



Валидация спутниковых алгоритмов для оценки показателя поглощения желтого вещества в Баренцевом море

Юшманова А.В., Вазюля С.В.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

yushmanova@phystech.edu

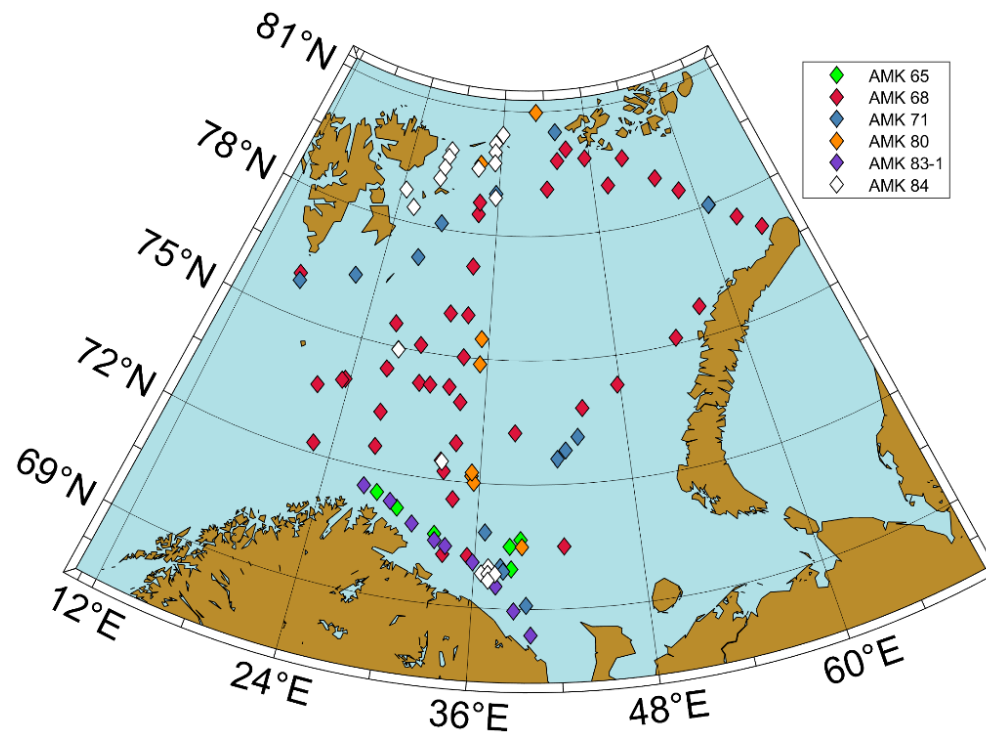
Москва
2022

Цель и актуальность

Цель - сравнительный анализ результатов работы спутниковых биооптических алгоритмов, используемых для расчёта значений показателя поглощения ОРОВ, с данными судового определения этой величины, выполненного в поверхностном слое вод Баренцева моря в рейсах ИО РАН в 2016–2021 гг.

Определение показателя поглощения ОРОВ в Баренцевом море все еще является проблемой:

