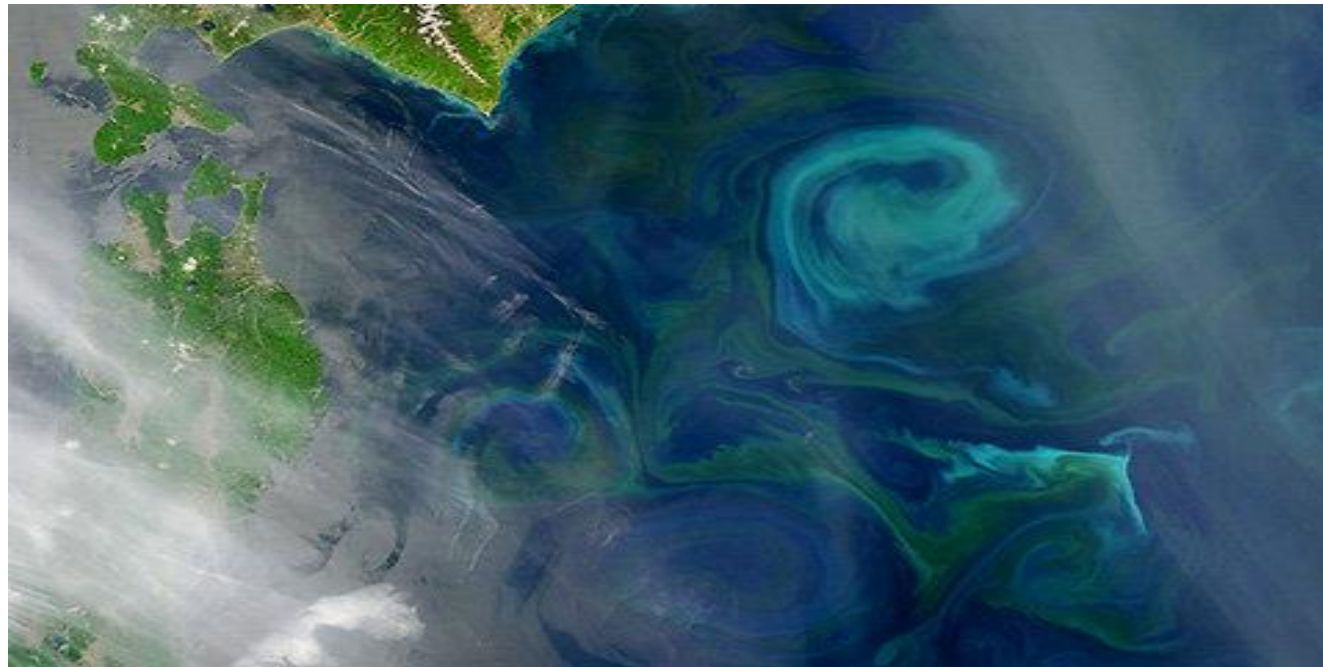


СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОНИТОРИНГА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» ПО
СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ И IN SITU В АРКТИЧЕСКИХ
МОРЯХ

*Швед Яна Валерьевна
Поважный Василий Владимирович*



Лаборатория полярных и морских исследований им. Отто Ю. Шмидта, институт ААНИИ

Санкт-Петербург

уана29000@gmail.com

Цель работы:

провести верификацию спутниковых данных и наземных из экспедиций Арктика 2018 и Трансарктика 2019

Задачи работы:

1. Формирование собственного архива данных за интересующие годы.
2. Провести сравнительный анализ данных по хлорофиллу «а» полученных в ходе экспедиций и спутниковых
3. Обработка спутниковых снимков
4. Определить возможность использования спутниковых данных для мониторинга концентрации хлорофилла «а»

Материалы

Наземные данные (in situ) были получены из экспедиций Арктика 2018 г. в период с августа по сентябрь и Трансарктика в мае, сентябре - октябре 2019 г.



Материалы

Latitude

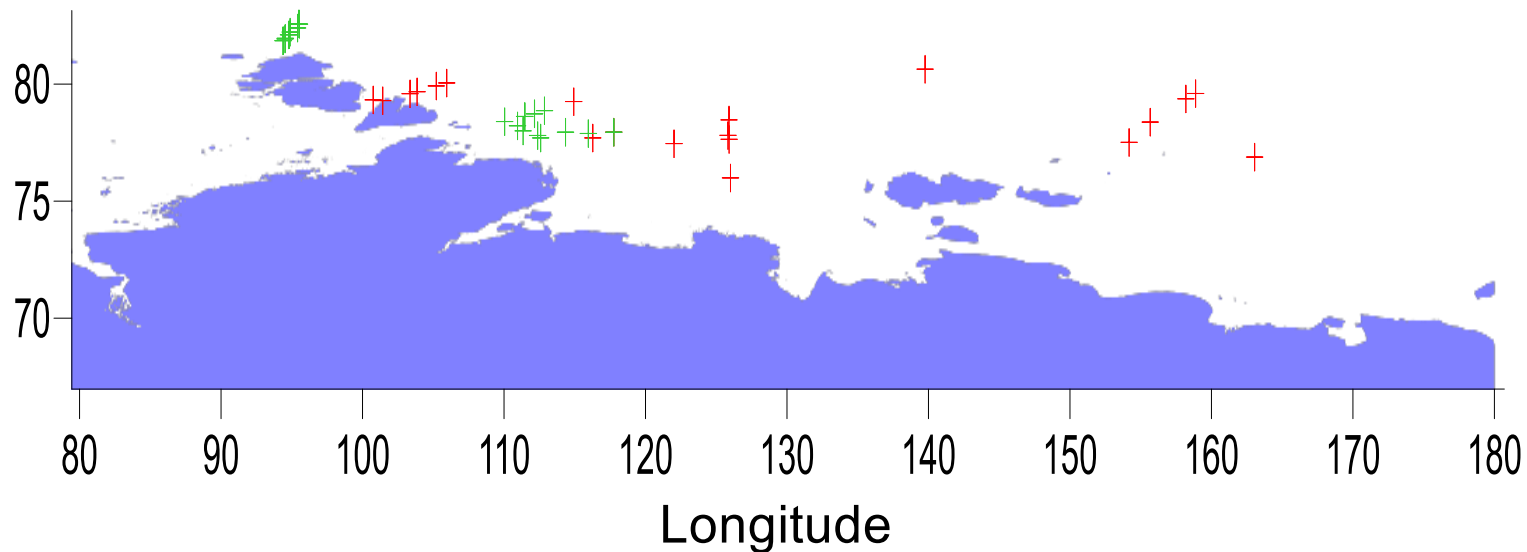


Рисунок 1— Расположение станций места отбора проб, Арктика 2018 г. в августе (зеленые крестики) и сентябре (красные крестики).

Latitude

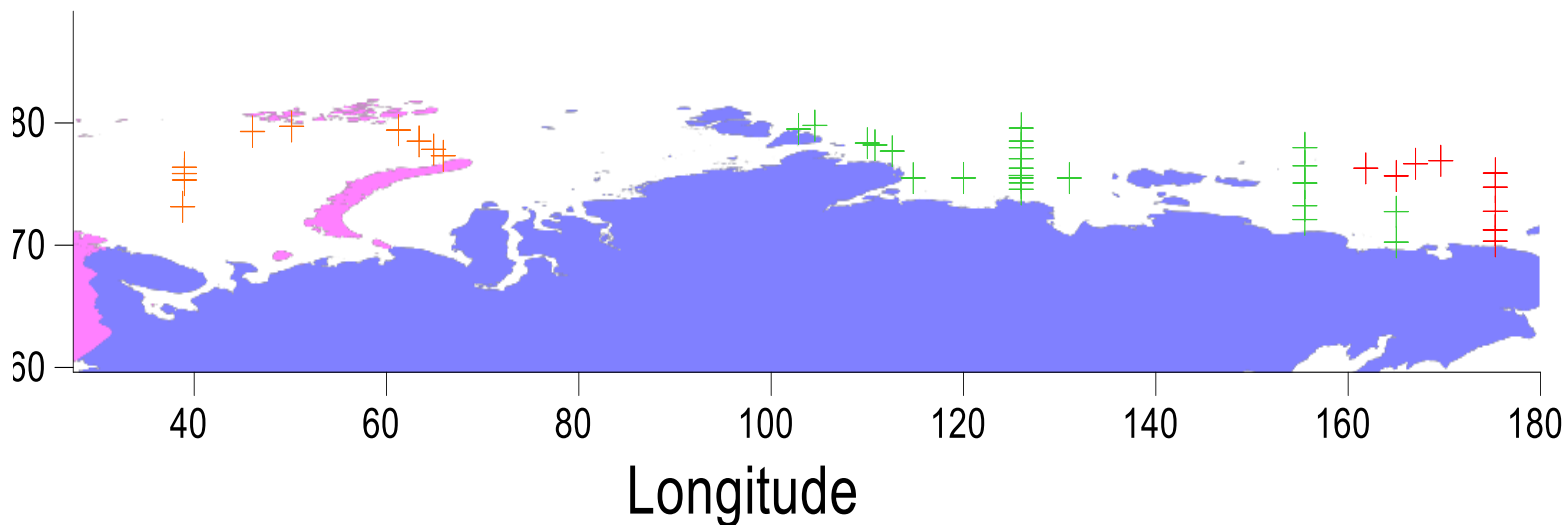


Рисунок 2 – Расположение станций места отбора проб, Трансарктика в мае (выделены оранжевым цветом), сентябре (выделены зеленым)- октябре (выделены красным) 2019 года.

