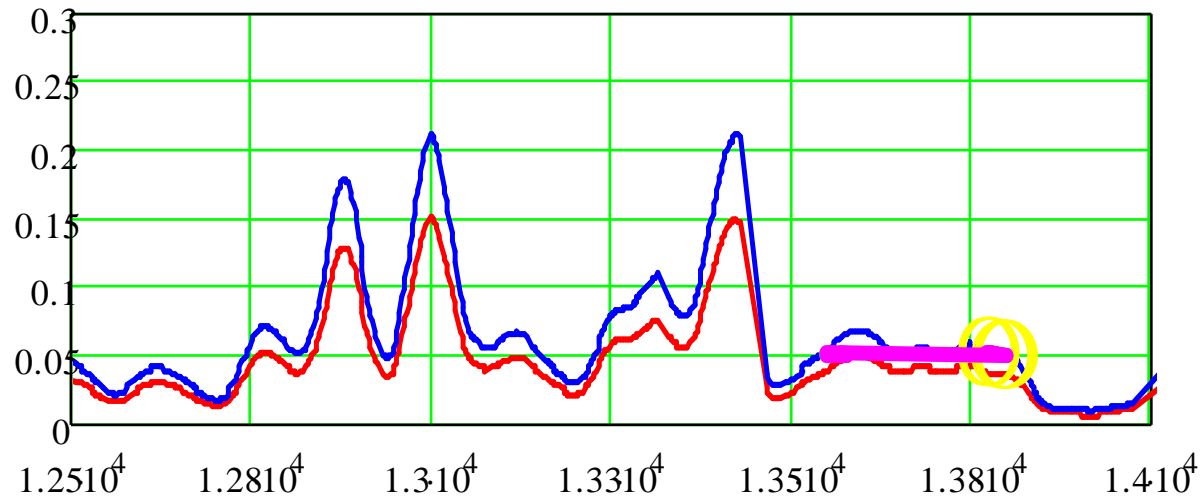
$$\text{OC4_OS} : \quad C = 10.0^{-0,272 - 2,343 R_{4S} + 1,969 R_{4S}^2}$$

Активное (лазерное) зондирование:

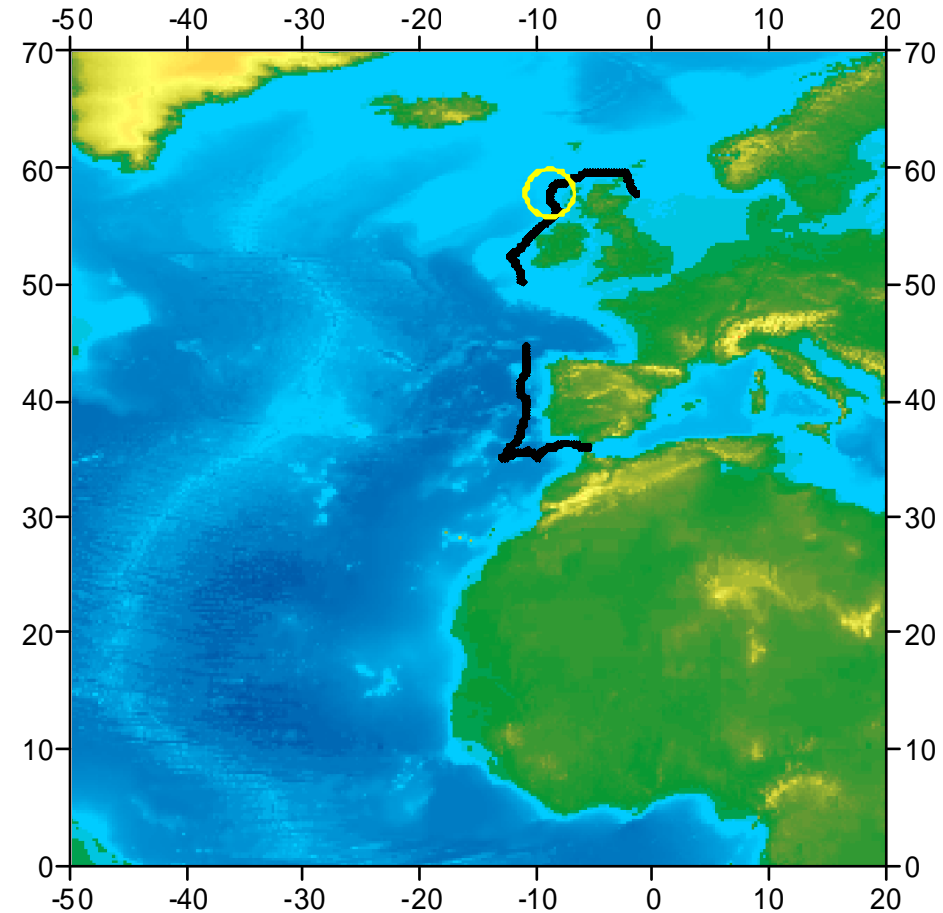
Алгоритм определения концентрации хлорофилла «А» методом ЛИФ (лазерно-индуцированной флуоресценции)

$$C_a = K \cdot \frac{I_{chl_a}(680)}{I_{\hat{E}D}(648)}$$

Статистический анализ судовых данных по температуре, солености и концентрации хлорофилла

