

Валидация алгоритмов оценки показателя поглощения окрашенного органического вещества по спутниковым данным в северо-восточной части Черного моря

Вазюля С.В. (1), Юшманова А.В. (1,2), Глуховец Д.И. (1,2), Шеберстов С.В. (1)

(1) Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

(2) Московский физико-технический институт (государственный университет)

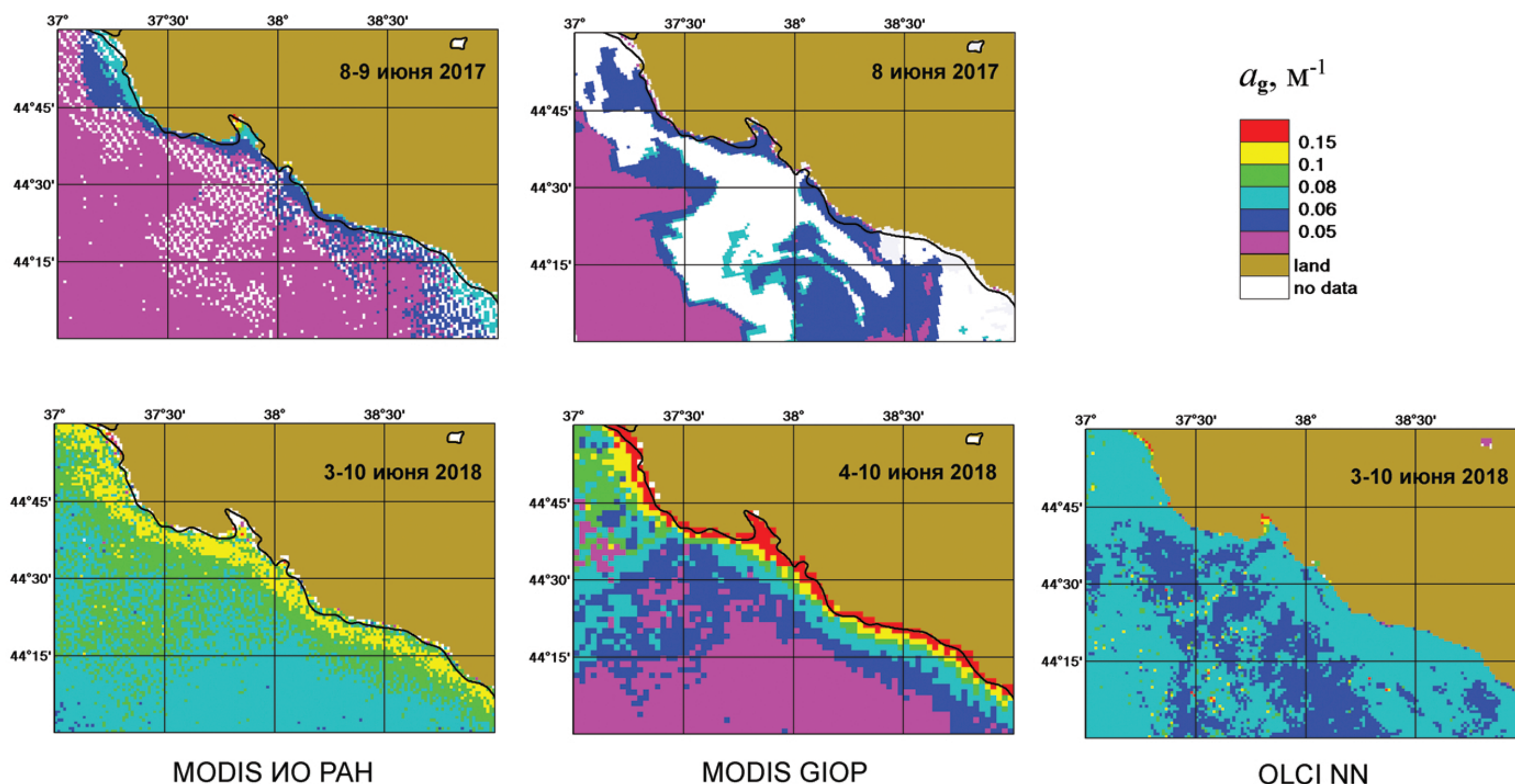


Введение

Показатель поглощения a_g окрашенного растворенного органического вещества (ОРОВ) – важнейший оптический параметр морской воды, определяющий поглощение света и характеризующий содержание окрашенной органики. Показатель a_g также заметно влияет на спектр коэффициента яркости моря R_{rs} , что определяет возможность оценки a_g по данным спутниковых сканеров цвета.