Методы

1. Основные климатические переменные на основе спутниковых данных OC-CCI v5 - были получены путем слияния SeaWiFS, VIIRS, MERIS, MODIS-Aqua и OLCI-S3A с использованием наиболее эффективной атмосферной коррекции и алгоритмов с коррекцией смещения, взвешенной по времени, с целью минимизировать различия между датчиками [1].
2. Со спутника Santinel-3 была взята концентрация пигмента водорослей в чистой воде, chl_oc4me (алгоритм ВАС и максимального соотношения полос, в масштабе log10).
3. Наземные данные хлорофилла «а» обрабатывались на флуориметре Тёрнер Дизайнз Трилоджи, после экстракции 90 % ацетоном [2]



Результаты

Были проанализированы архивные данные среднесуточных значений хлорофилла «а» со спутника Sentinel-3, сенсор OLCI-A и OLCI-B, с сайта Eumetsat, полное разрешение: 300 м в надире, level-2.

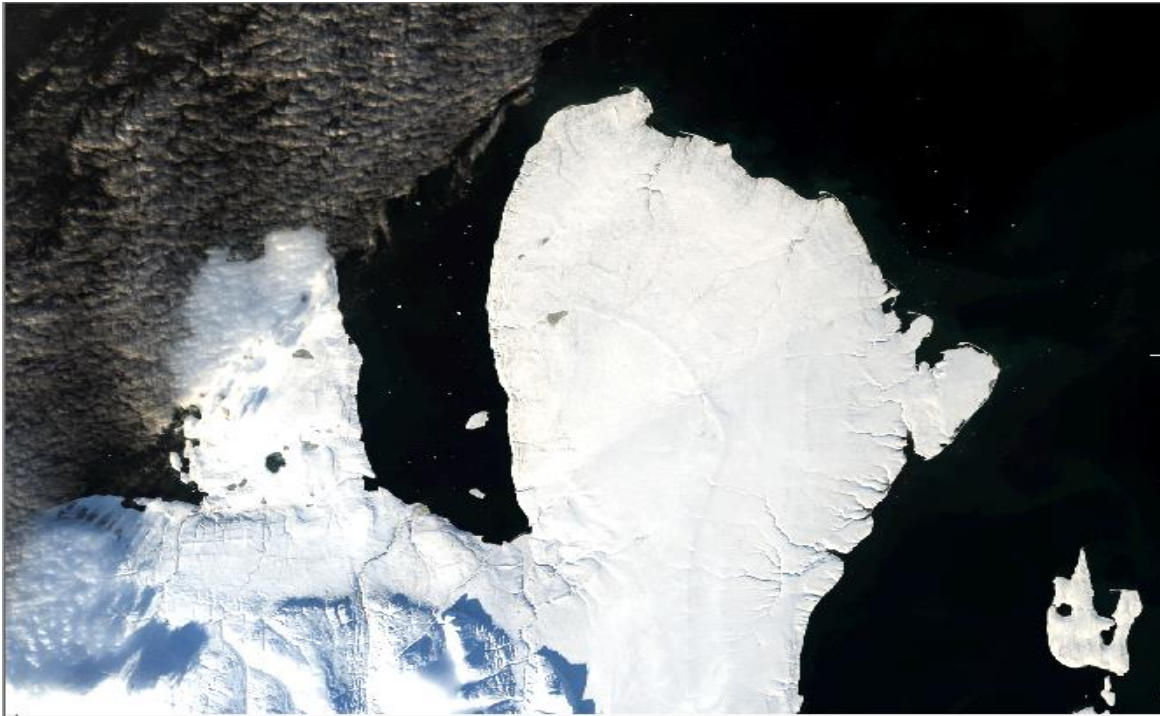


Рисунок 3 – Цветосиентезированное изображение 4-3-2 по данным спутника Landsat-8 за 25.09.2018 г, в районе Северной Земли

Дата	Широта	Долгота	Santinel-3
06.09.2018	77,643	125,908	0,18
07.09.2018	75,993	126,007	0,43
08.09.2018	80,640	139,761	2,3
10.09.2018	77,514	154,181	
13.09.2018	76,884	163,054	
17.09.2018	79,600	158,881	
19.09.2018	79,372	158,192	0,37
20.09.2018	78,379	155,673	0,46
21.09.2018	78,472	125,902	1,99
22.09.2018	77,460	122,017	
23.09.2018	79,256	114,929	
24.09.2018	80,050	105,951	1,19
24.09.2018	79,923	105,213	
24.09.2018	79,675	103,856	2,86
24.09.2018	79,591	103,358	0,89
25.09.2018	79,296	101,428	1,85
25.09.2018	79,328	100,753	0,62

Таблица 1 – Фрагмент данных полученных со спутника Santinel-3 за сентябрь 2018 года

Результаты

Для анализа определения концентрации хлорофилла «а» были использованы спутниковые данные OC-CCI v5 среднесуточных значений хлорофилла «а» на поверхности, основанные на пространственно-временной интерполяции: «Без облаков», уровень обработки L4, пространственное разрешение 4 км× 4 км, из баз данных сервиса мониторинга морской среды Copernicus [1].

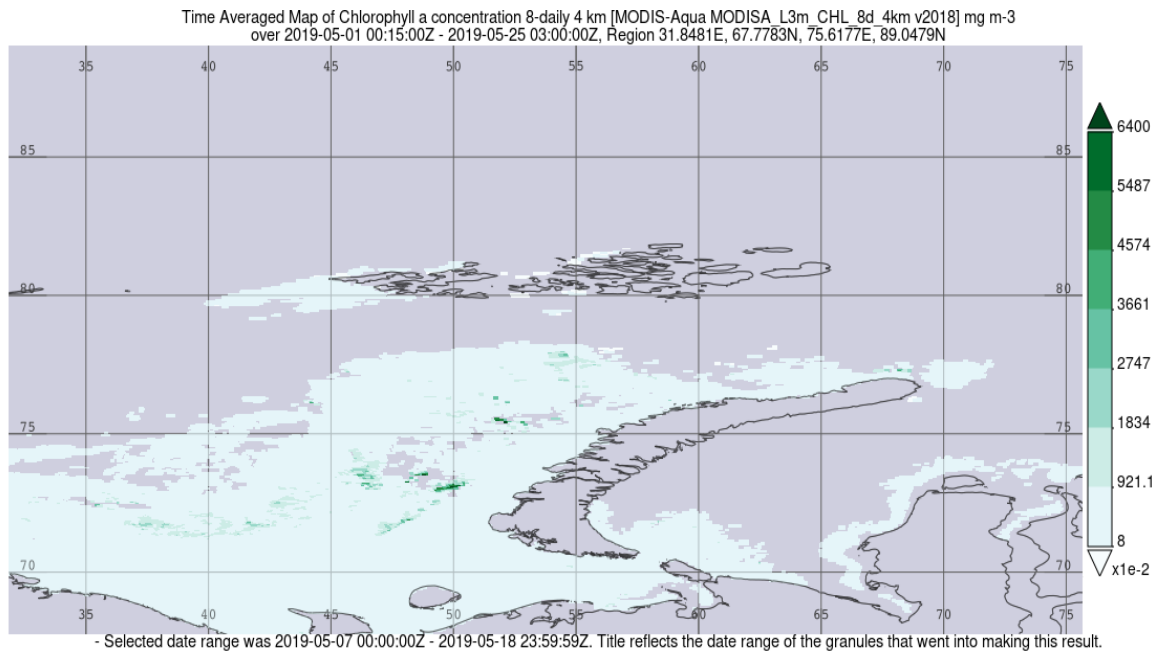


Рисунок 4 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за май 2019 года, в районе Баренцева и Карского морей

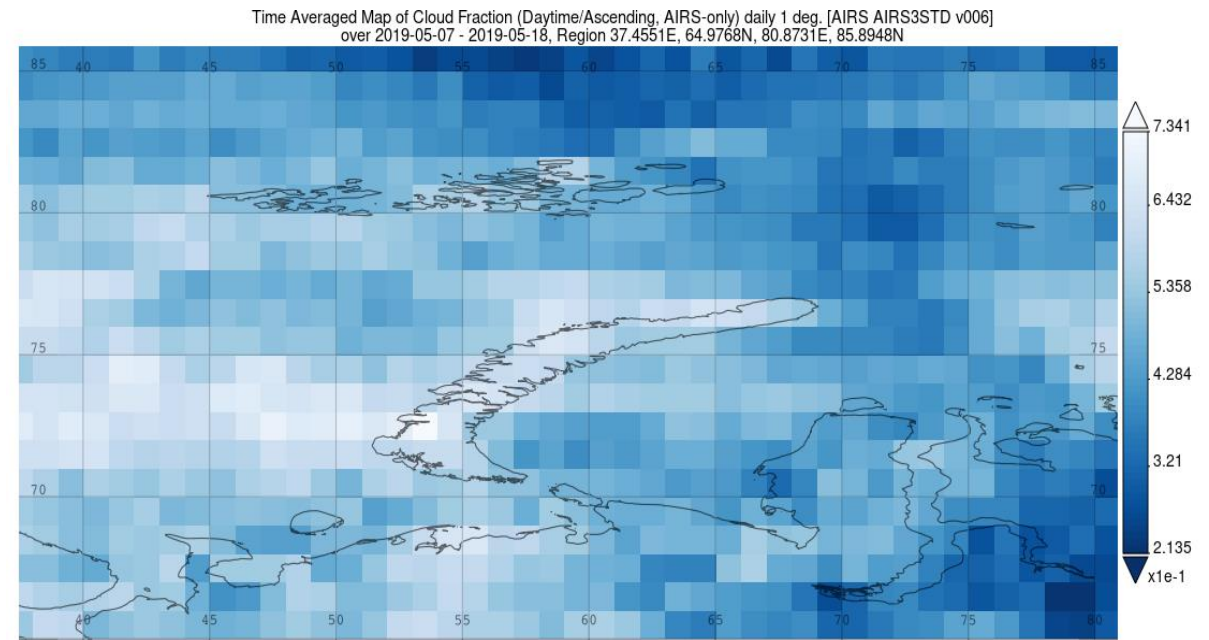


Рисунок 5 – Пространственное распределение облачности за май 2019 года, в районе Баренцева и Карского морей