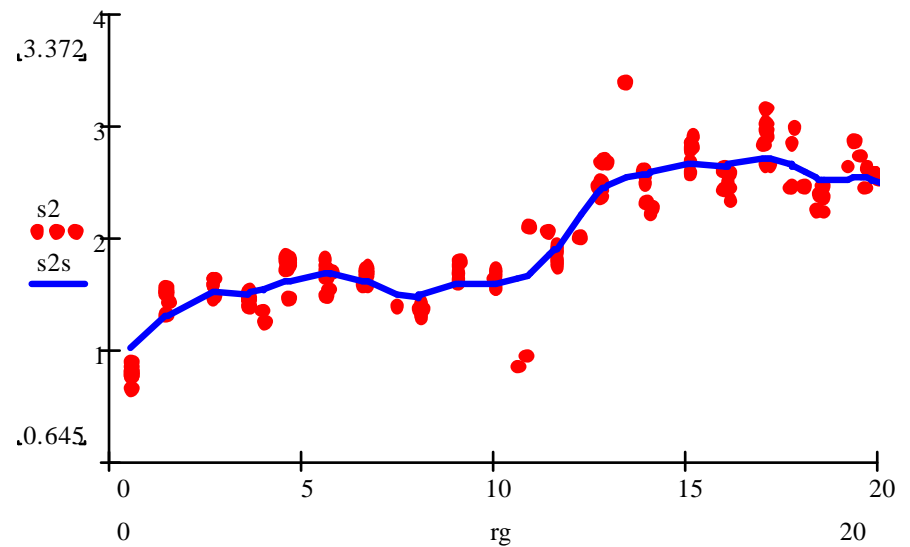
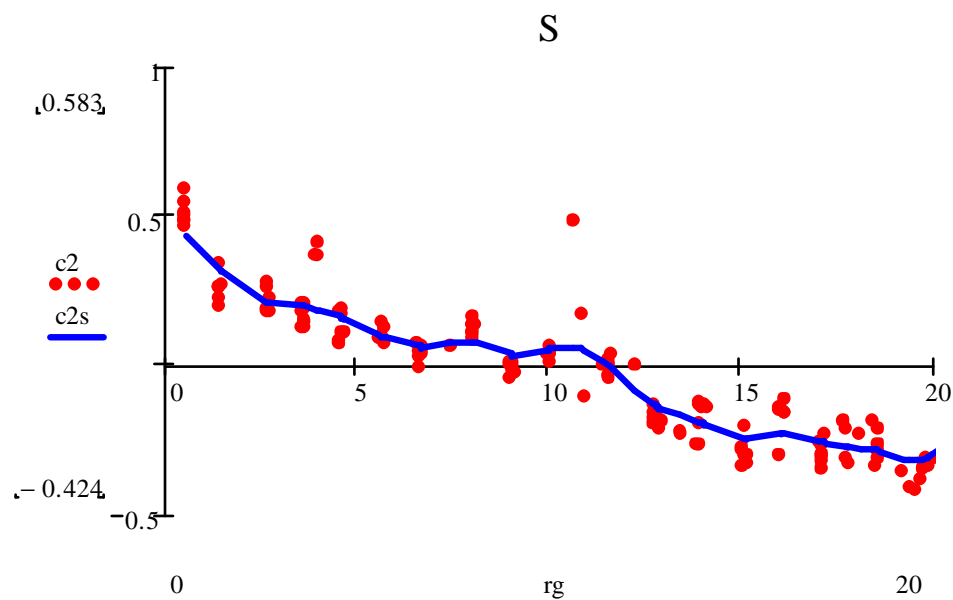
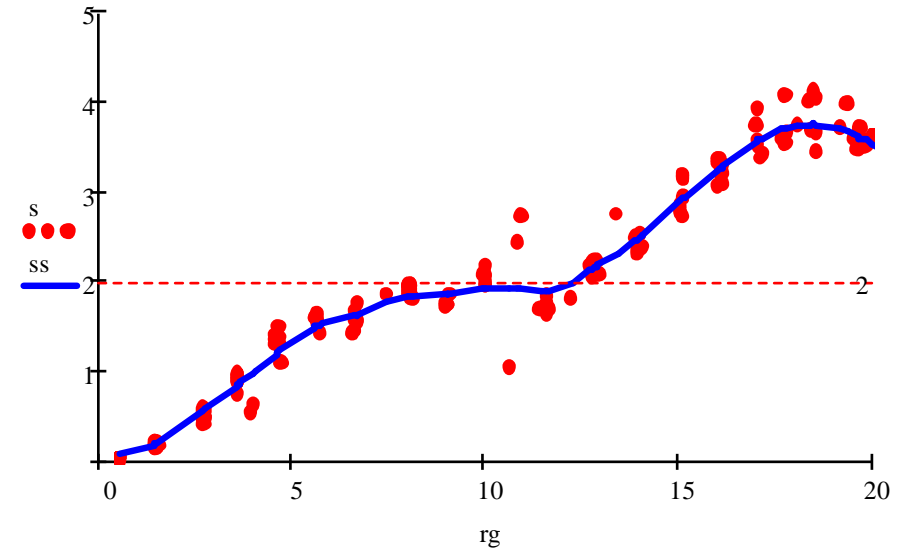
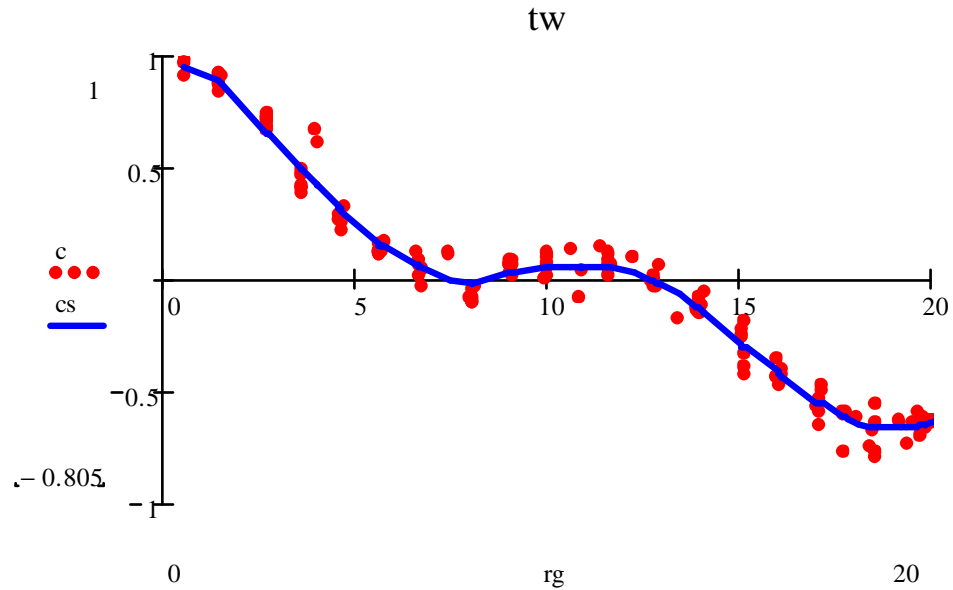


