



Девятнадцатая международная конференция
«Современные проблемы дистанционного
зондирования Земли из космоса»
15 – 19 ноября 2021.



Расчет эффективных значений спектров показателя
поглощения с учетом стратификации оптических
характеристик морской воды
ПО СПУТНИКОВЫМ И СУДОВЫМ ДАННЫМ

Юшманова А.В.^{1,2}, Глуховец Д.И.^{1,2}, Артемьев В.А.¹

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

²Московский физико-технический институт

yushmanova@phystech.edu

Москва
2021

Актуальность

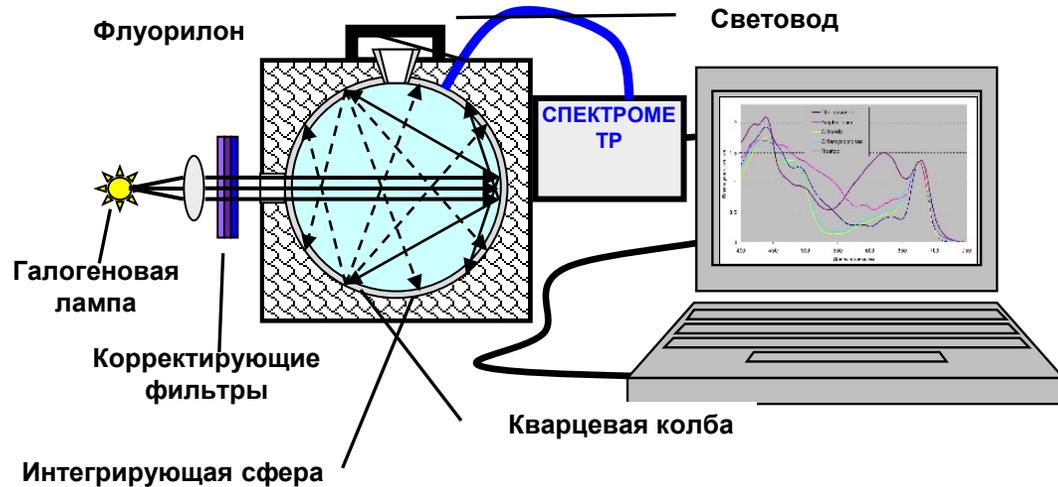
Поглощение солнечной энергии в Арктике – один из факторов глобального потепления, проявляющийся в данном регионе особенно ярко.

Цель работы

С учетом стратификации получить эффективные значения показателя поглощения взвешенными частицами в толще воды, а не на отдельных горизонтах.

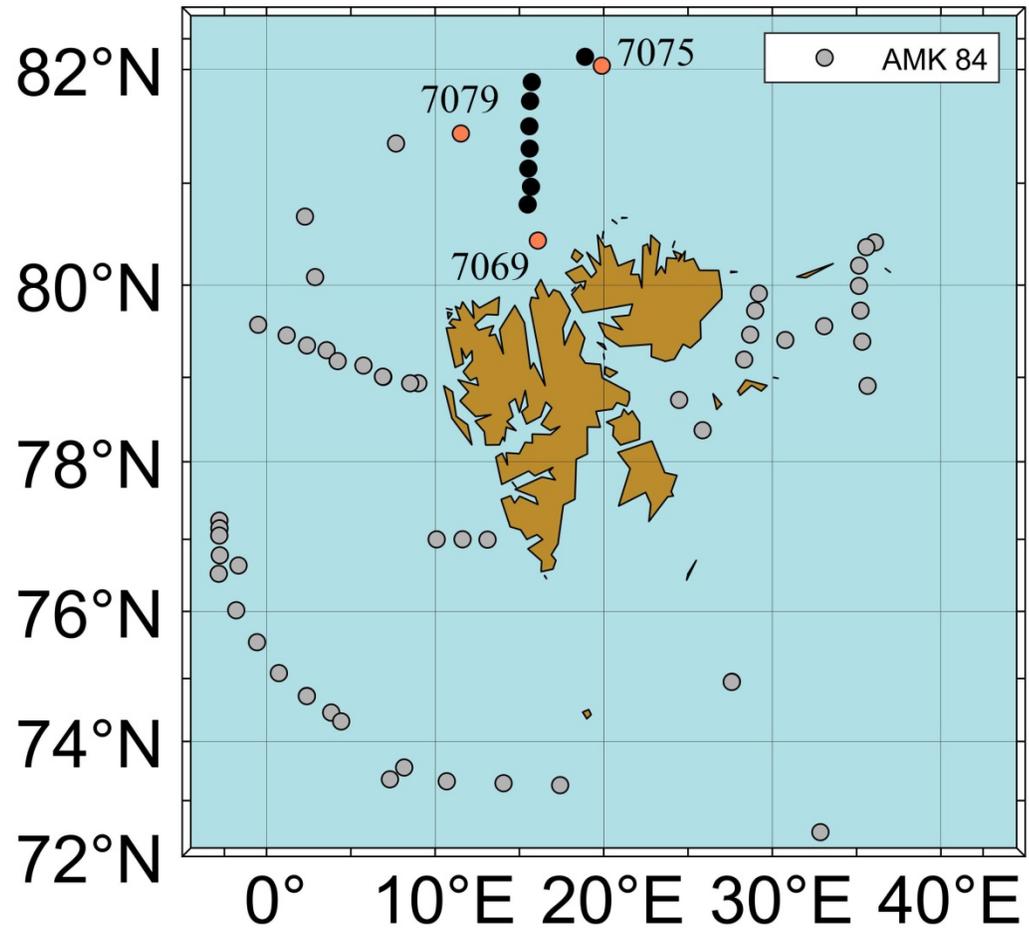
Подготовить данные спектральных показателей поглощения для использования в биооптических моделях, учитывающих стратификацию