Распределение хлорофилла «а» по данным *in situ* и спутниковым за 2018 год

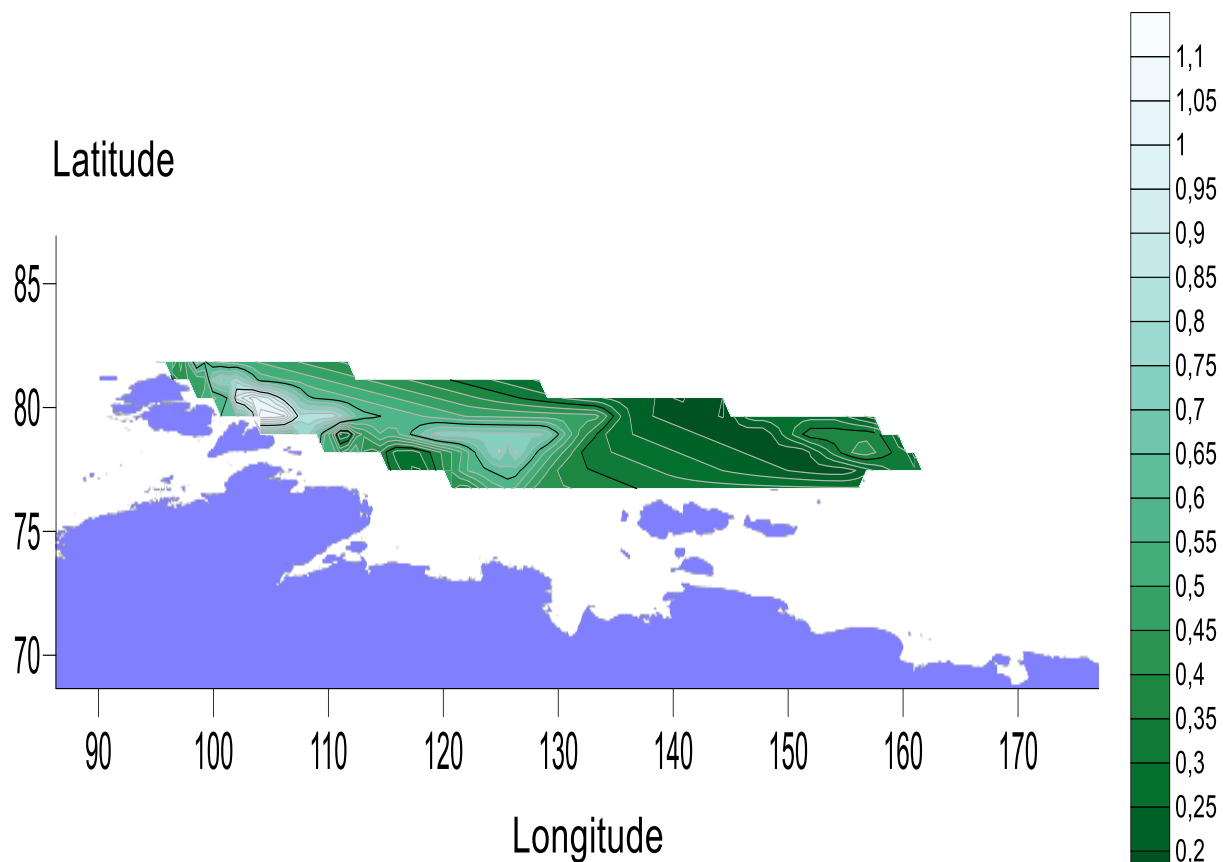


Рисунок 6 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за 2018 год, август- сентябрь (данные *in situ*)

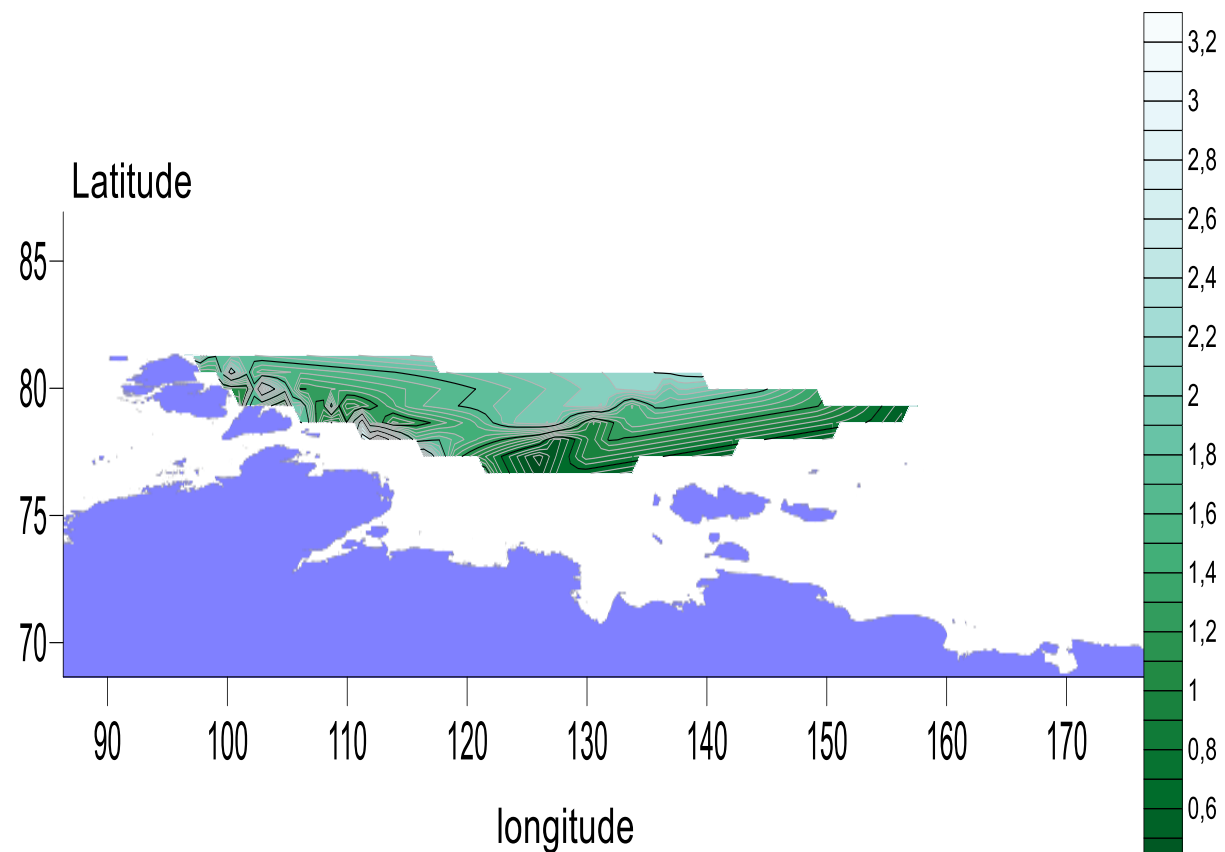


Рисунок 7 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за 2018 год, август- сентябрь (данные спутника Santinel-3)

Распределение хлорофилла «а» по данным in situ и спутниковым за май 2019 года

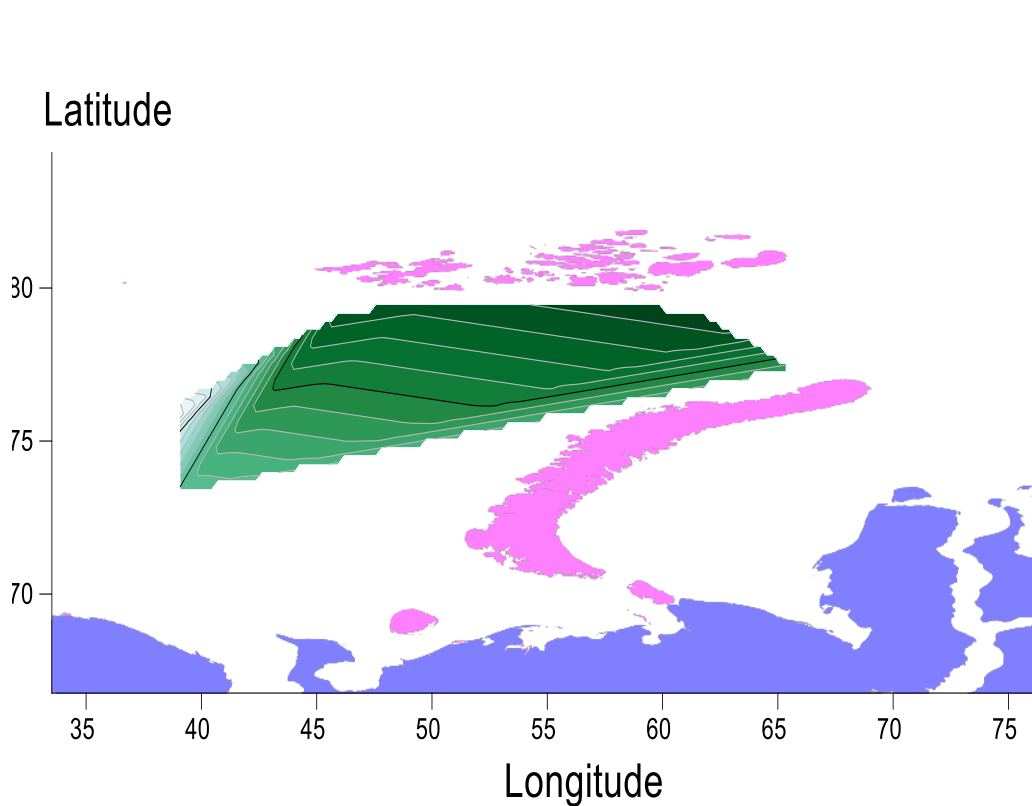


Рисунок 8 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за 2019 год, май (данные in situ)