Ход верхней и нижней границ оценки скользящей дисперсии в окне не менее 100 отсчетов

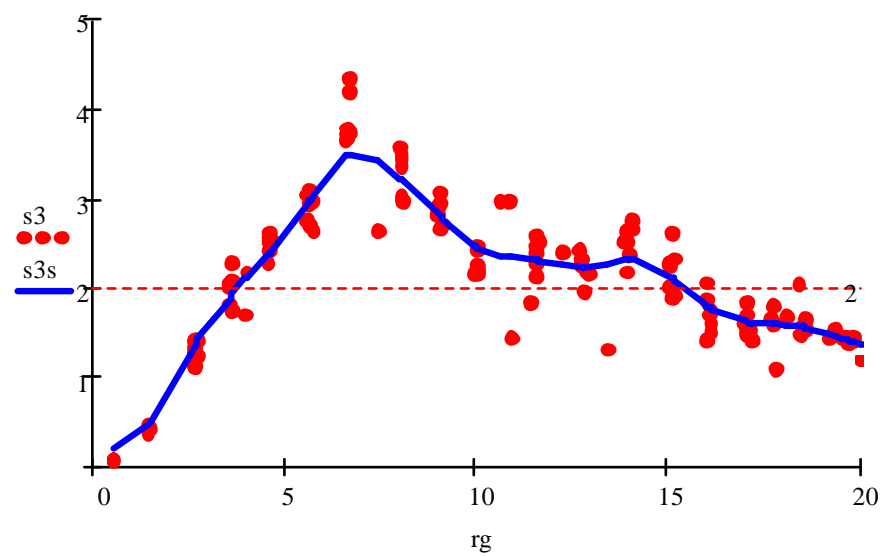
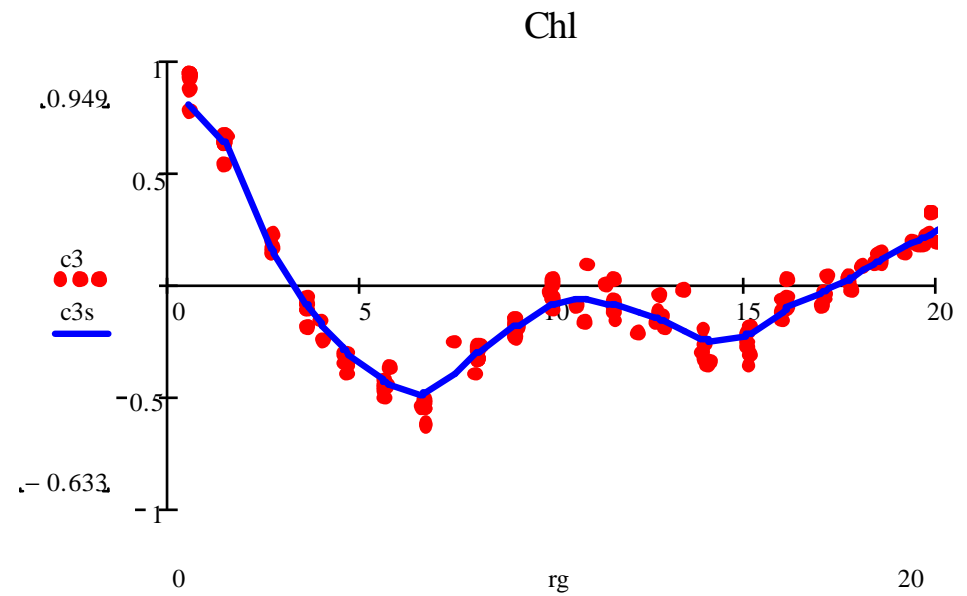


Анализ неоднородности и выделение однородных участков по верхней и нижней оценке дисперсии в скользящем окне

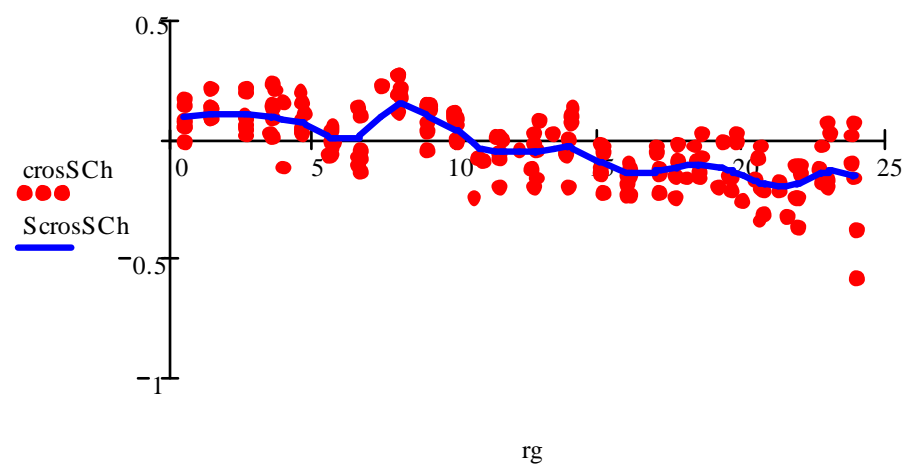
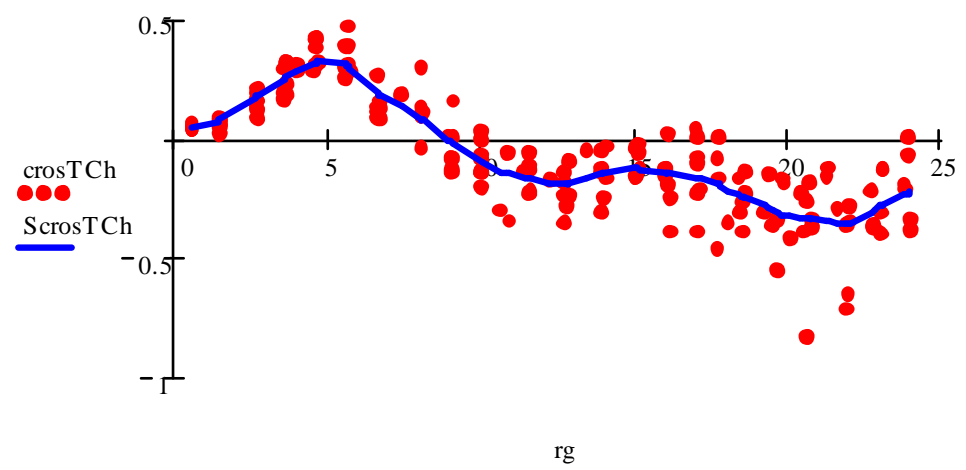
Пример корреляционных и структурных функций температуры и солёности поверхности океана в Бискайском заливе