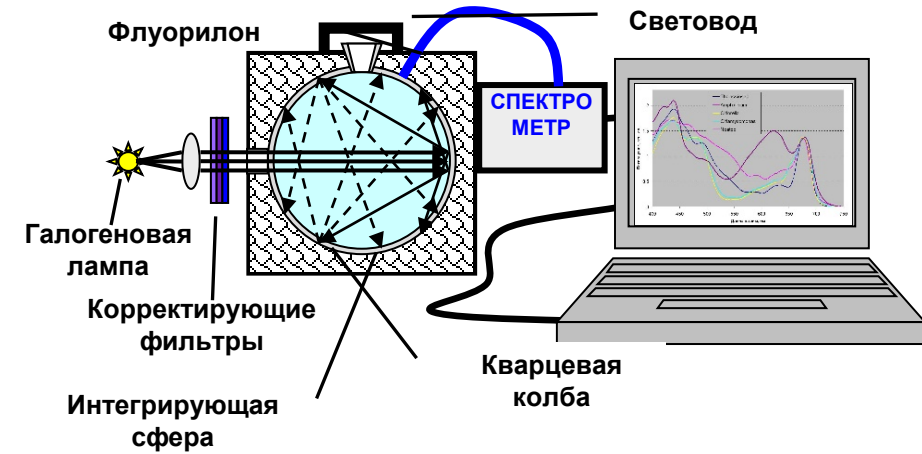
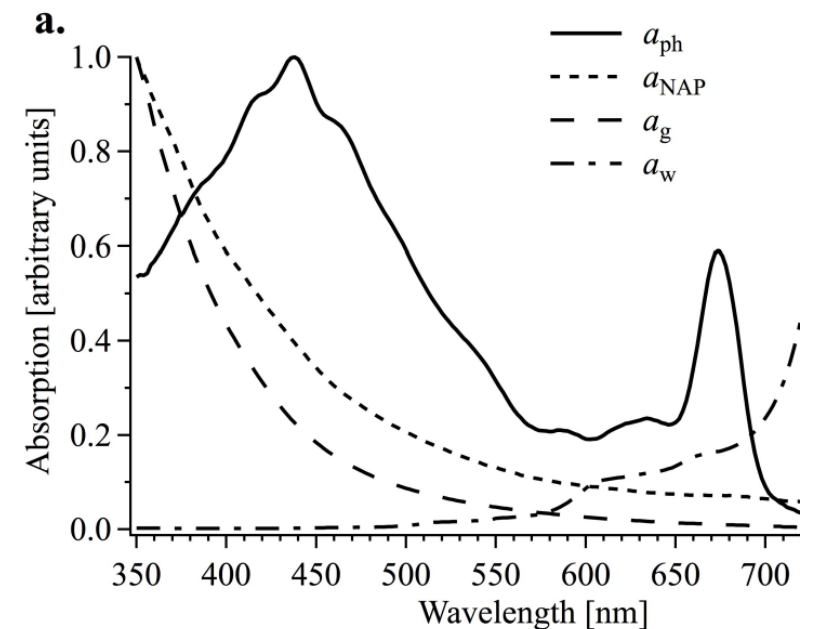
- низкие значения данной величины;
- частая облачность препятствует получению синхронных спутниковых и судовых измерений;
- ошибки атмосферной коррекции в коротковолновой области спектра коэффициента яркости моря;



Используемые данные и методы обработки

- Портативный спектрофотометр в конфигурации ICAM (Погосян и др., 2009). Для расчета спектральных величин показателя поглощения используется разработанная программа (Глуховец и др, 2017).
- Плавающий спектрорадиометр ПРО-1
- Спутниковые данные коэффициентов яркости моря Rrs сканеров цвета MODIS

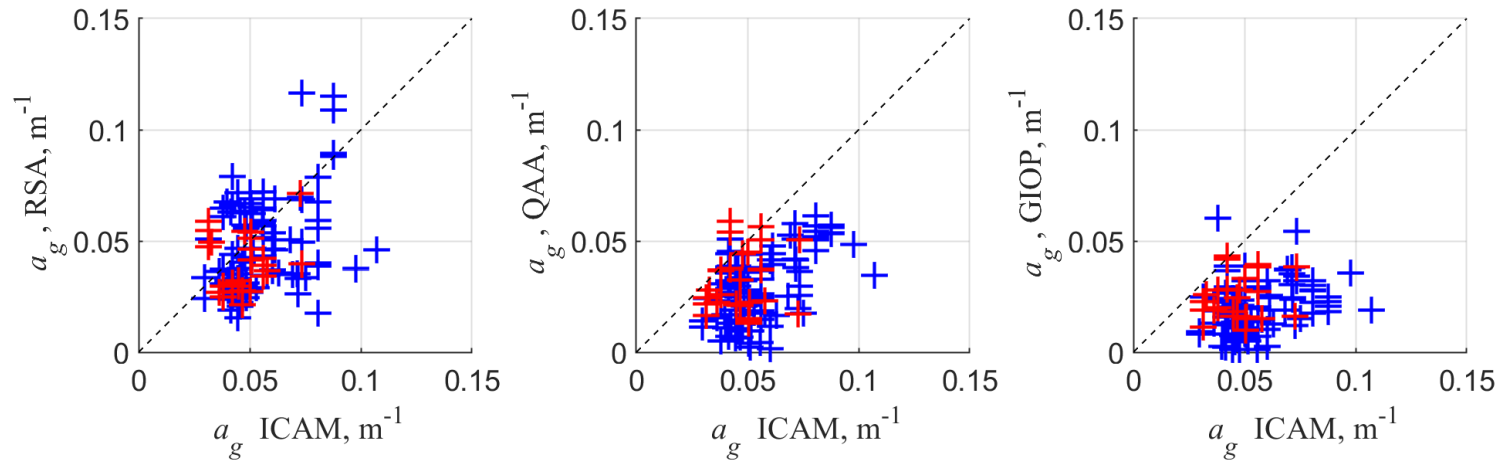
$$a(\lambda) = a_w(\lambda) + a_g(\lambda) + a_p(\lambda)$$