Используемые данные и методы обработки

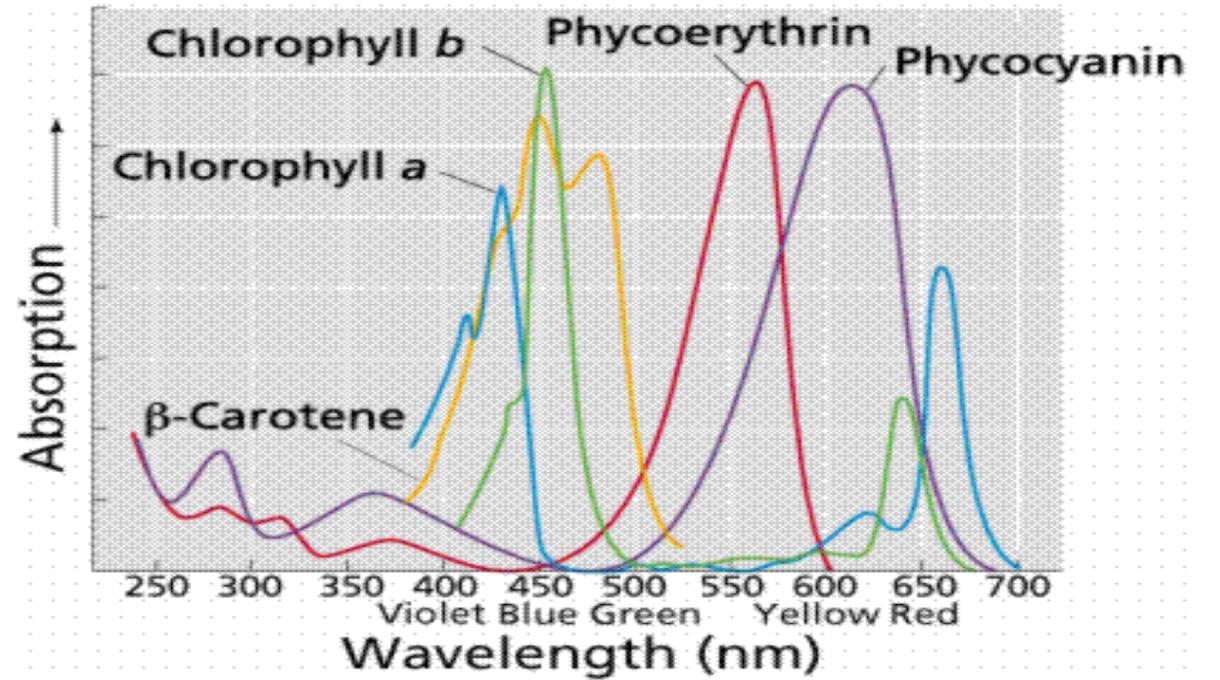
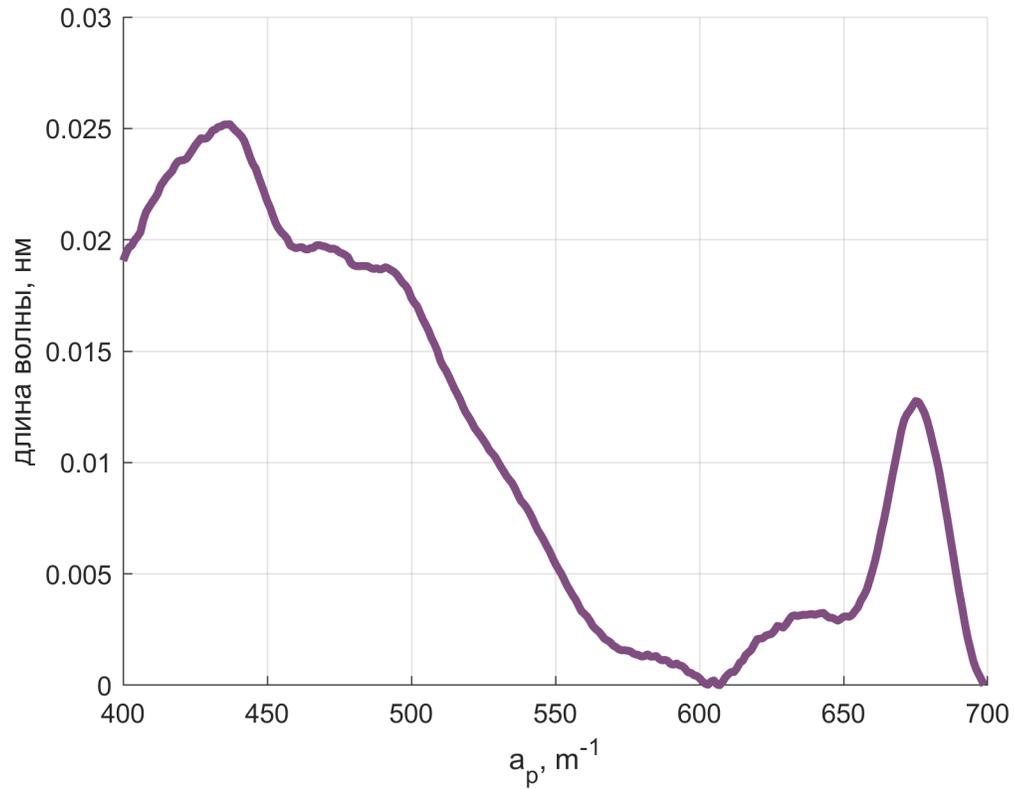