Корреляционные и структурные функции хлорофилла «А» в Бискайском заливе



Кросскорреляционные функции хлорофилла «А», температуры и солёности



Пример аппроксимации корреляционных и структурных функций

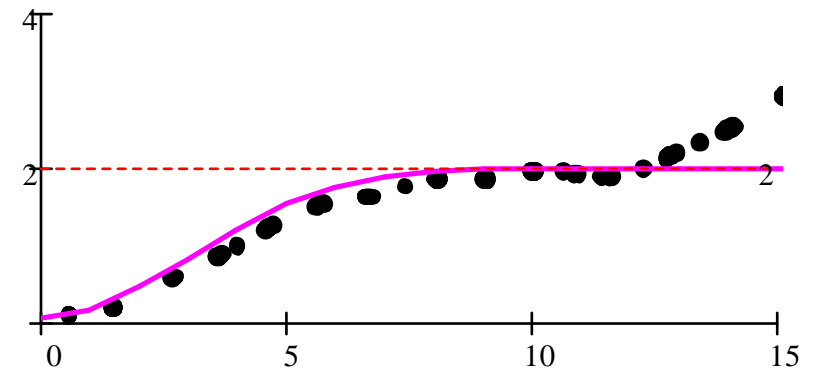
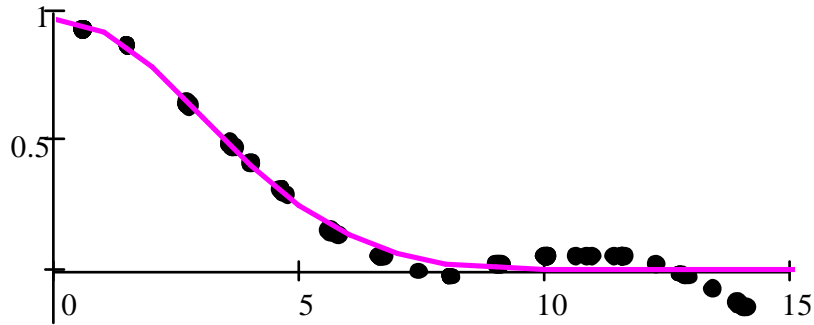
$$f(x, A, B) = A * e^{-(x/B)^2}$$

$$f(x, A, B, C) = A * e^{-(x/B)^2} * \cos(C * x)$$

$$f(x, A, B, C) = A * e^{-(x/B)} * \cos(C * x)$$

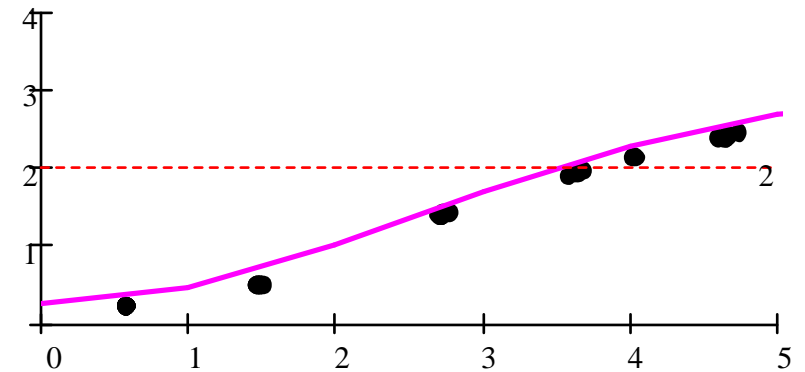
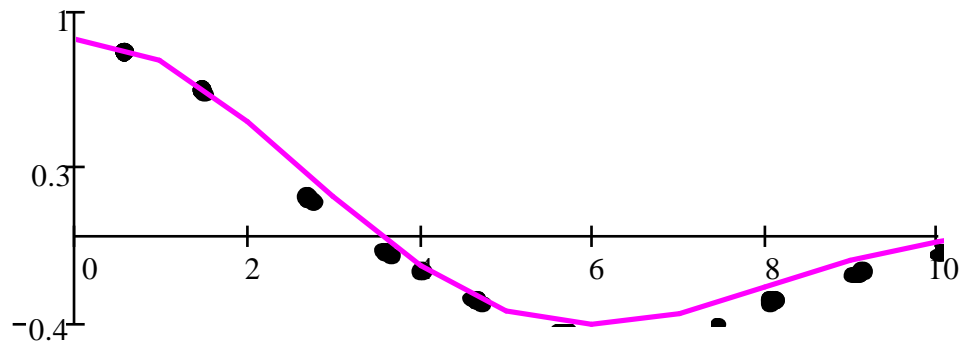
tw