Используемые алгоритмы расчета

- Региональный алгоритм ЛОО (**RSA**) [Вазюля и др., 2014]; R_{rs} (488,531,547,555,645,667 и 678)
- **GIOP** (Generalized Inherent Optical Properties) [Werdell et al., 2013]
- Квазианалитический алгоритм **QAA** [Lee et al., 2013], особенность которого — определение оптических параметров в зависимости от типа вод: прибрежных ($R_{rs}(670) > 0,0015$) или открытого океана.

Сопоставление спутниковых и судовых данных показателя поглощения ОРОВ

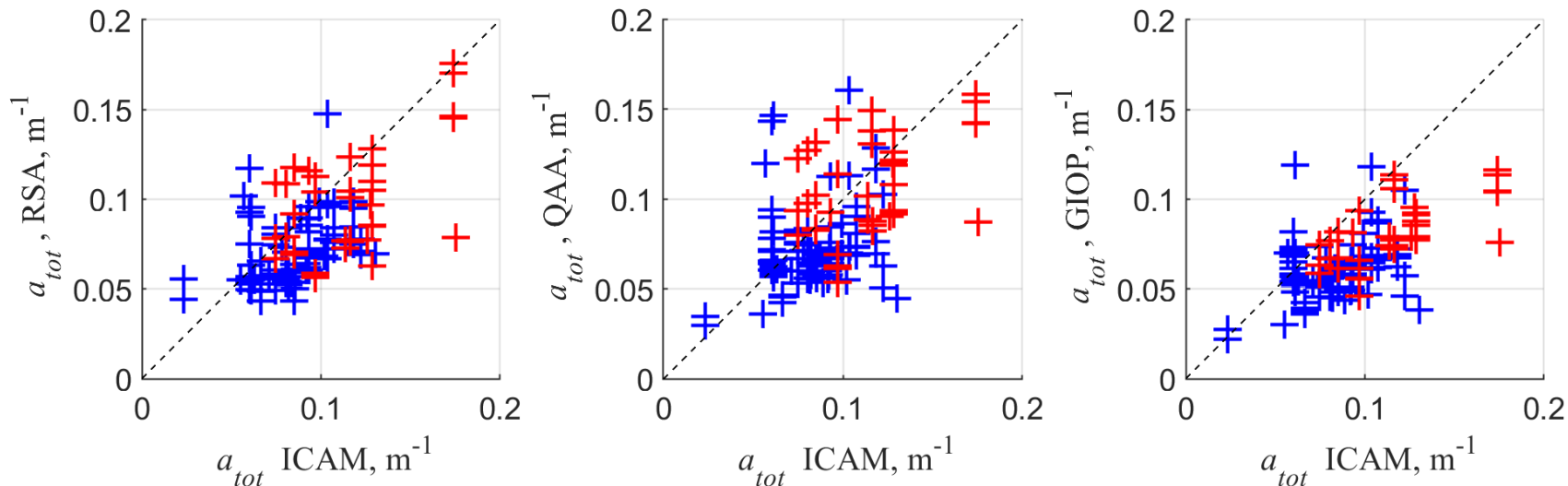


Синим – все данные
Красным – no flags

	Straylight	Hipol	Hisatzen	Hisolzen	Modglint	Coccolith	no flags	все данные
	RE, %							
RSA	33	33	32	31	32	31	31	33
QAA	41	38	44	43	44	46	38	45
GIOP	59	56	61	60	61	58	48	61
N	94	73	117	109	119	93	27	125

Наибольшие ошибки — алгоритм **GIOP** почти независимо от флага качества: RE = 58–61 %, RMSE = 0,037 м⁻¹.
Наименьшие — алгоритм **RSA**, причём ошибка заметно уменьшается при исключении данных с флагом цветения кокколитофорид (RMSE = 0,016).