- **Портативный спектрофотометр** в конфигурации ICAM (Погосян и др., 2009). Для расчета спектральных величин показателя поглощения используется разработанная программа (Глуховец и др., 2017).
- Вертикальные профили показателя ослабления света морской водой на длине волны 530 нм $s(530)$ получены с помощью прозрачномера ПУМ-200.
- Измеритель фотосинтетически активной радиации (ФАР) Li-COR использовался для расчета значений показателя диффузного ослабления света K_d в диапазоне ФАР (400-700 нм).
- Значения $R_{rs}(\lambda)$ получены с помощью плавающего спектрорадиометра ПРО-1.
- Модель GIOP (Generalized Inherent Optical Properties).
- Спутниковые данные второго уровня MODIS Aqua, Terra; VIIRS; OLCI.

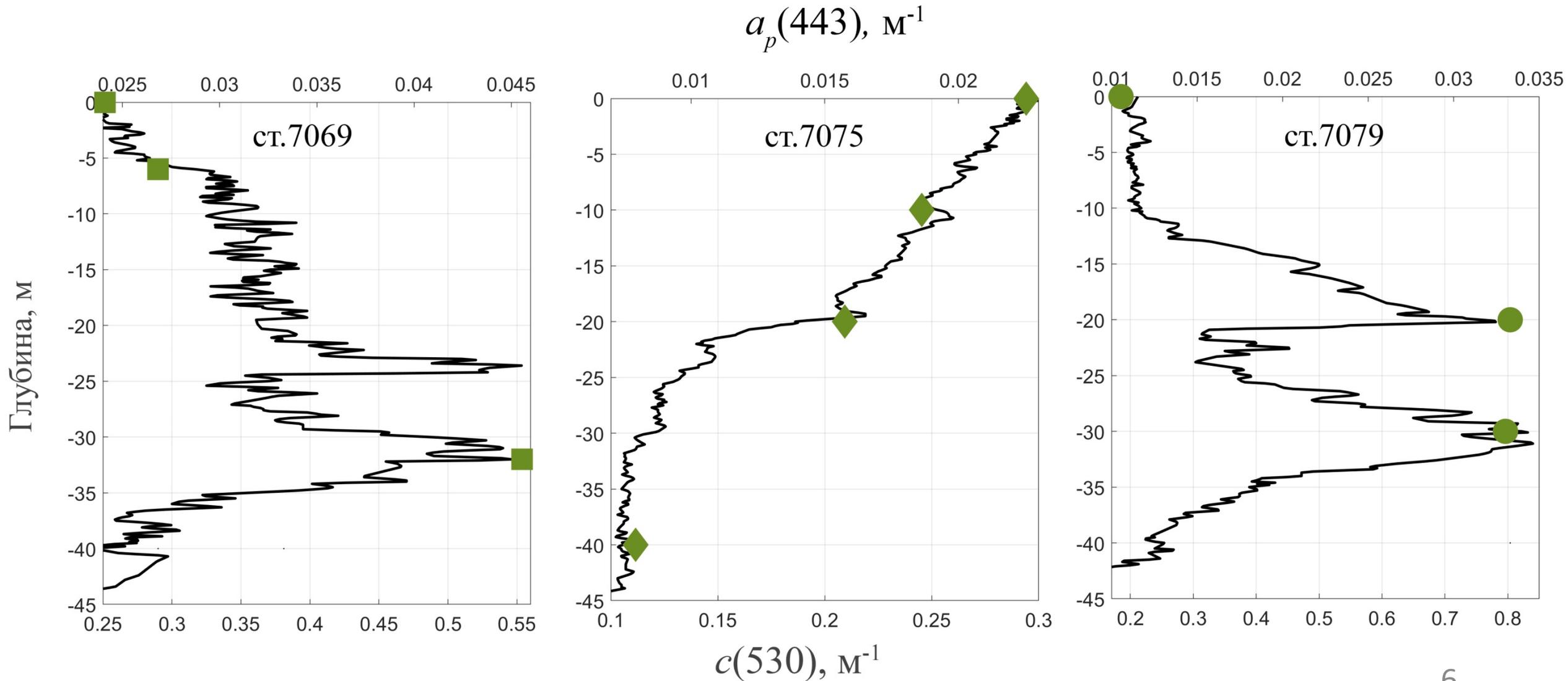
Карта используемых станций рейса НИС АМК 84, август 2021 г.