$\eta_1 = 0.023$

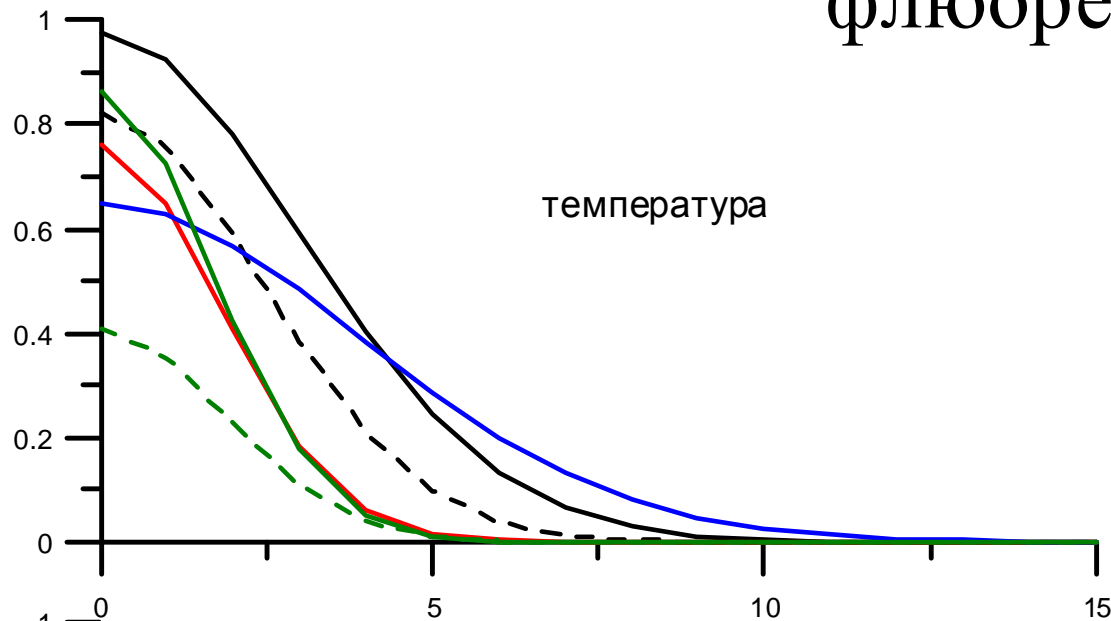


Chl

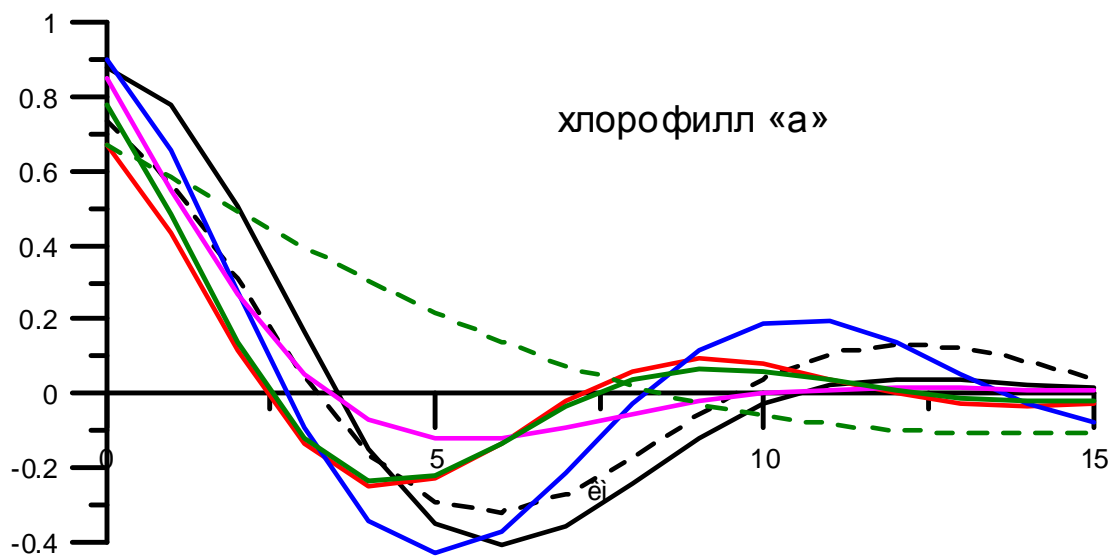
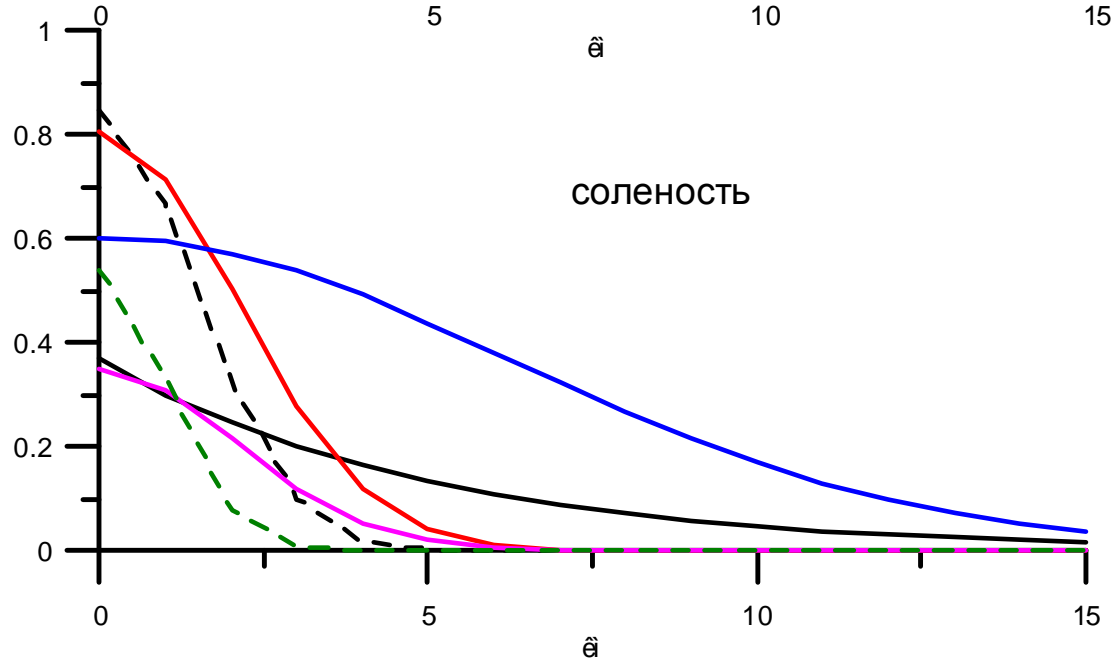
$\eta_2 = 0.135$