Сопоставление спутниковых и судовых данных общего показателя поглощения

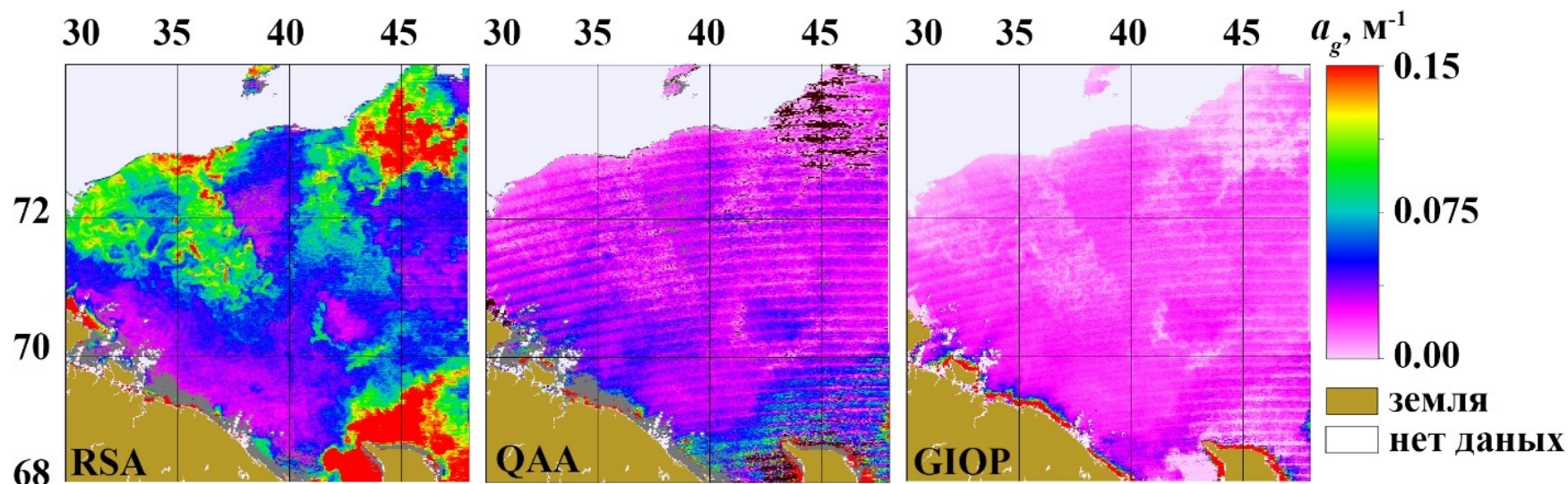


Синим – все данные (125 пар)
Красным – с флагом цветения
кокколитофорид

	ΔT , часов	$b_{bp}(555), m^{-1}$			$a_{tot}(443), m^{-1}$				
		RSA	QAA	GIOP	ICAM	RSA	QAA	GIOP	
ПРО	0	0,057	0,065	0,068	0,175	0,139	0,139	0,150	
№ 1	-26	0,078	0,090	0,075		0,170	0,154	0,116	
№ 2	22	0,060	0,070	0,056		0,145	0,142	0,104	
		$a_g(443), m^{-1}$			$a_p(443), m^{-1}$				
		ICAM	RSA	QAA	GIOP	ICAM	RSA	QAA	GIOP
ПРО	0,088		0,079	0,059	0,028	0,057	0,052	0,073	0,122
№ 1			0,110	0,053	0,021		0,055	0,094	0,095
№ 2			0,087	0,056	0,025		0,050	0,079	0,081

Ст. 5580 с интенсивным
кокколитофоридным
цветением (5 млн кл/л)