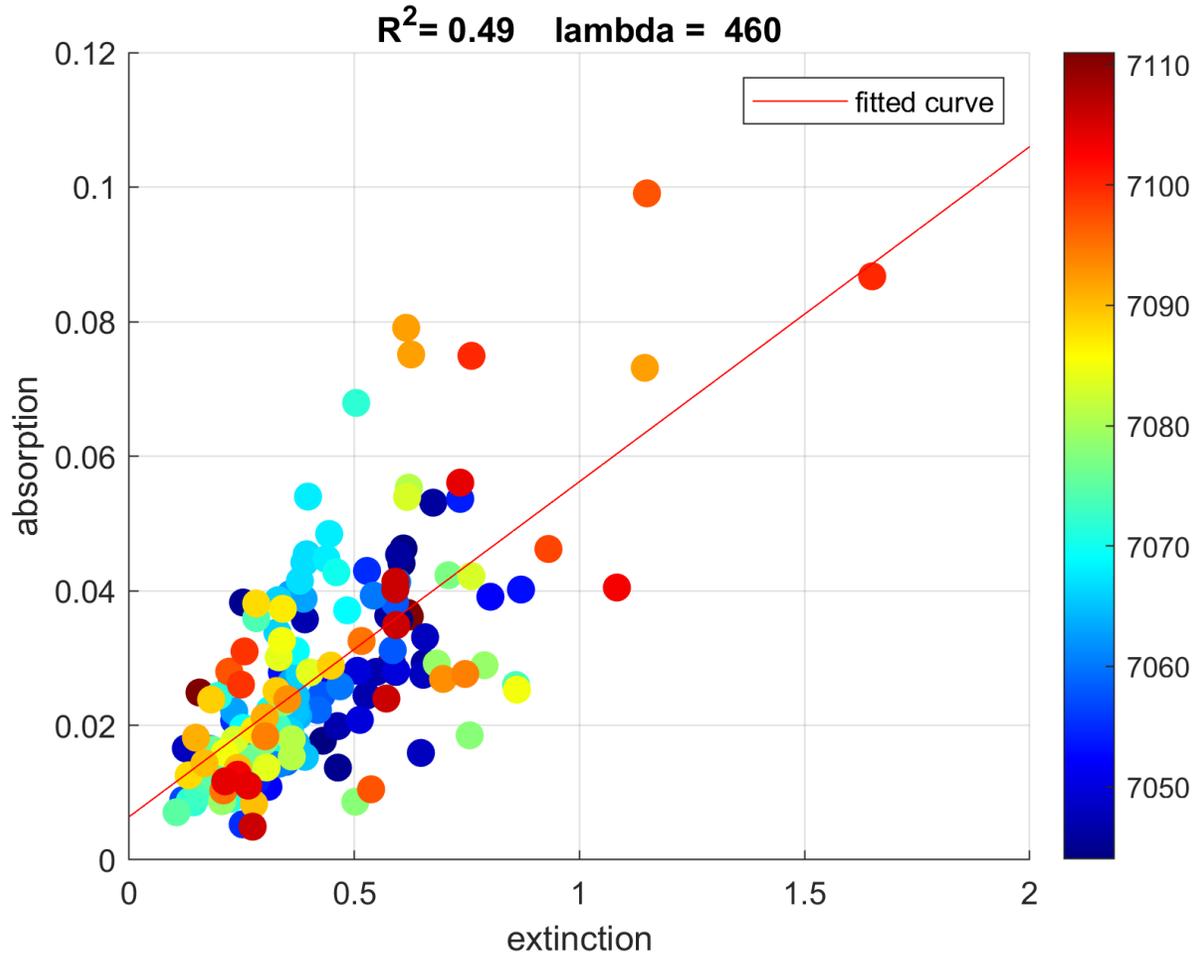
Спектры поглощения взвешенным веществом



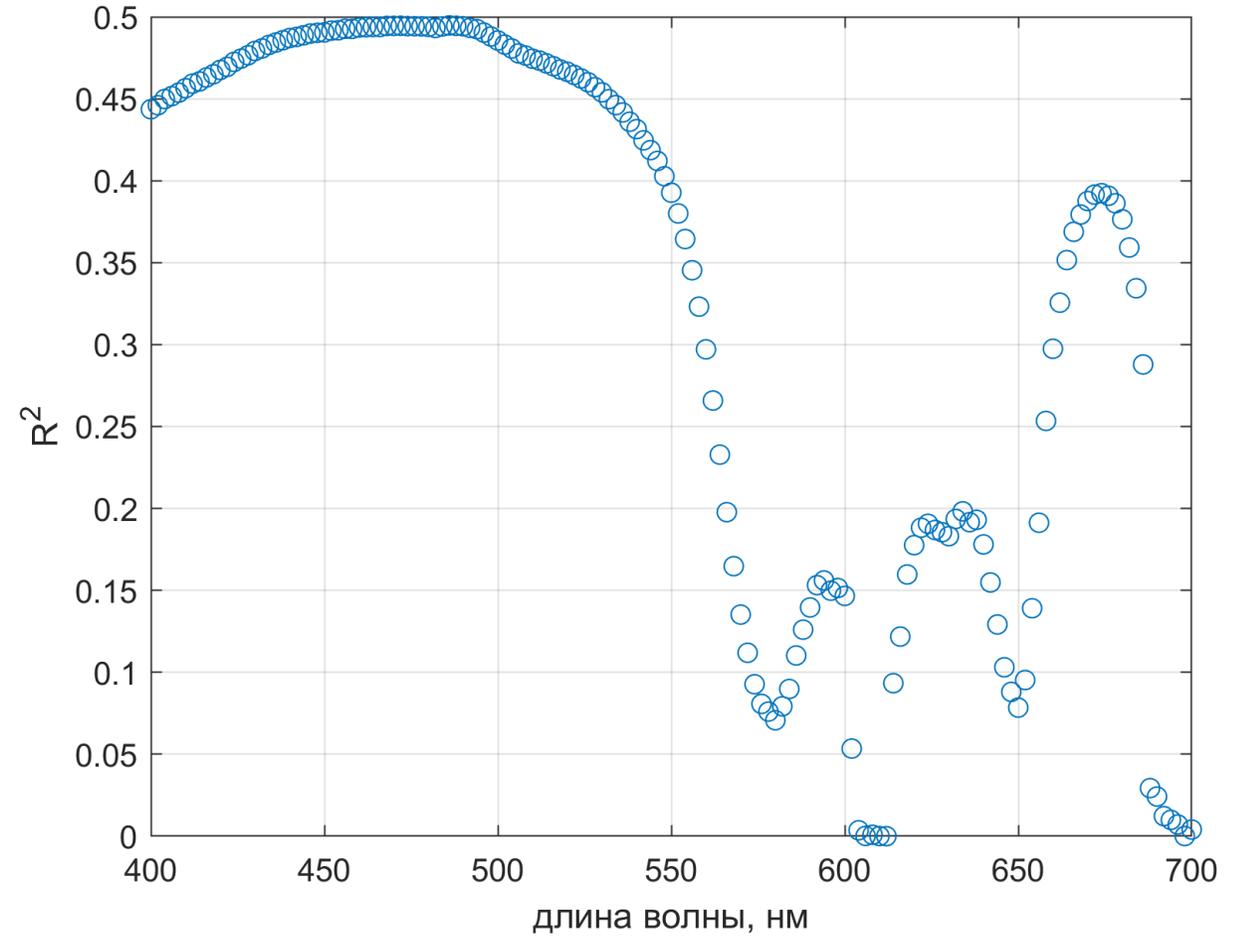
Профили показателя ослабления и значения показателя поглощения взвешенными частицами