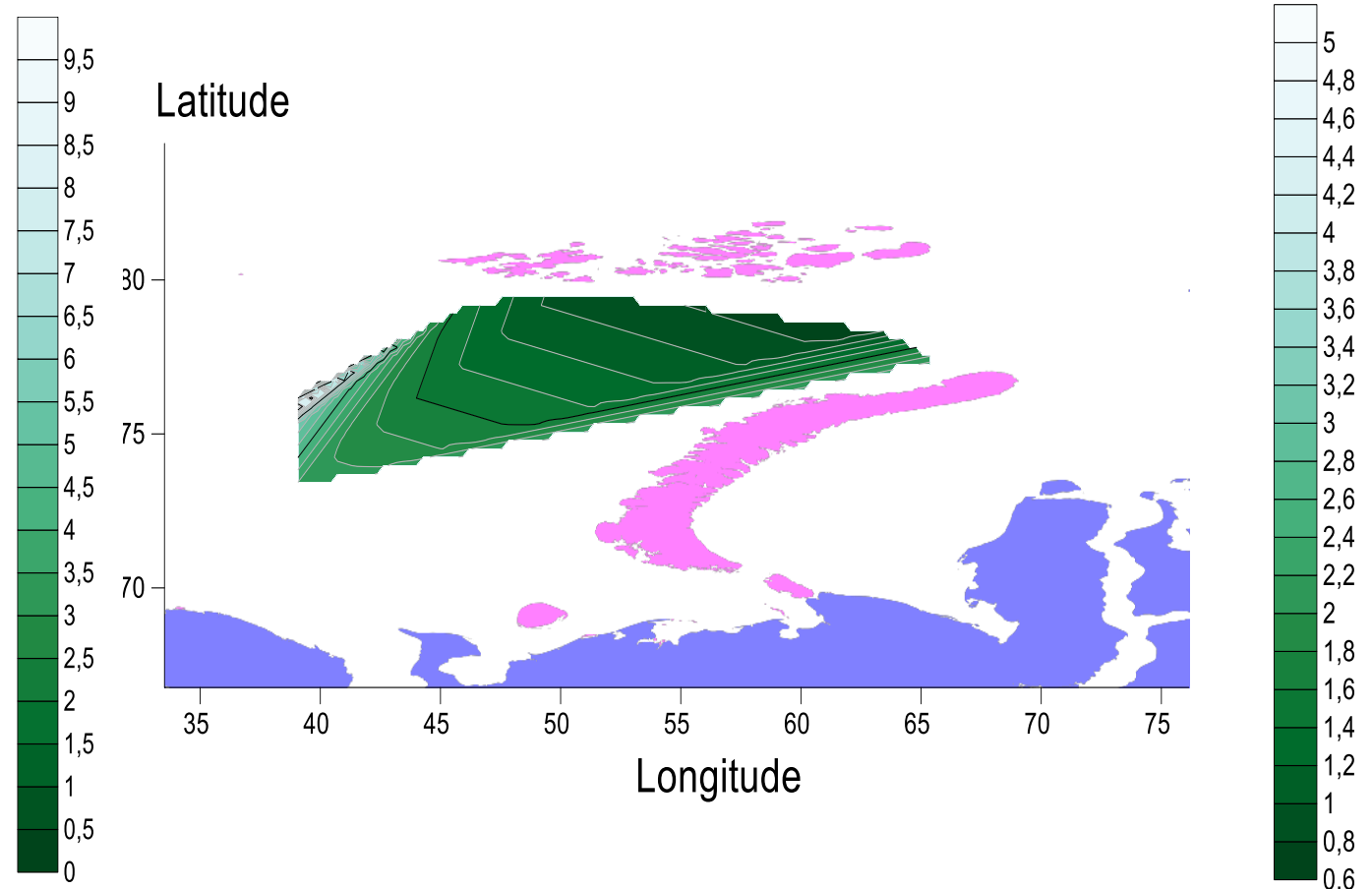


Рисунок 9 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за 2019 год, май (данные спутника Santinel-3)

Распределение хлорофилла «а» по данным in situ и спутниковым за сентябрь-октябрь 2019 года

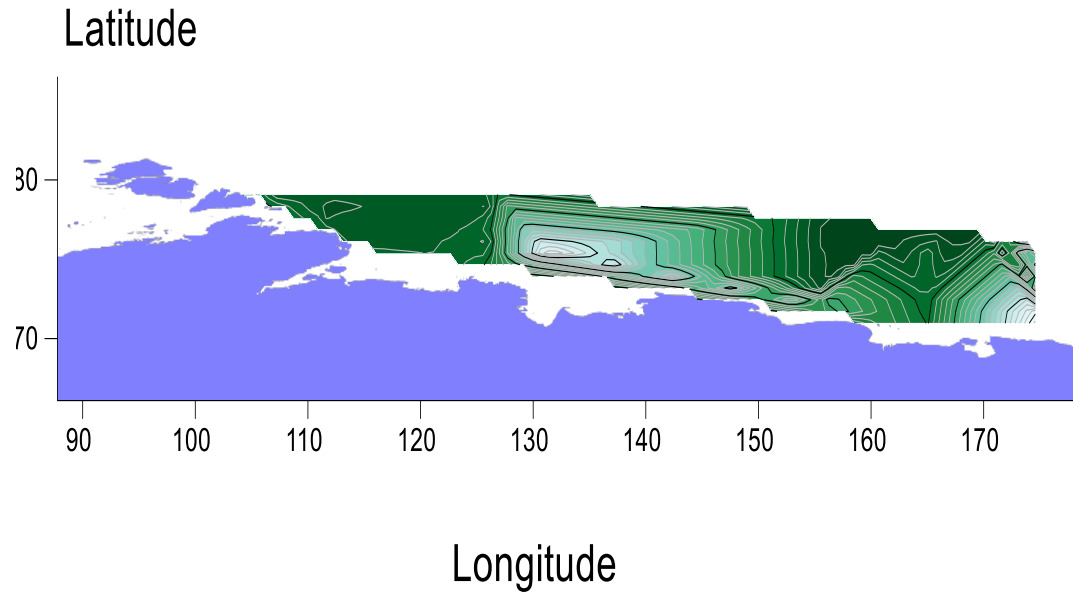


Рисунок 10 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за 2019 год, сентябрь- октябрь (данные in situ)

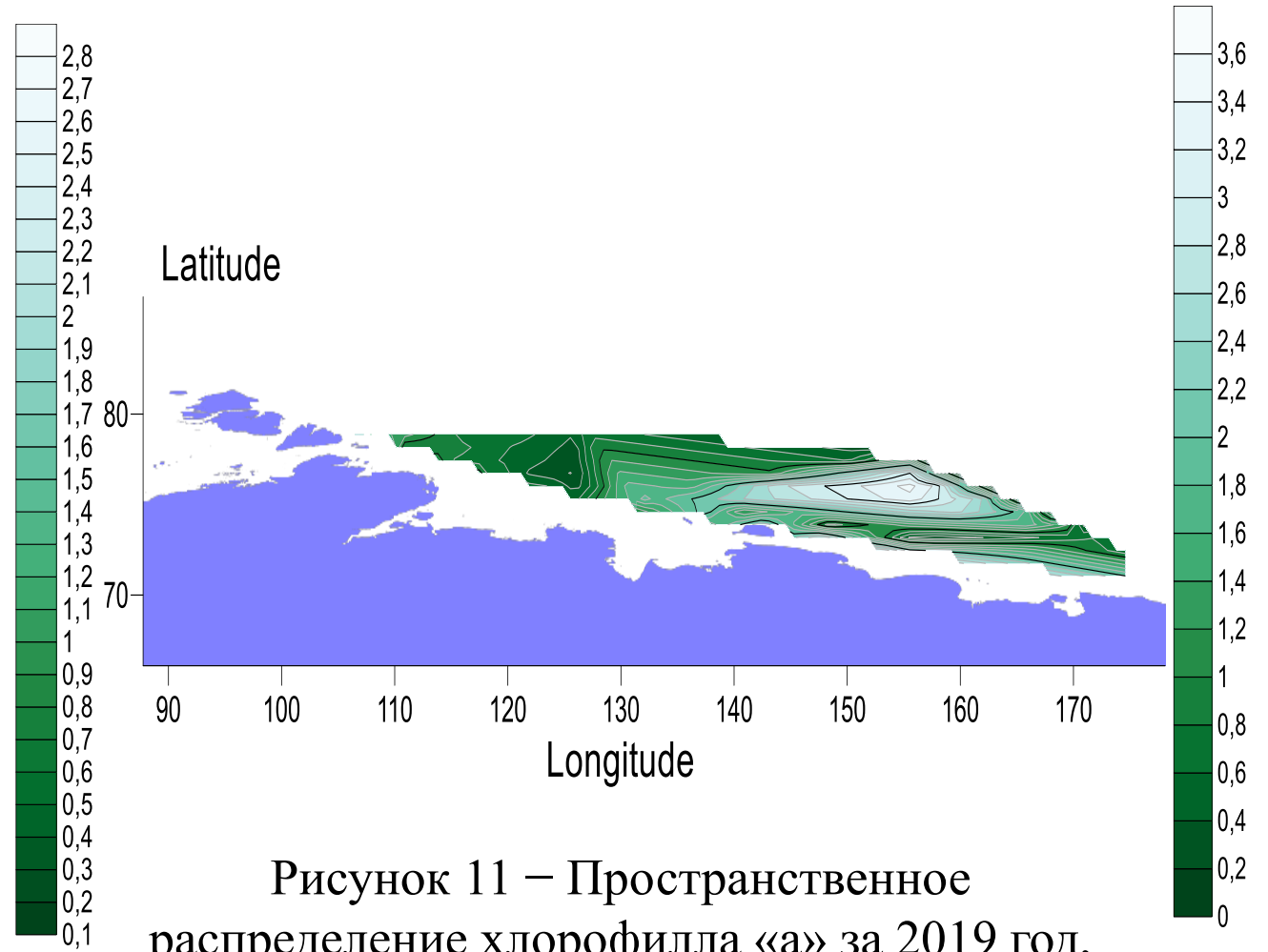


Рисунок 11 – Пространственное распределение хлорофилла «а» за 2019 год, сентябрь- октябрь (данные спутника Sentinel-3)