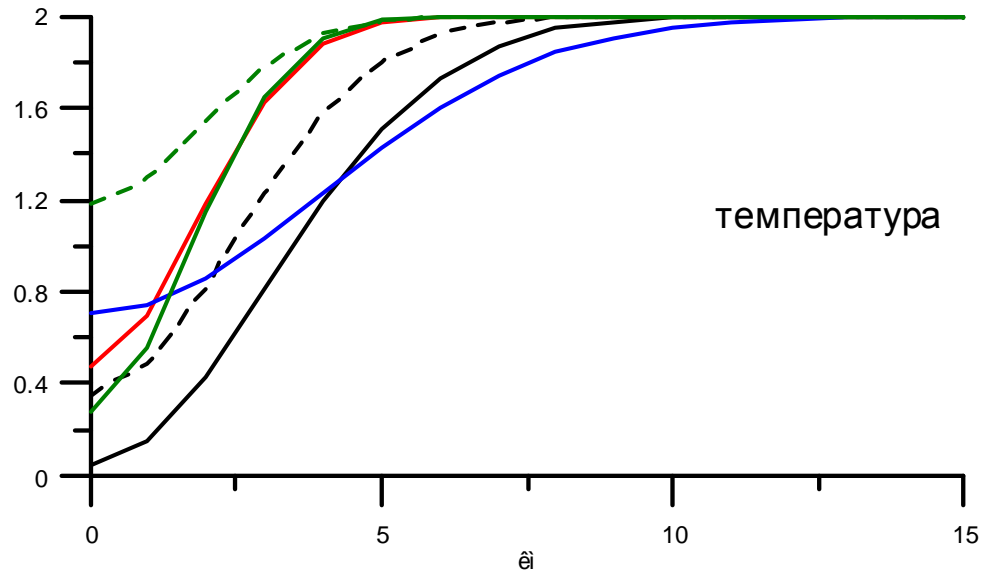
Корреляционные функции температуры, солености и хлорофилла «А» на выбранных участках однородности по данным лазерной индуцированной флюоресценции



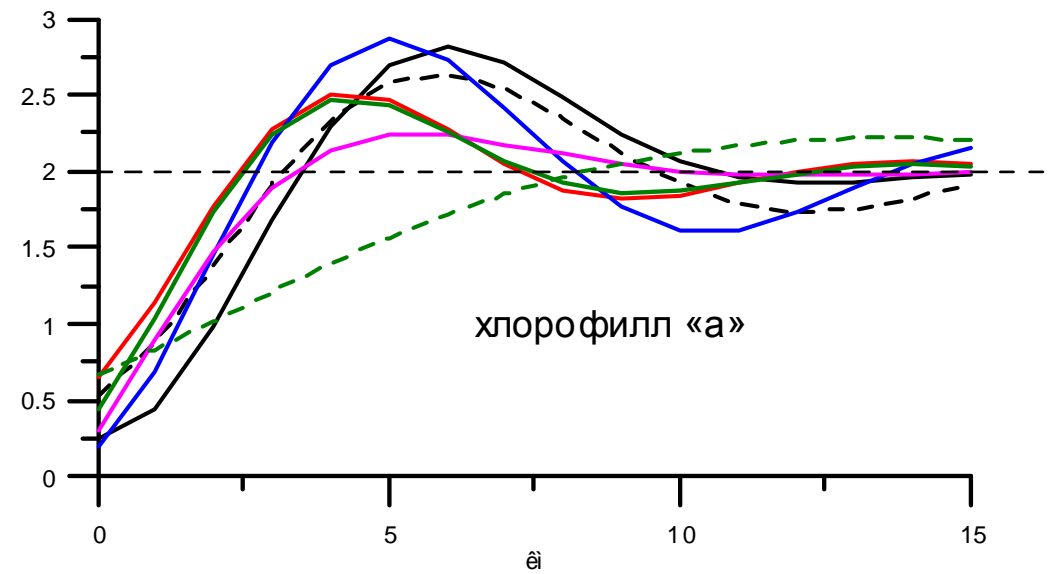
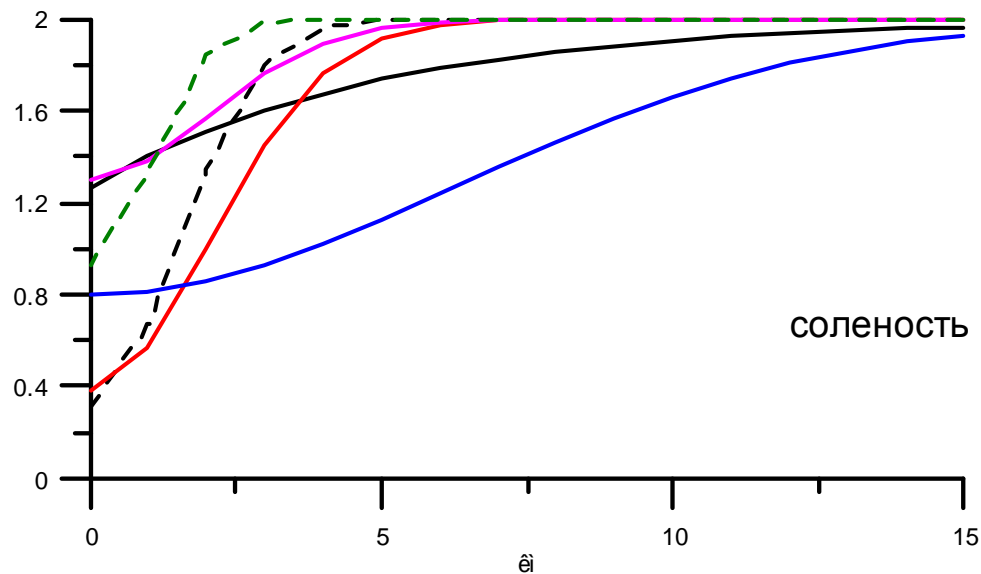
- Дата и время
- Аэроаэрофотосъемка (2003.4.27)
 - - - Аэроаэрофотосъемка (2003.10.12)
 - Атмосферный индекс (2003.2.3)
 - Атмосферный индекс (2003.3.3)
 - Атмосферный индекс (2003.2.14)
 - Атмосферный индекс (2003.3.26-3.27, 23.15-23.38°N, 37.51-37.23°E)
 - - - Атмосферный индекс (2003.3.22, 13.6-13.86°N, 42.99-43.07°E)