Сопоставление ослабления и поглощения взвешенными частицами



$$a_p(460) = 0.05 * c(530) + 0.006$$

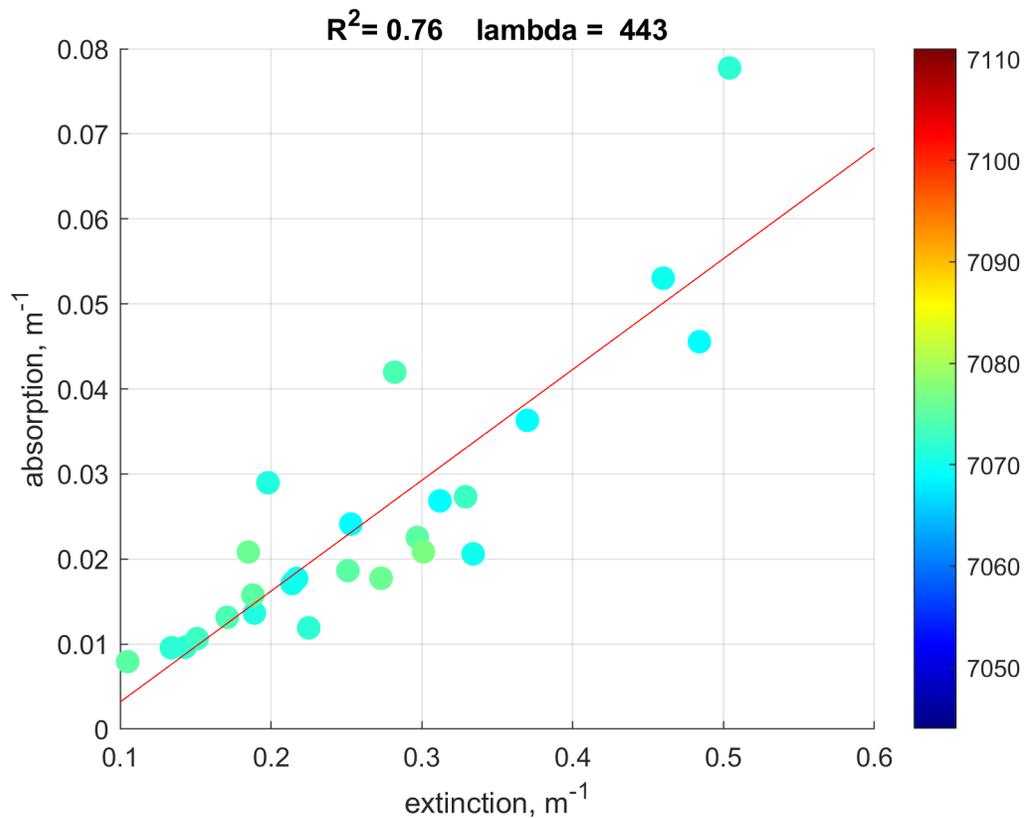
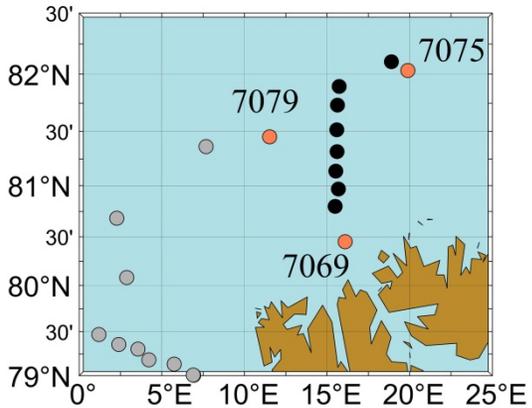