Диаграмма рассеяния за август и сентябрь 2018 года

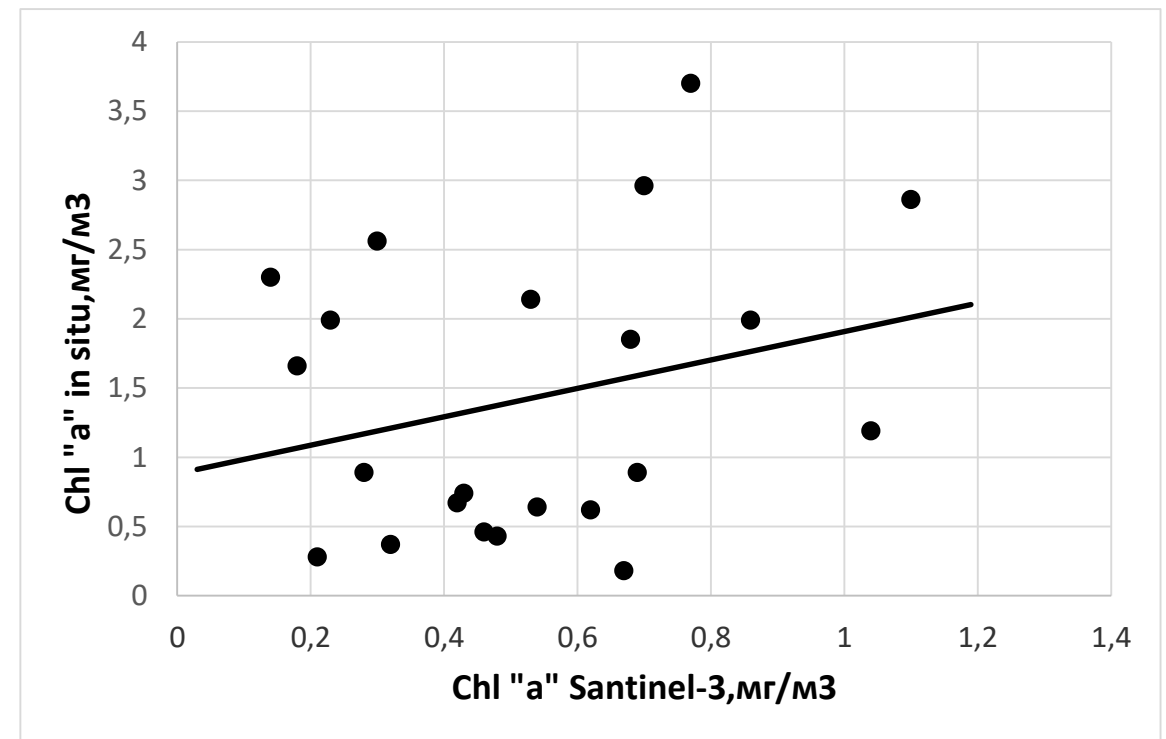
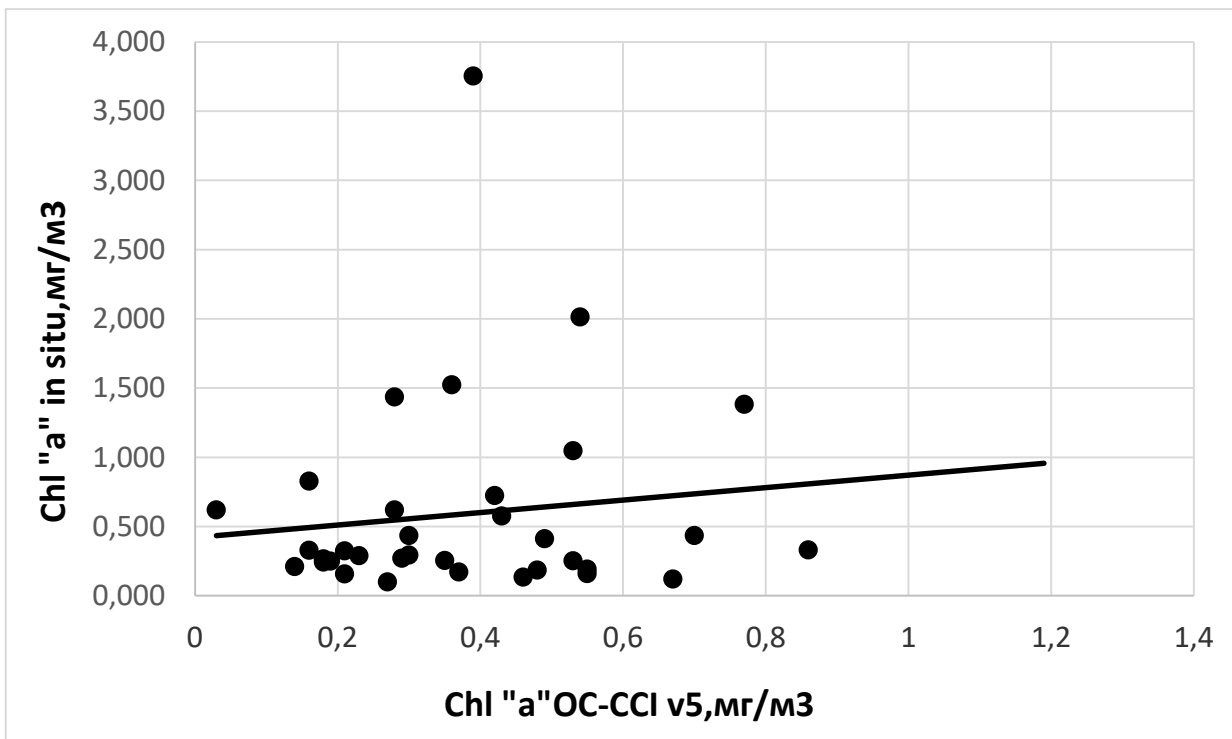


Рисунок 12 – Диаграмма рассеяния между in situ и OC-CCI v5 (слева) и in situ и Santinel-3 (справа), в период с августа по сентябрь 2018 года.

Сравнительный анализ данных за 2018 год

Time Averaged Map of Cloud Fraction (Daytime/Ascending, AIRS-only) daily 1 deg. [AIRS AIRS3STD v006]
over 2018-08-22 - 2018-09-25, Region 75.0363E, 71.5942N, 166.7941E, 89.1724N

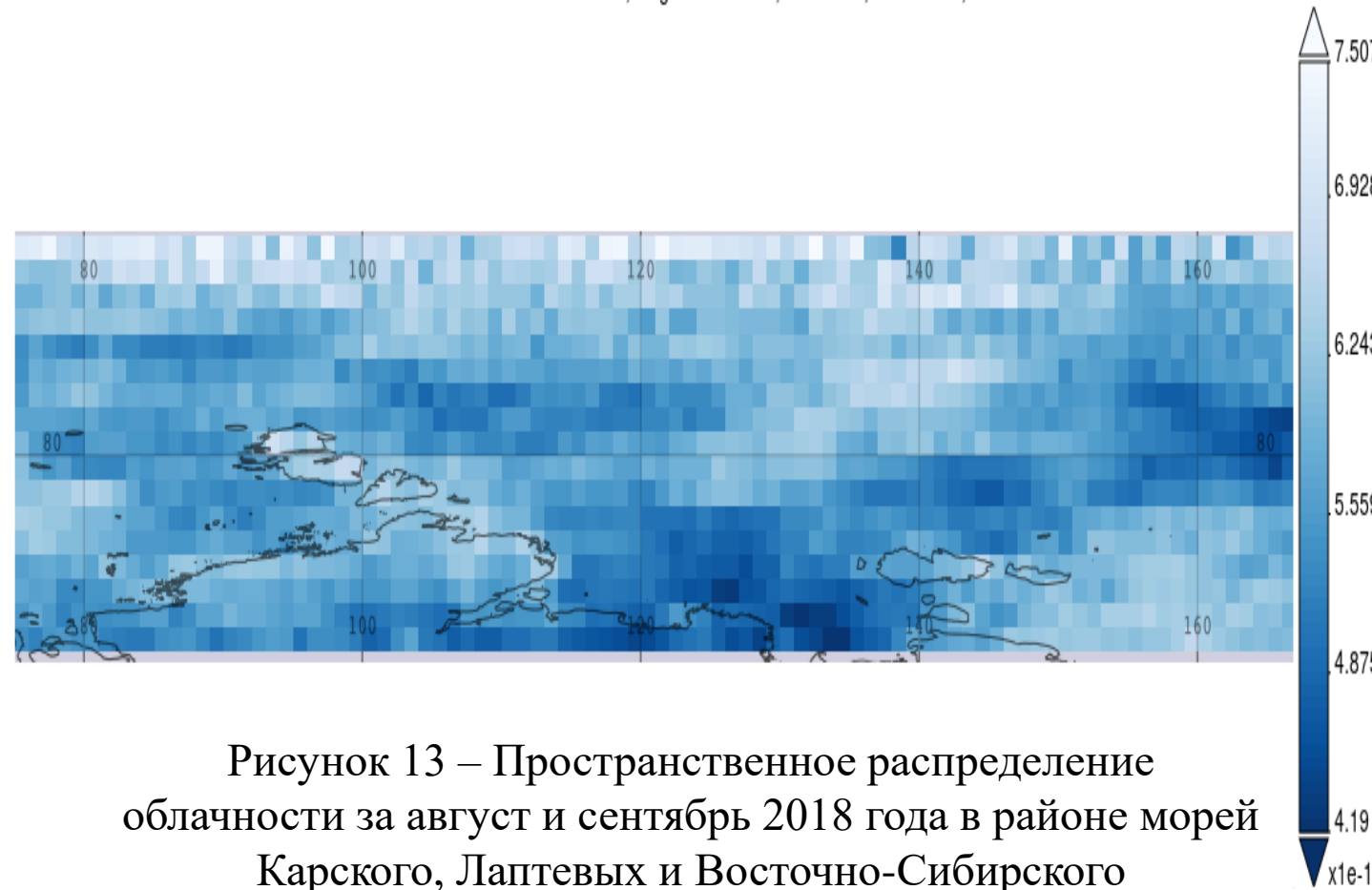


Рисунок 13 – Пространственное распределение облачности за август и сентябрь 2018 года в районе морей Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского