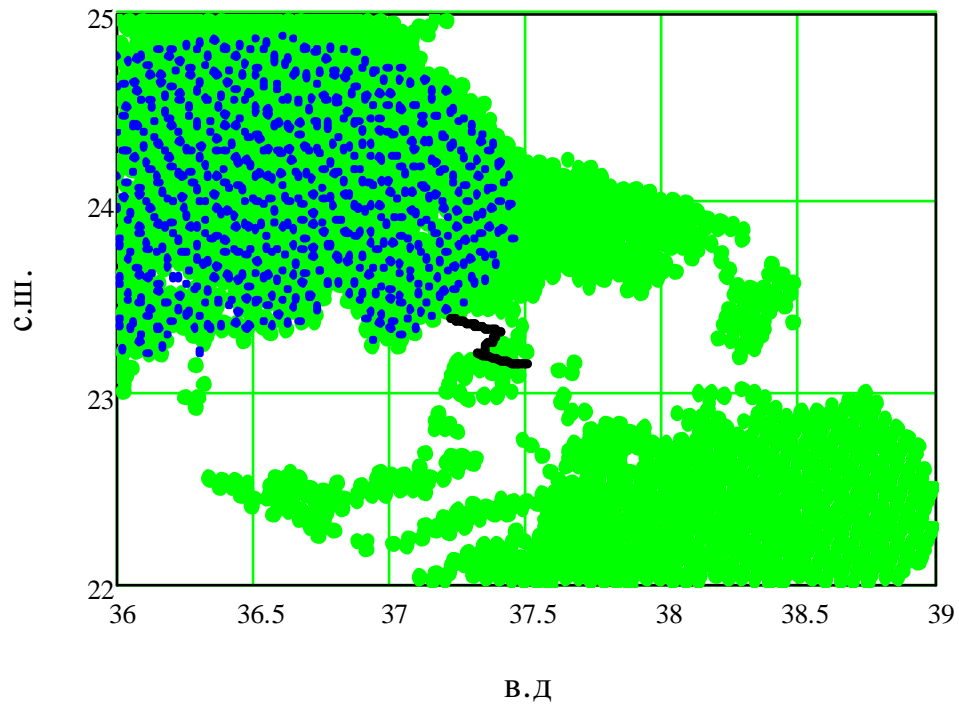


Структурные функции температуры, солености и хлорофилла «А» на выбранных участках однородности по данным лазерной индуцированной флуоресценции

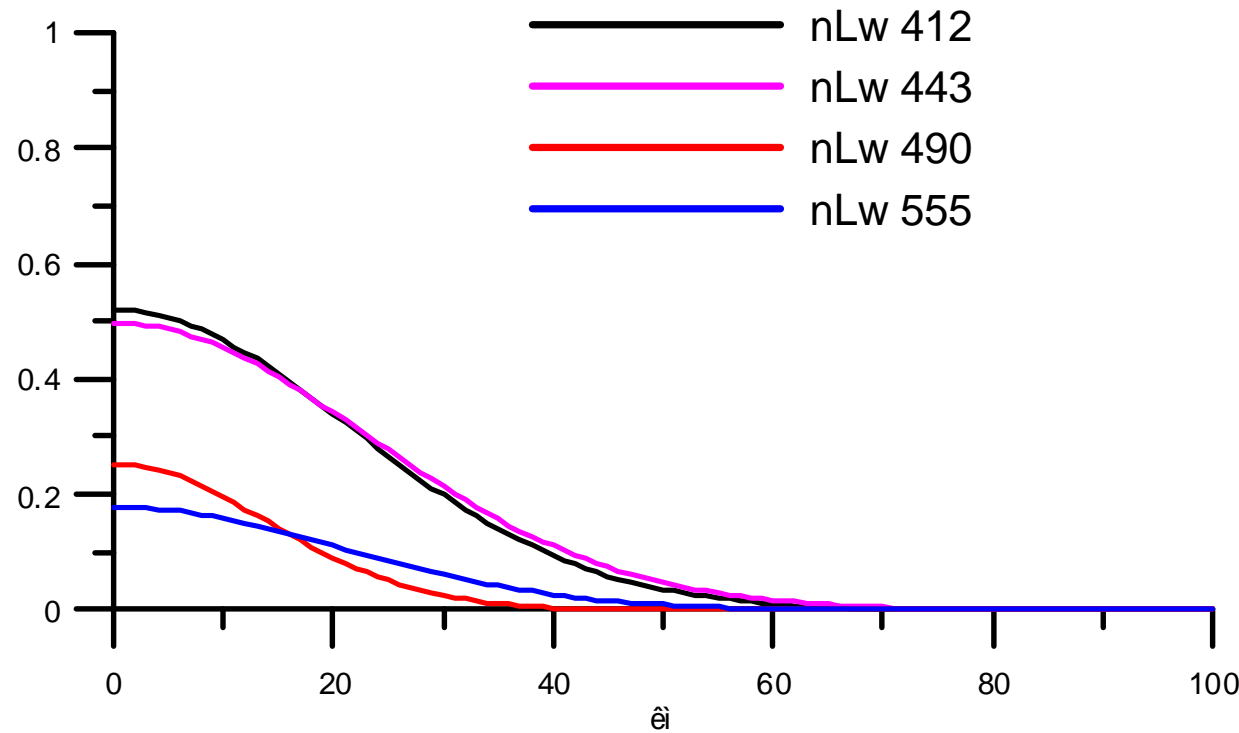


- Ðàéí í ù
- Áèñèàéñèèé çàèèà (2003.4.27)
 - - - Áèñèàéñèèé çàèèà (2003.10.12)
 - Âí ñòí -í î -Èèòàéñèè á ì î ðà (2003.2.3)
 - Ááí æëüñèèé çàèèà (2003.3.3)
 - Ъ æí î -Èèòàéñèè á ì î ðà (2003.2.14)
 - Èðàñí î à ì î ðà (2003.3.26-3.27, 23.15-23.38°ñ.ø., 37.51-37.23°à.ä.)
 - - - Èðàñí î à ì î ðà (2003.3.22, 13.6-13.86°ñ.ø., 42.99-43.07°à.ä.)