Карты пространственного распределения показателя поглощения ОРОВ

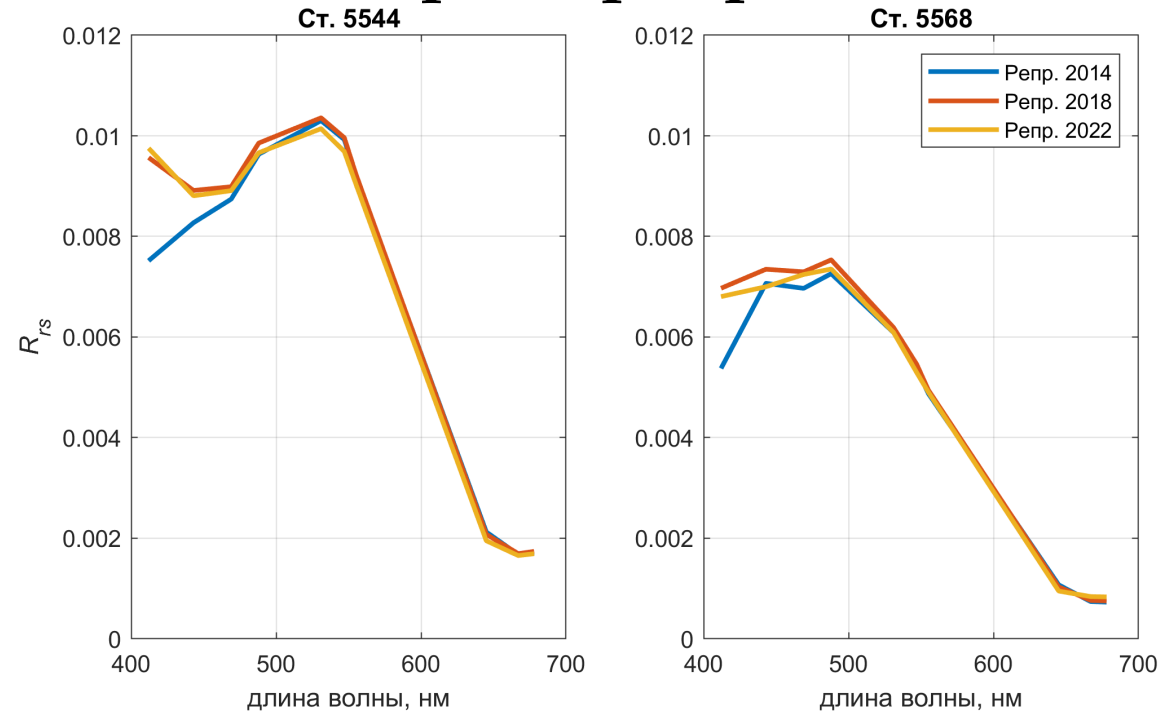


Алгоритм **RSA** дает возможность **анализировать пространственно-временное распределение $a_g(443)$, увидеть изменения**, связанные с влиянием стока вод Белого моря, богатых ОРОВ, и цветением фитопланктона в Баренцевом море.

Более подробно:

А.В. Юшманова, С.В. Вазюля Валидация спутниковых алгоритмов расчёта показателя поглощения окрашенного растворённого органического вещества в Баренцевом море // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. (в печати)