	Наземные	OC-CCI v5	Наземные	Santinel
Ср.Знач chl, мг/м3	0,499	0,588	0,449	1,426
S	0,268	0,716	0,268	1,020
Sx	0,041	0,121	0,041	0,218
Sd	0,128		0,221	
t _{5%}	1,99		1,99	
HCP	0,25		0,44	
d	0,139		0,977	
Итог	d < HCP		d > HCP	
Вывод	Различия несущественные		Различия существенные	

Таблица 2 – Наименьшая существующая разница хлорофилла «а» между наземными и спутниковыми данными

Диаграмма рассеяния за май 2019 года

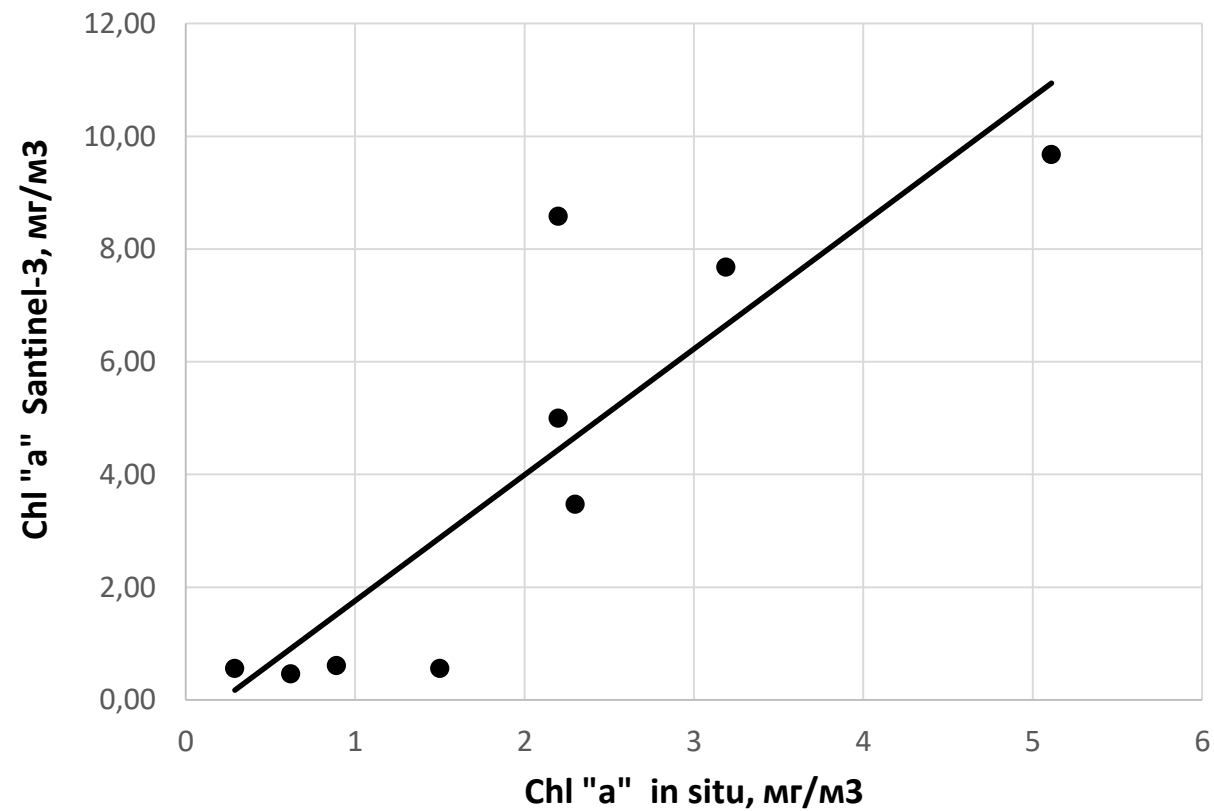
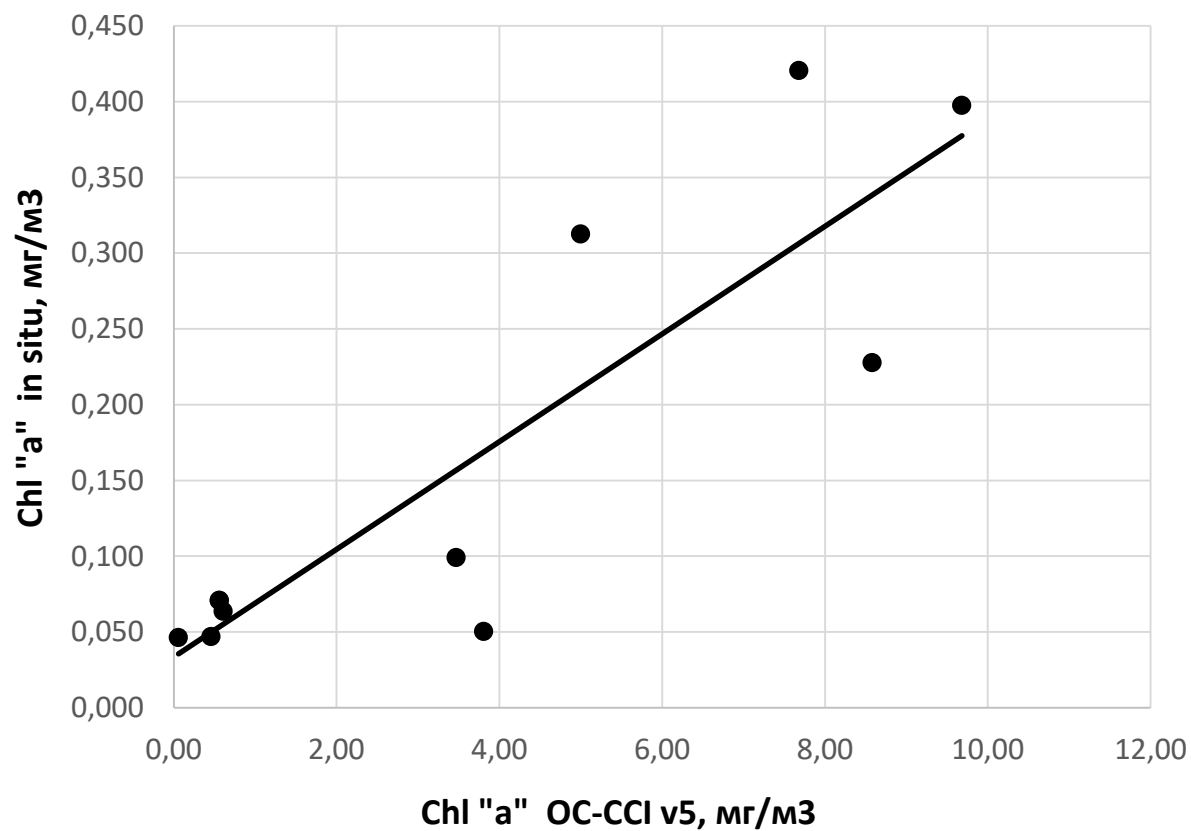
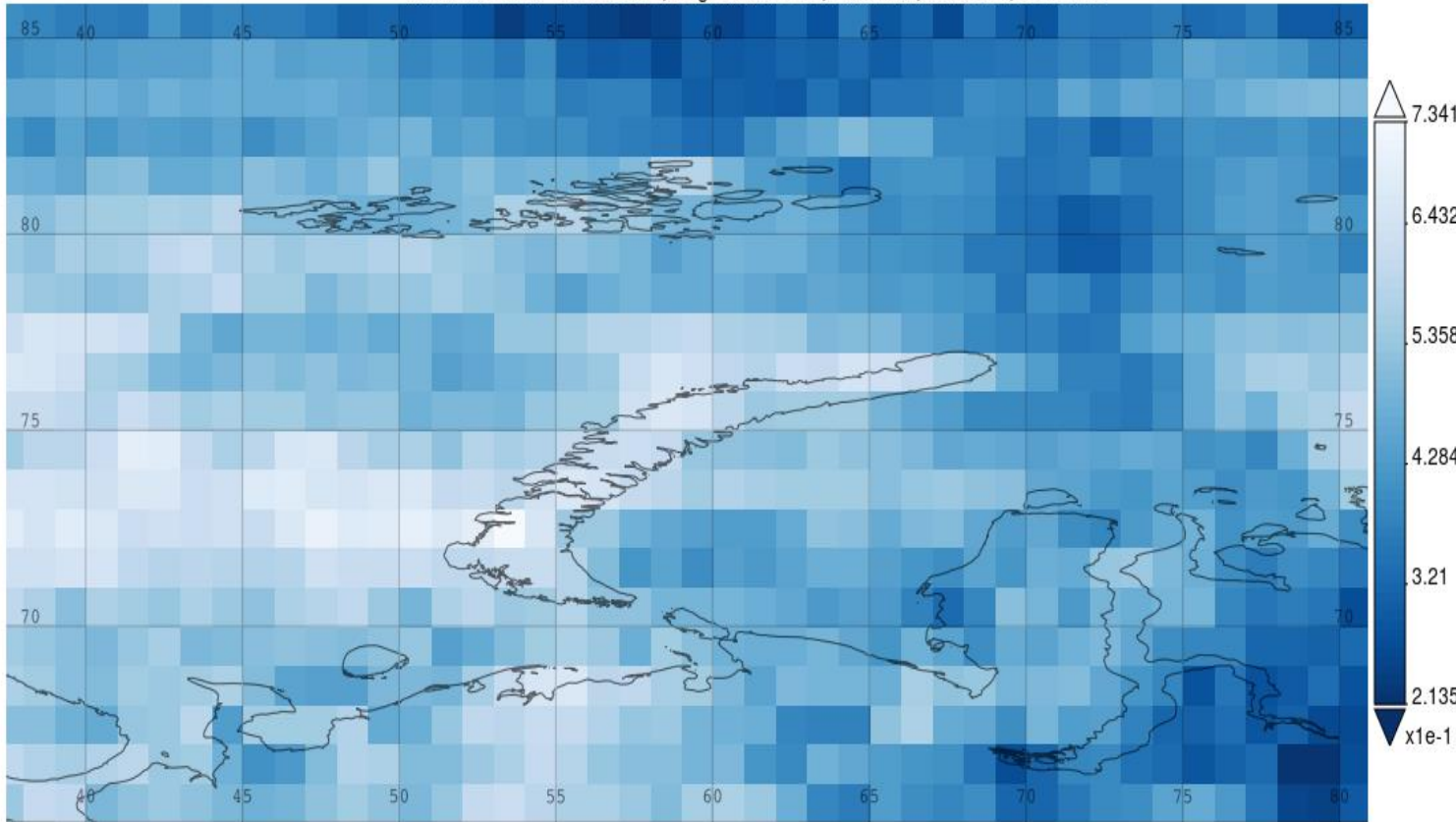