$$R^2 = 0.49$$

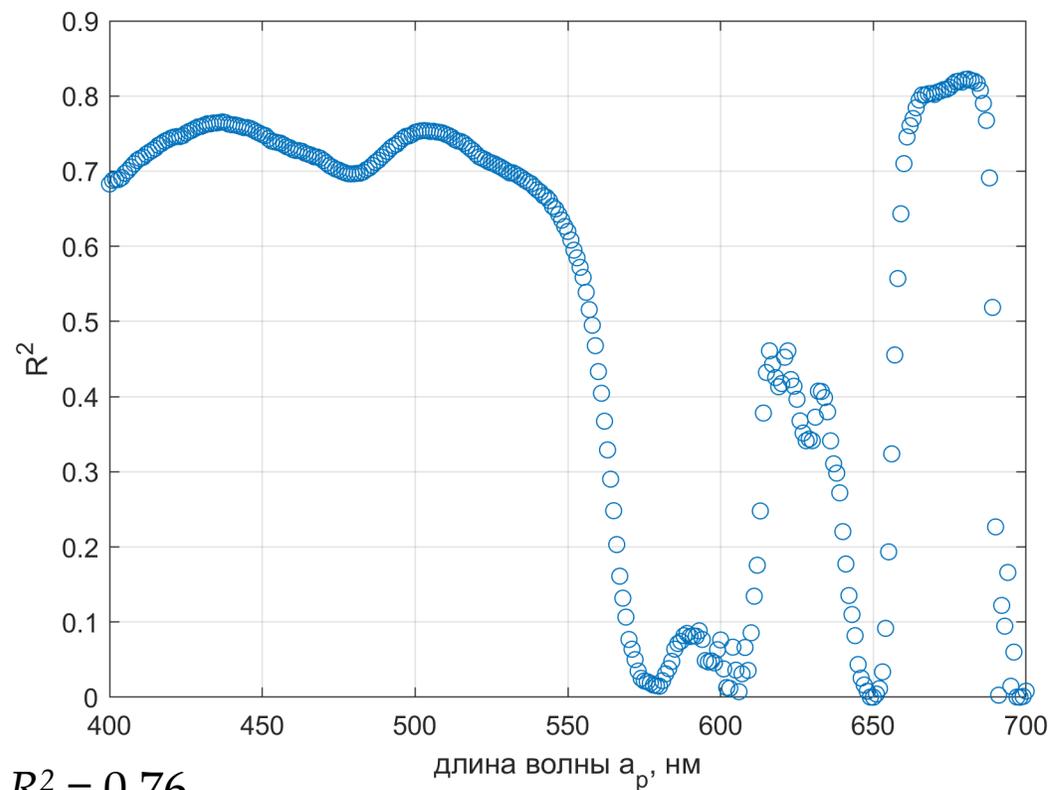
$$RMSE = 0.012$$

$$N = 168$$

Северный район АМК 84 (ст. 7069-7079)