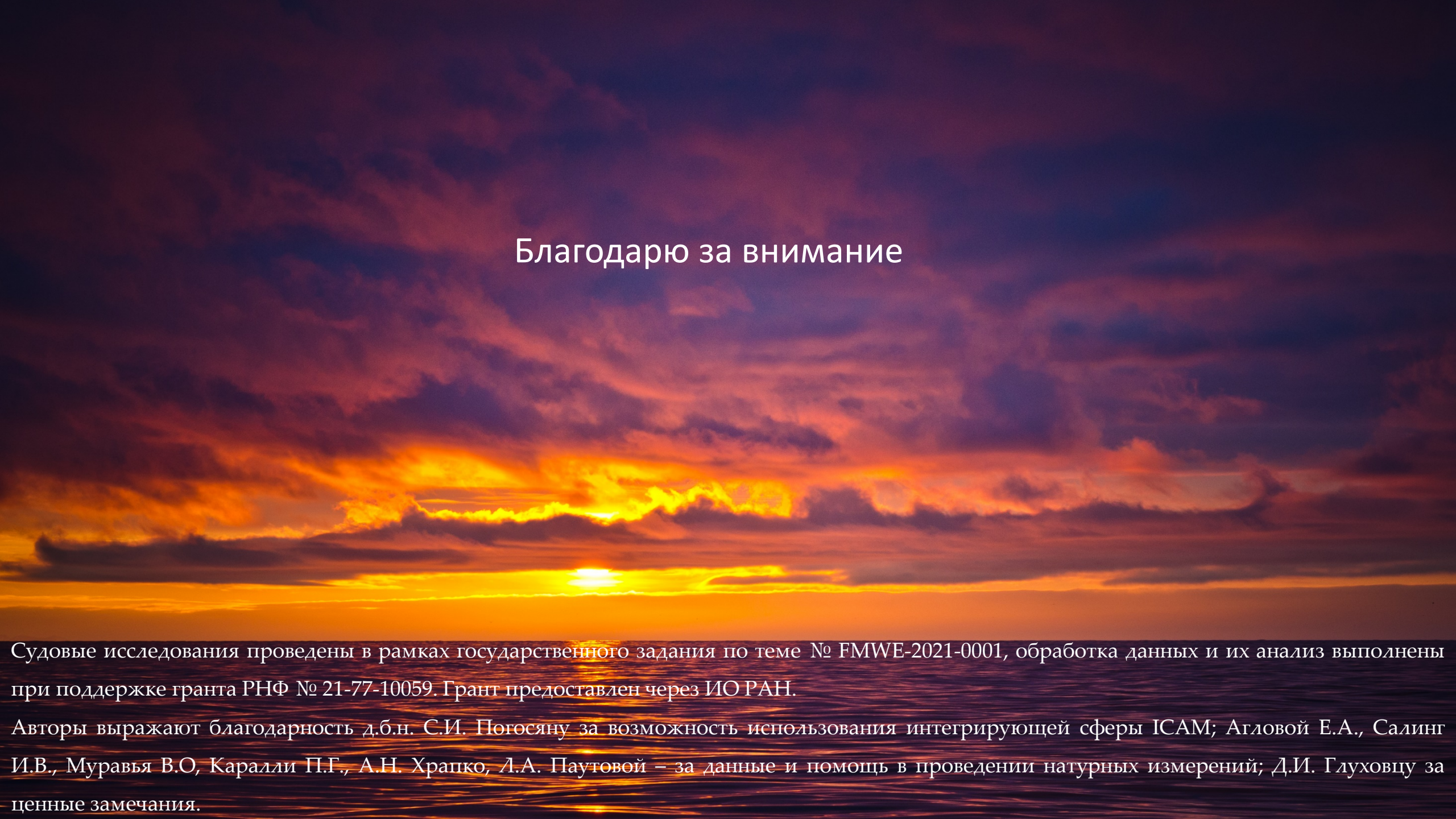
Примеры изменения коэффициентов яркости моря в зависимости от версии репроцессинга



алгоритм	станция	a_g 2014, м^{-1}	a_g 2018, м^{-1}	a_g 2022, м^{-1}	a_g ICAM, м^{-1}
RSA	5544	0,079	0,077	0,087	0,061
QAA		0,079	0,039	0,032	
GIOP		0,042	0,018	0,016	
RSA	5568	0,063	0,060	0,068	0,048
QAA		0,078	0,044	0,043	
GIOP		0,045	0,028	0,029	

Выводы

- В связи с перерасчетом спутниковых данных NASA в 2018 г., увеличились коэффициенты яркости моря в коротковолновой области по сравнению с 2014 г., что сказалось на $a_g(443)$ по алгоритмам QAA и GIOP. Региональный алгоритм RSA за счет того, что в нем не используются длины волн 412, 443 и 469 нм, показал более стабильный результат.
- Анализ отклонения спутниковых данных $a_g(443)$ в зависимости от флагов качества выявил, что для данного набора данных в большинстве случаев у алгоритма GIOP самые высокие значения среди трех алгоритмов среднеквадратичных и относительных ошибок ($RE = 48-61\%$). Наименьшие отклонения наблюдаются при исключении всех флагов качества, но это ограничивает набор данных с 125 до 27 пар данных.
- Алгоритм RSA дает возможность анализировать пространственно-временное распределение $a_g(443)$, что позволяет увидеть изменения показателя поглощения ОРОВ, связанные с влиянием стока вод Белого моря, богатых ОРОВ, и цветением фитопланктона в Баренцевом море.



Благодарю за внимание

Судовые исследования проведены в рамках государственного задания по теме № FMWE-2021-0001, обработка данных и их анализ выполнены при поддержке гранта РФФИ № 21-77-10059. Грант предоставлен через ИО РАН.

Авторы выражают благодарность д.б.н. С.И. Погосяну за возможность использования интегрирующей сферы ICAM; Агловой Е.А., Салинг И.В., Муравья В.О, Каралли П.Г., А.Н. Храпко, Л.А. Паутовой – за данные и помощь в проведении натурных измерений; Д.И. Глуховцу за ценные замечания.