Рисунок 14 – Диаграмма рассеяния между in situ и OC-CCI v5 (слева) и in situ и Santinel-3 (справа), май 2019 год.

Сравнительный анализ данных за май 2019 года

Time Averaged Map of Cloud Fraction (Daytime/Ascending, AIRS-only) daily 1 deg. [AIRS AIRS3STD v006] over 2019-05-07 - 2019-05-18, Region 37.4551E, 64.9768N, 80.8731E, 85.8948N



	Наземные	OC-CCI v5	Наземные	Santinel
Ср.Знач chl, мг/м ³	3,679	0,164	3,679	2,033
S	3,608	0,148	3,608	1,481
Sx	1,088	0,045	1,088	0,494
Sd	1,089		1,195	
t _{5%}	2,09		2,09	
HCP	2,27		2,49	
d	3,515		1,646	
Итог	d>HCP		d<HCP	
Вывод	Различия существенные		Различия несущественные	

Рисунок 15 – Пространственное распределение облачности за май 2019 года, в районе Баренцева и Карского морей

Таблица 3 – Средние значения наземных и спутниковых данных хлорофилла «а»

Диаграмма рассеяния за сентябрь и октябрь 2019 года

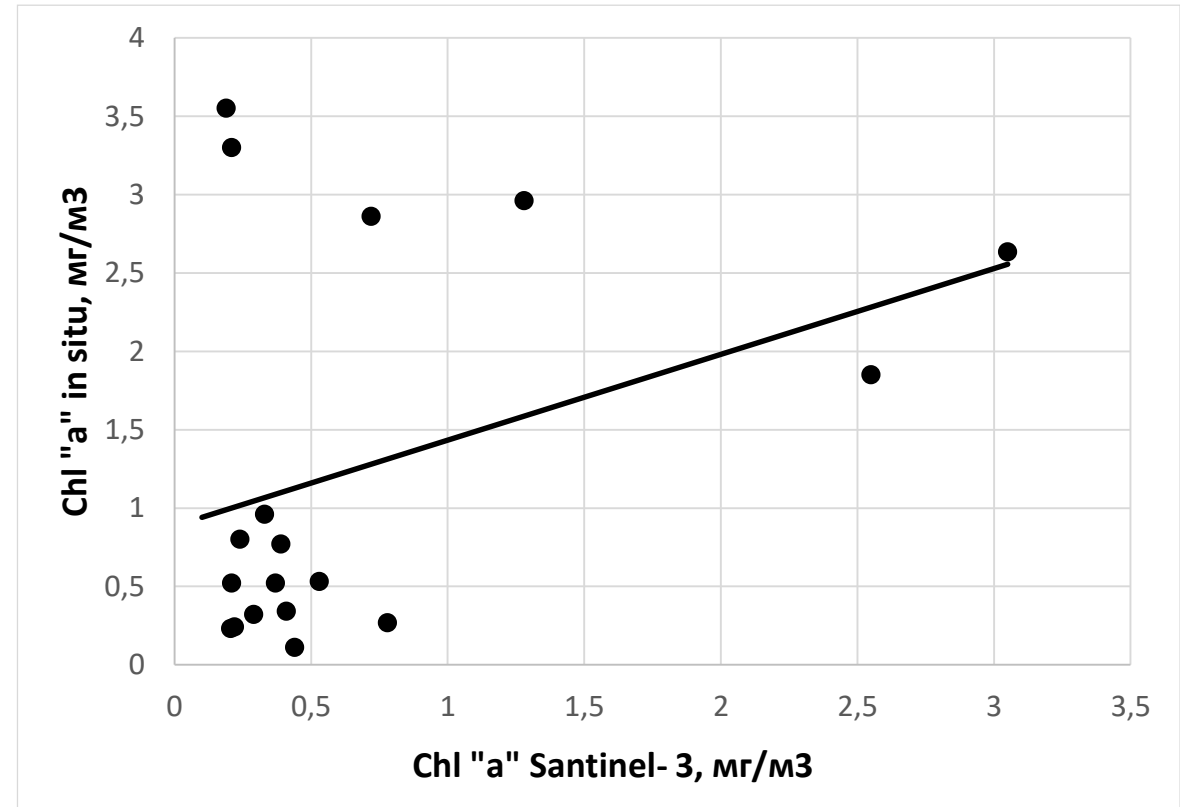
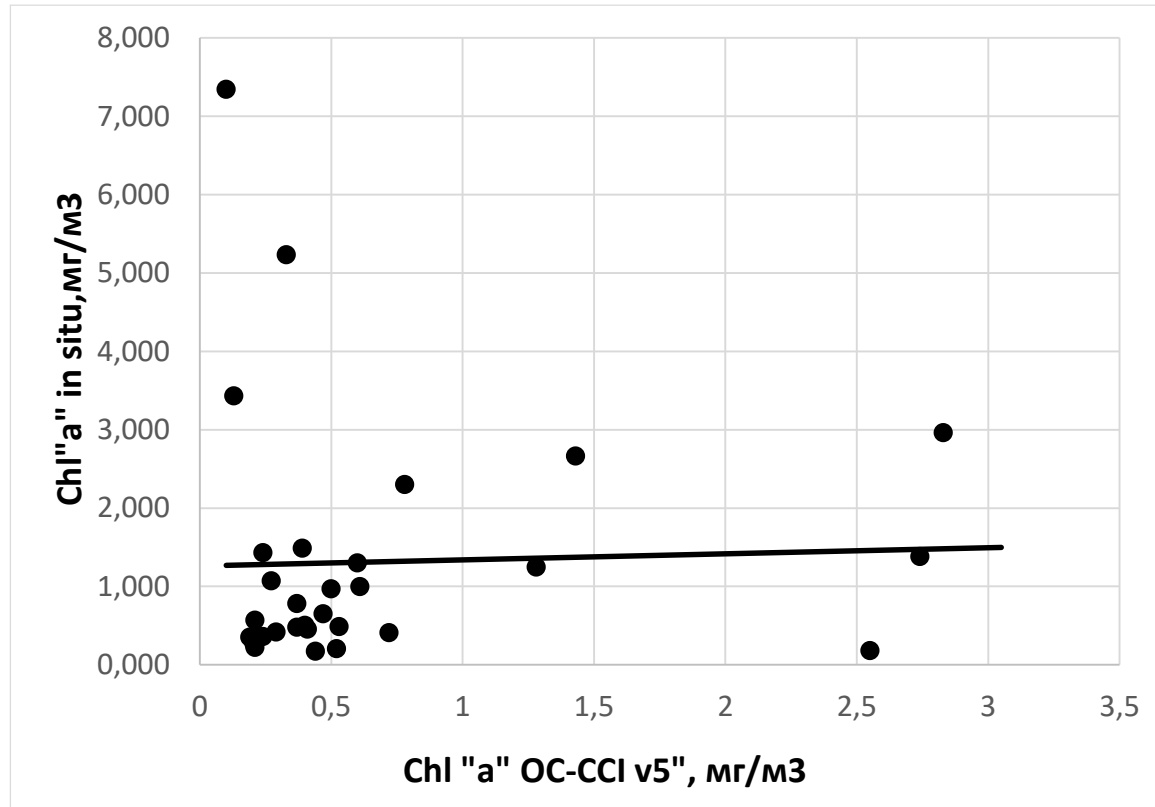
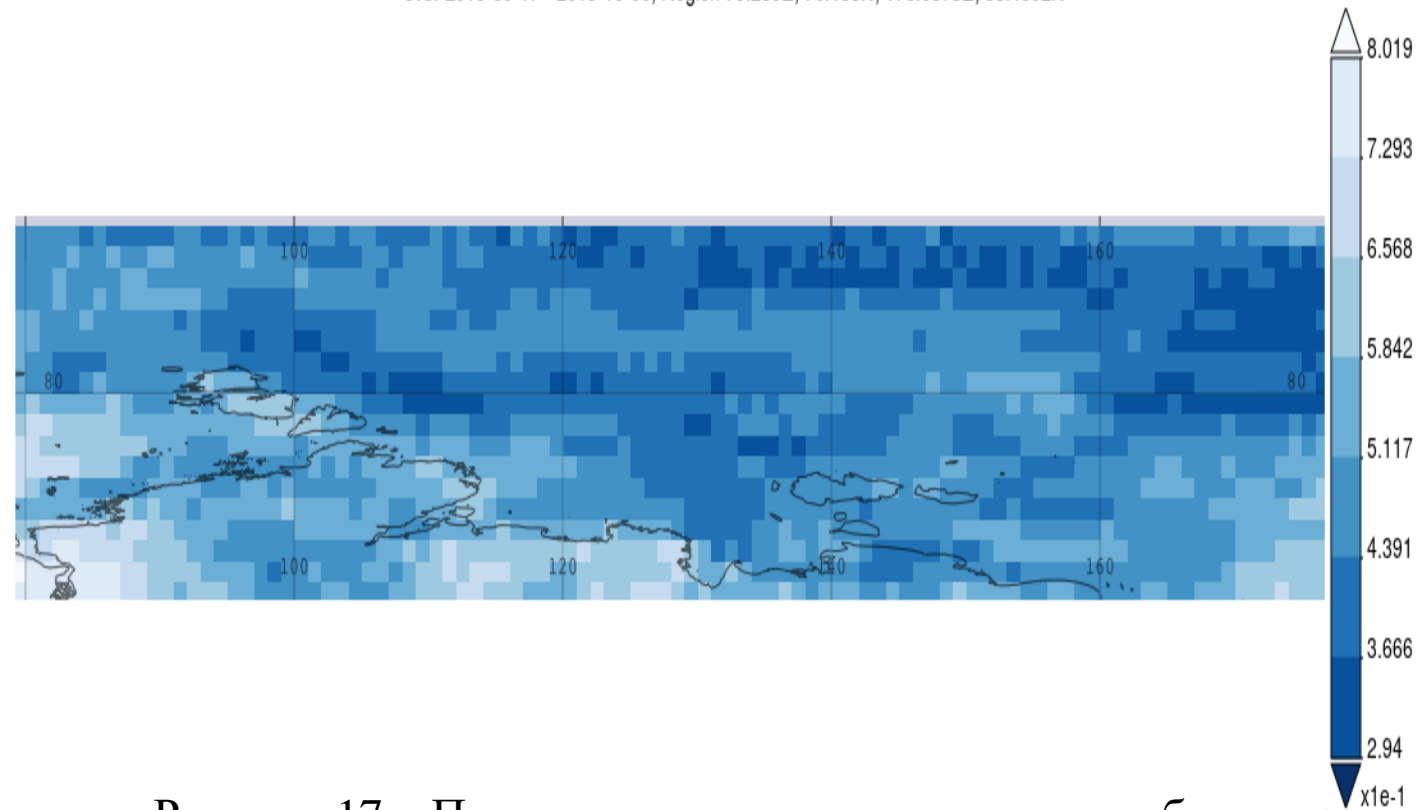