$$a_p(443) = 0.13 \cdot c(530) - 0.01$$

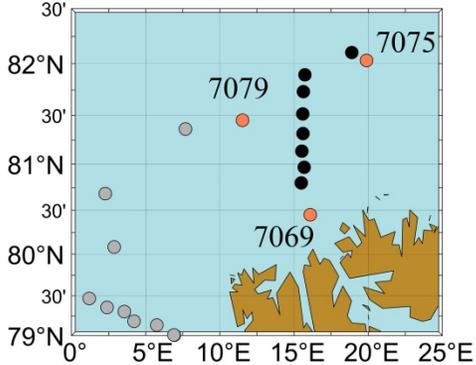


$$R^2 = 0.76$$

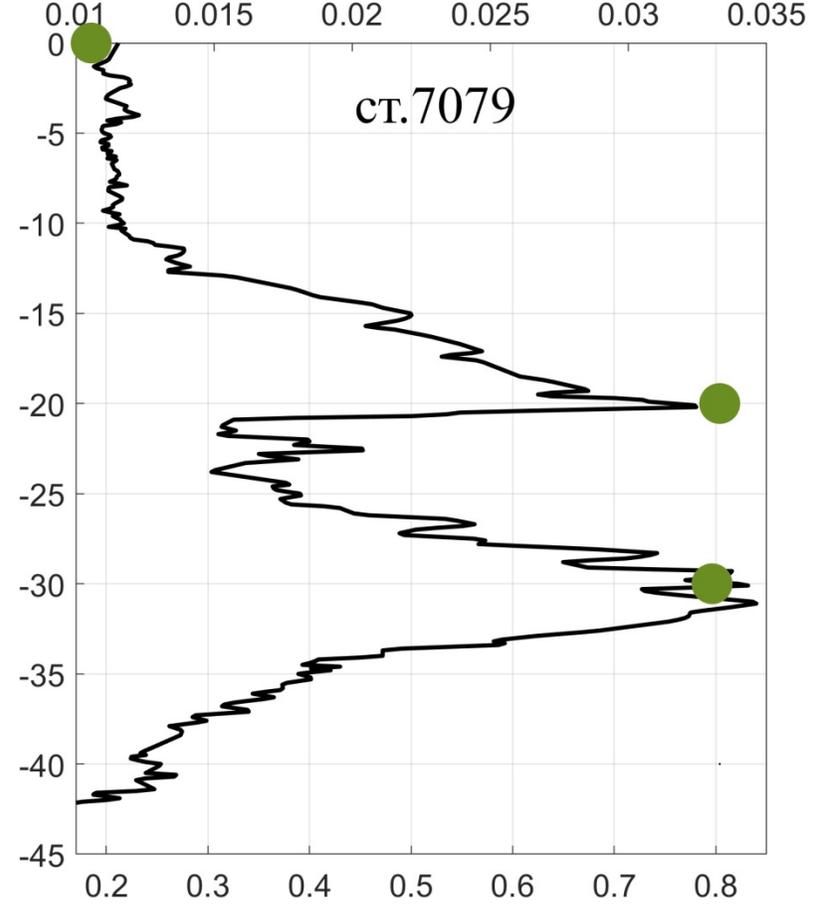
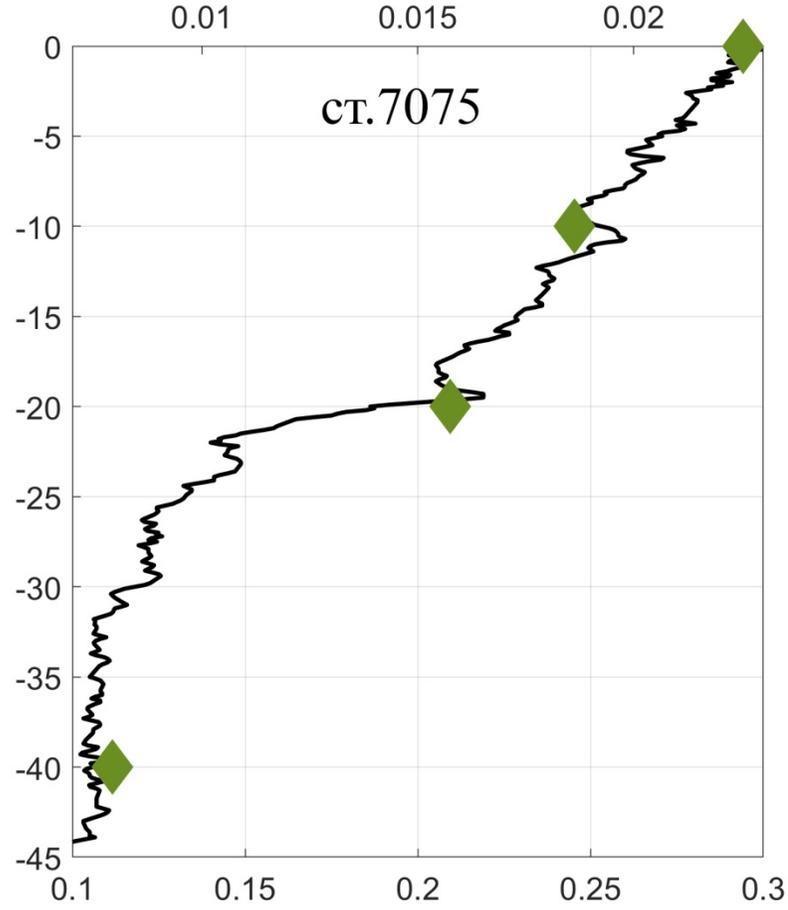
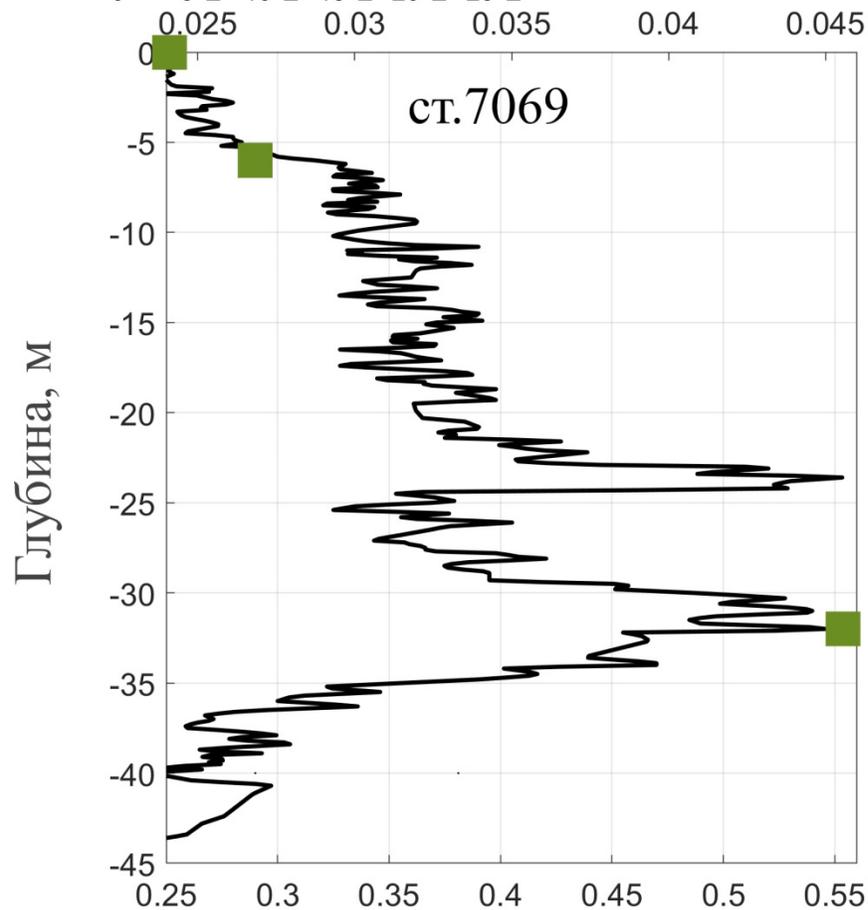
$$RMSE = 0.0008$$