В настоящее время показатель поглощения ОРОВ для 443 нм входит в число параметров оптических свойств водной толщи, получаемых в результате применения полуаналитической модели GIOP (Werdell et al., 2013) к данным сканера цвета MODIS-Aqua. Для определения показателя a_g по данным OLCI используется алгоритм нейронных сетей C2RCC (Brockmann et al., 2016), который является модификацией алгоритма для MERIS (Doerffer, Schiller, 2007). В Лаборатории оптики океана ИО РАН разработан алгоритм оценки показателя a_g по спутниковым данным (Буренков и др., 2001), который успешно используется для оценки a_g в водах Черного и Каспийского морей (Копелевич и др., 2015).

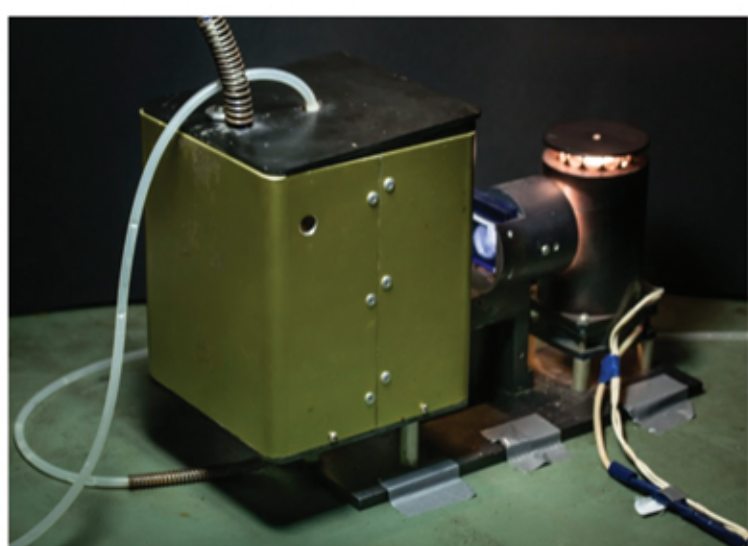
Пространственные распределения a_g



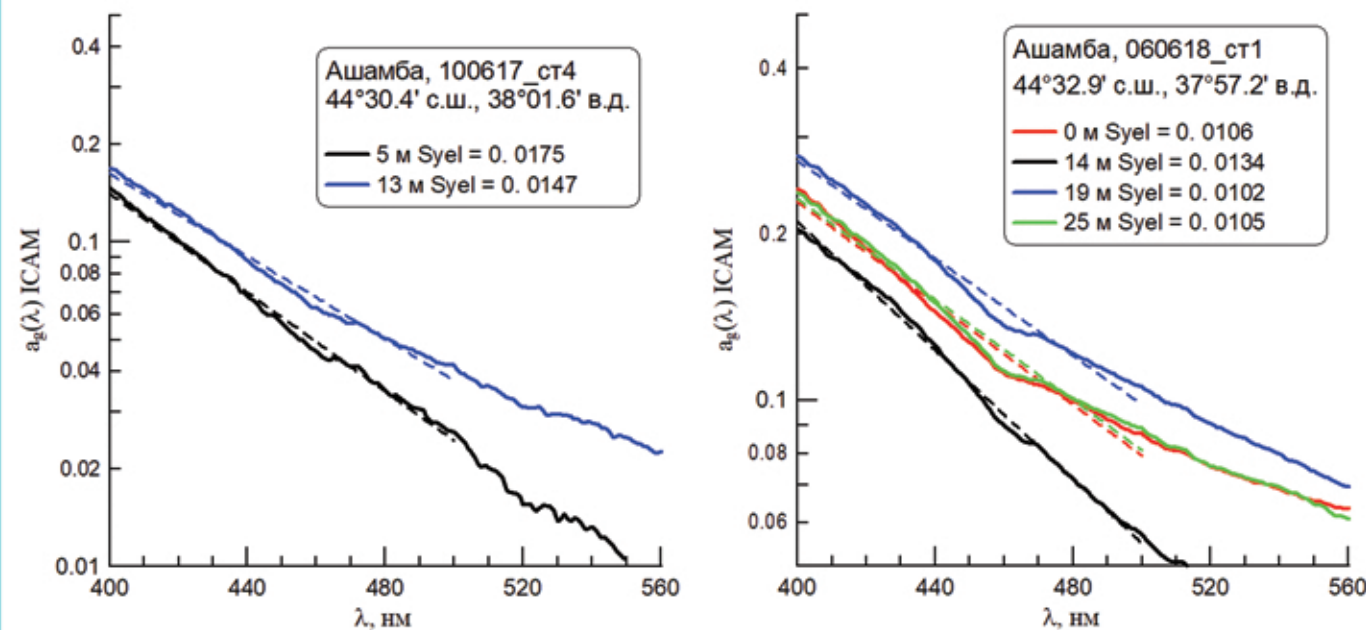
Натурные измерения

Измерения показателя поглощения света морской воды выполнялись с помощью портативного спектрофотометра в конфигурации ICAM, разработанного на кафедре биофизики Биологического факультета МГУ (Погосян и др., 2009).