Рисунок 16 – Диаграмма рассеяния между in situ и OC-CCI v5 (слева) и in situ и Santinel-3 (справа), в период с сентября по октябрь 2019 года.

Сравнительный анализ данных за сентябрь и октябрь 2019 года

Time Averaged Map of Cloud Fraction (Daytime/Ascending, AIRS-only) daily 1 deg. [AIRS AIRS3STD v006]
over 2019-09-17 - 2019-10-06, Region 79.255E, 70.188N, 176.6378E, 88.4692N



	Наземные	ОС-CCI v5	Наземные	Santinel
Ср.Знач chl, мг/м ³	0,753	1,311	0,753	1,264
S	0,849	1,597	0,849	1,222
Sx	0,143	0,287	0,143	0,288
Sd	0,321			0,322
t _{5%}	2,00			2,00
HCP	0,64			0,64
d	0,558			0,511
Итог	d<HCP			d<HCP
Вывод	Различия незначительные			Различия незначительные

Рисунок 17 – Пространственное распределение облачности за сентябрь и октябрь 2019 года в районе морей Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского

Таблица 4 – Средние значения наземных и спутниковых данных хлорофилла «а»

Влияние облачности

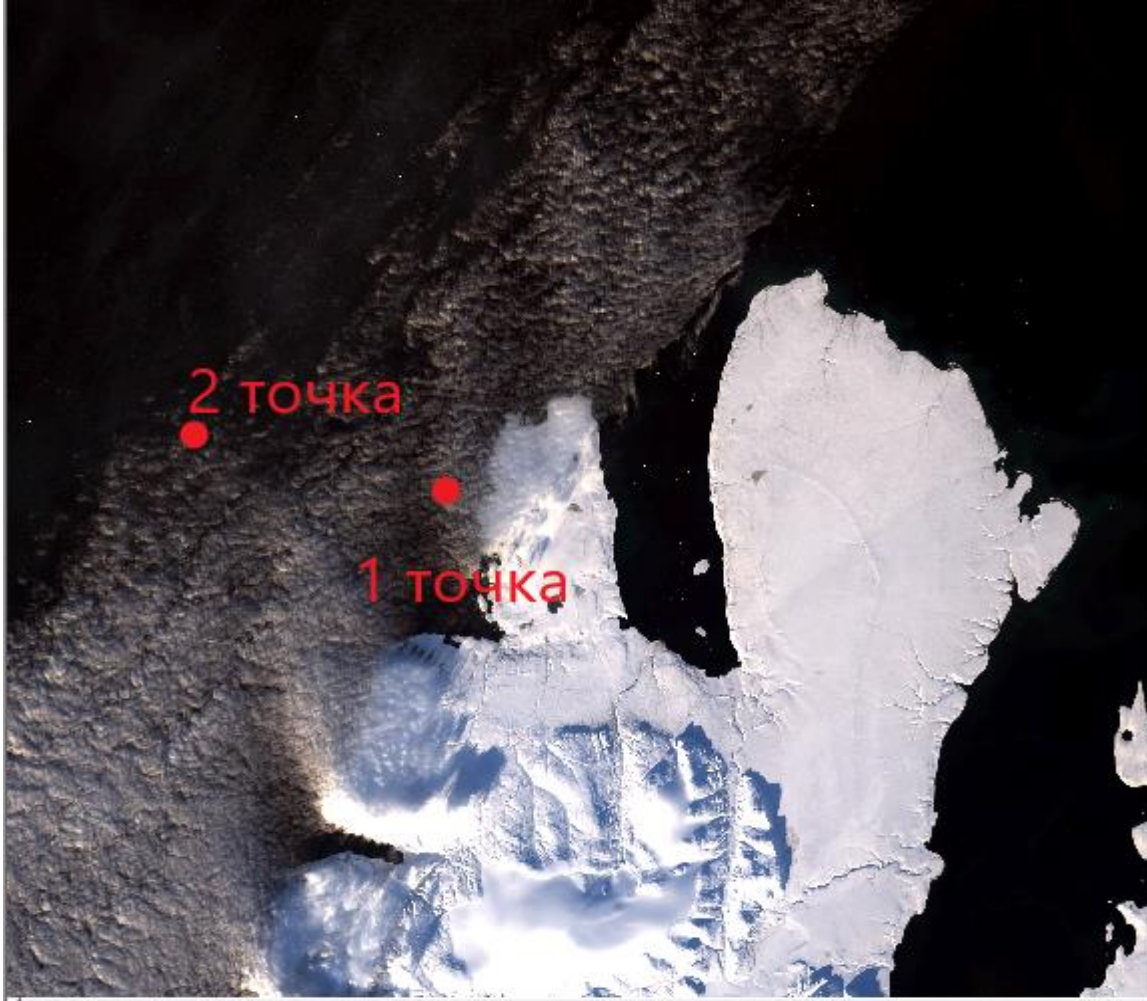


Рисунок 18 – Цветосинтезированное изображение 4-3-2 по данным спутника Landsat-8 за 25.09.2018 г, в районе Северной Земли

	Дата	Широта	Долгота	Наземные	OC-CCI v5	Santinel
1 точка	25.09.2018	79,296	101,428	0,68	-	1,85
2 точка	25.09.2018	79,328	100,753	0,62		0,62

Таблица 5 – Экспедиционные значения хлорофилла «а» и спутниковые

Заключение

- ✓ В ходе работы была проведена верификация наземных и спутниковых данных. Исходя из этого, сделан вывод, что на данный момент ДЗЗ видимого и ближнего зондирования ИК- диапазонов не дают достаточно точную информацию, которую можно использовать для спутникового мониторинга биопродуктивности водных объектов. Присутствие облачности искажает некоторые данные, особенно в Арктическом регионе, где облачность частое явление.
- ✓ Сравнительный анализ полученных данных показал, что полученную информацию можно использовать, отфильтровывая места, где присутствуют облака, несмотря на то, что количество данных может сократиться, есть возможность наблюдений за «цветения» фитопланктона. Максимальное значение хлорофилла «а» по наземным данным было зафиксировано в мае 2019 года, концентрация была равна 9,68 мг/м³, спутниковые же данные показали иные значения. У спутника OC-CCI v5 значение равно 0,42 мг/м³, а Santinel-3- 5,11 мг/м³, что так же доказывает сделанные мной выводы выше.

Список литературы

1. Schuckmann K., Traon P.-Y. L., Alvarez-Fanjul E. et al. The Copernicus Marine Environment Monitoring Service Ocean State Report // Journal of Operational Oceanography. 2016. 9:sup 2. P. 235–320.
2. Arar, E. J. AND G. B. COLLINS. Method 445.0 In Vitro Determination of Chlorophyll a and Pheophytin ain Marine and Freshwater Algae by Fluorescence. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1997.
3. Гительзон И.И., Чепилов В.В. Изучение водных экосистем дистанционными оптическими методами // Методические основы комплексного экологического мониторинга океана. М.: Гидрометеоиздат, 1988. С. 230–259.
4. Симаккина Т.Е., Получение и обработка спутниковых снимков // Российский государственный гидрометеорологический Университет, 2010. С. 33-37
5. К.А. Мальцев, С.С. Мухарамова, Построение моделей пространственных переменных (сприменением пакета Surfer)// Казанский университет, 2014. с. 43-47.

Спасибо за внимание!