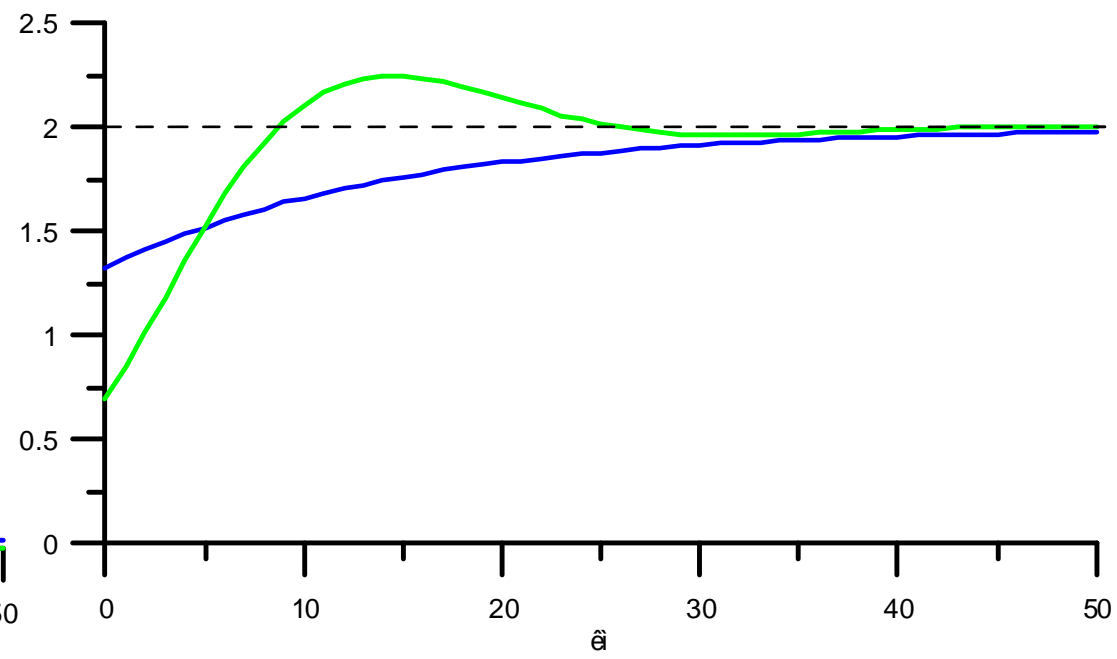
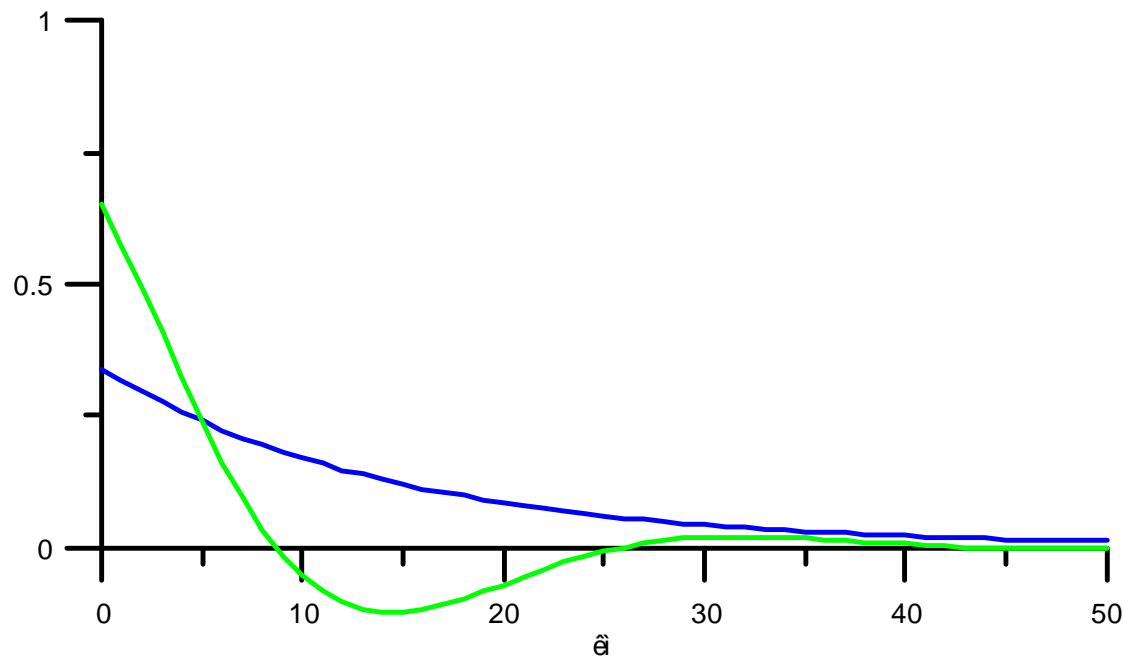
Район наложения спутниковых данных на маршрут ПУС «Надежда» в Красном море (27 марта 2003 г.).



Корреляционные функции полей спектральной яркости SeaWiFS

Корреляционные и структурные функции концентрации хлорофилла «А» по судовым и спутниковым данным (Красное море).

— SeaWiFS
— "í àäåæäà")



Спасибо за внимание!