Для расчета спектральных величин показателя поглощения используется специально разработанная программа (Глуховец и др., 2017). Спектры поглощения желтым веществом рассчитываются, как разность показателя поглощения морской воды после ее фильтрации через фильтр с размером пор 0,4 мкм и дистиллированной воды.



Портативный спектрофотометр в конфигурации ICAM

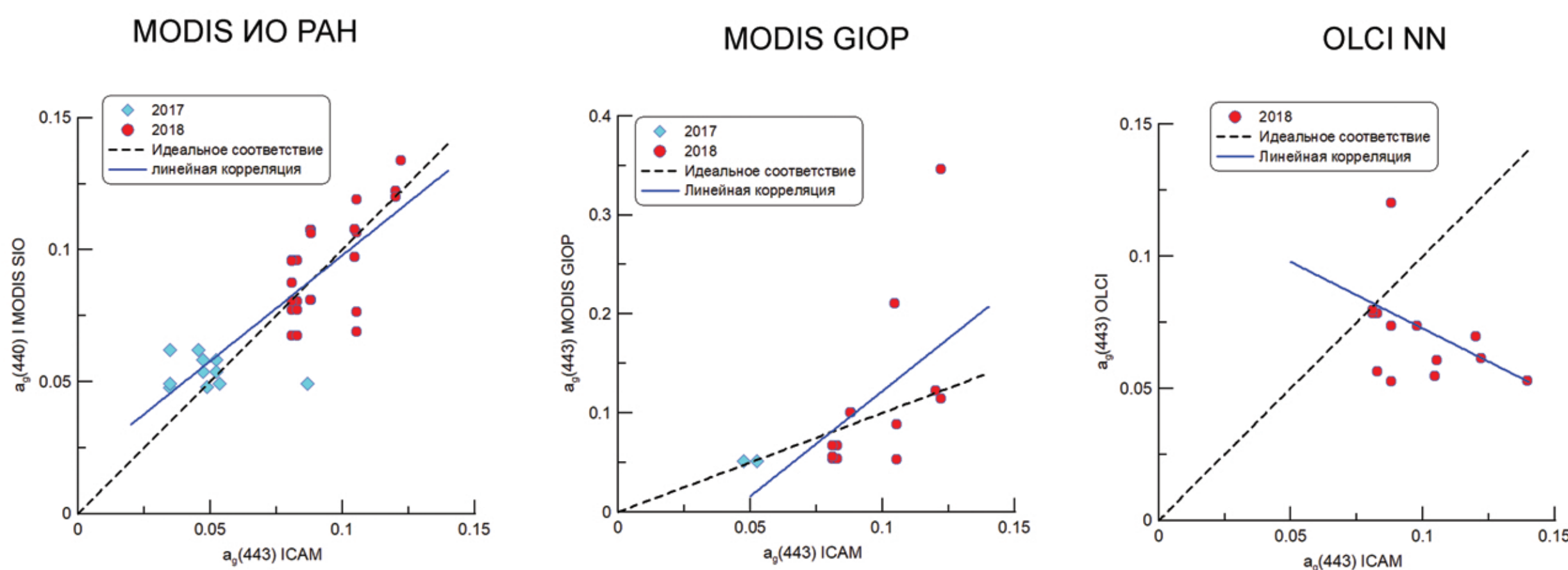


Примеры измеренных спектров поглощения желтым веществом. Syel - показатель экспоненты спектра поглощения ОРОВ.

Благодарность

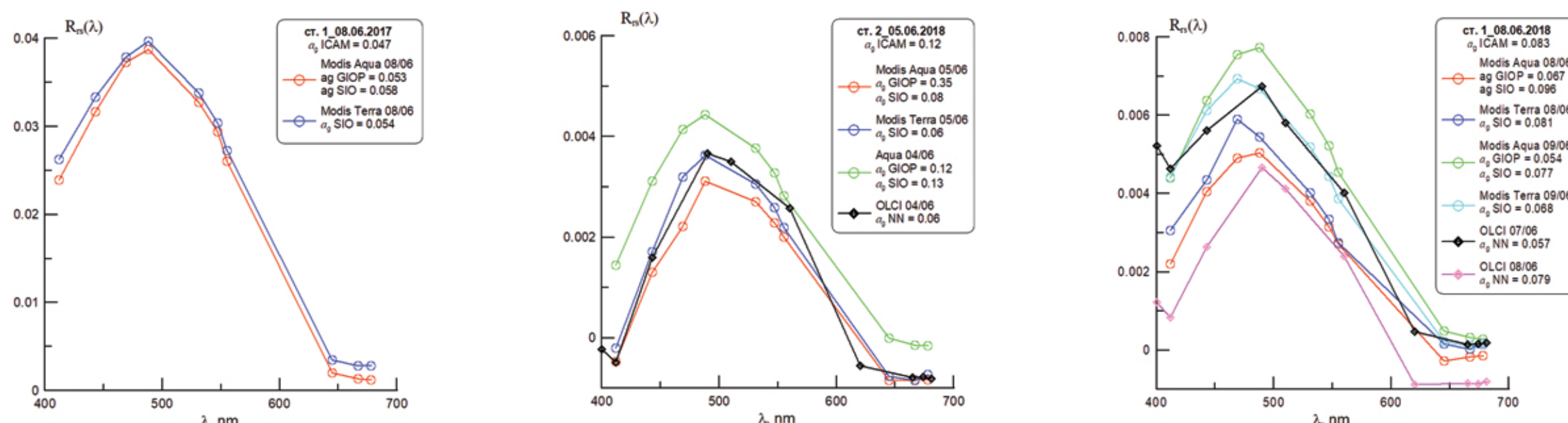
Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 14-50-00095, предоставленного Институту океанологии им. П.П.Ширшова РАН. Авторы благодарят д.ф.м-н С.И. Погосяна (биофак МГУ) за предоставленную возможность использовать в наших экспедиционных исследованиях измеритель поглощения ICAM.

Результаты валидации



Параметры соответствия между величинами показателя поглощения желтым веществом, измеренными *in situ* и рассчитанными по спутниковым данным

Сканер, алгоритм	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации R ²	Объем выборки	Средняя относительная ошибка	<спутник> <in situ>
MODIS IO PAN	Y = 0.80 X - 0.02	0.67	35	17%	1.02
MODIS GIOP	Y = 2.12 X - 0.09	0.37	15	36%	1.13
OLCI NN	Y = -0.50 X + 0.12	0.18	13	32%	0.76



Спектры коэффициента яркости моря по данным спутниковых сканеров цвета

Заключение

Наилучшее соответствие с данными натурных измерений было получено при использовании алгоритма ИО РАН (Буренков и др., 2001) для данных MODIS Aqua и Terra, для алгоритма GIOP (Werdell et al., 2013) соответствие заметно хуже. Валидация алгоритма C2RCC с использованием нейронных сетей (Brockmann et al., 2016) для сканера OLCI проводилась только по данным 2018 г. и показала плохую корреляцию между спутниковыми и натурными данными.

Литература

- Буренков В.И., Валидинов В.И., Юшманова А.В., Копелевич С.В., Шеберстов С.В. Использование данных спутникового сканера цвета океана SeaWiFS для оценки биоптических характеристик вод Баренцева моря // Океанология, 2001, Т. 41, № 4, с. 481-492.
- Глуховец Д.И., Шеберстов С.В., Копелевич С.В., Зайцев А.Ф., Плоско С.И. Измерения показателя поглощения морской воды с помощью портативной сферы // Светотехника, 2017, № 5, с. 39-43.
- Копелевич С.В., Валидинов В.И., Юшманова А.В., Шеберстов С.В., Буренков В.И. Электронный атлас «Биоптические характеристики морей России на данных спутникового сканера цвета 1998-2014 гг.» // Современное состояние дистанционного мониторинга Земли по космосу, 2015, Т. 12, № 6, с. 99-110.
- Плоско С.И., Дуркин А.М., Копелевич С.В., Чиркова О.В., Мухомов М.И. Абсорбционная спектроскопия микрообъемных пробы и распределение органического вещества: вращение на внутренней поверхности светорассеивающей сферы // Океанология, 2009, № 6, с. 934 - 939.
- Brockmann, C., Doerffer, R., Peters, M., Sablon, K., Enachev, S., and Rastan, A. Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean color products in normal and extreme optically complex waters // in Proceeding of Living Planet Symposium, 2016. (Prague, ESA, SP-740).
- Doerffer, R., & Schiller, H. The MERIS case 2 water algorithm // International Journal of Remote Sensing, 2007, 28(2), 317-335.
- Werdell, P., Franz, B.A., Roesig, et al. Generalized ocean color inversion model for retrieving marine inherent optical properties // Applied Optics, 2013, 52(10), 2019-2037. <http://dx.doi.org/10.1364/AO.52.002019>