$$N = 23$$

Профили показателя ослабления и значения показателя поглощения взвешенными частицами

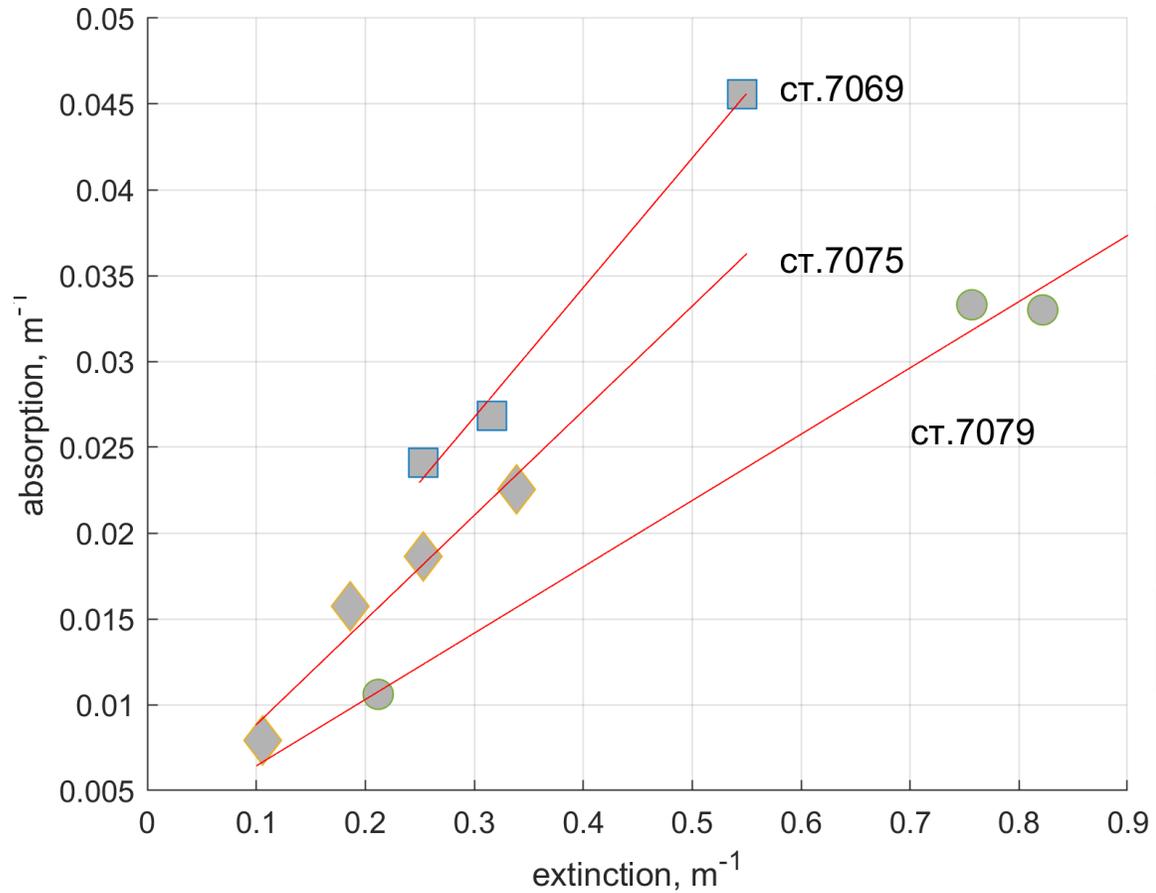


$a_p(443), \text{M}^{-1}$



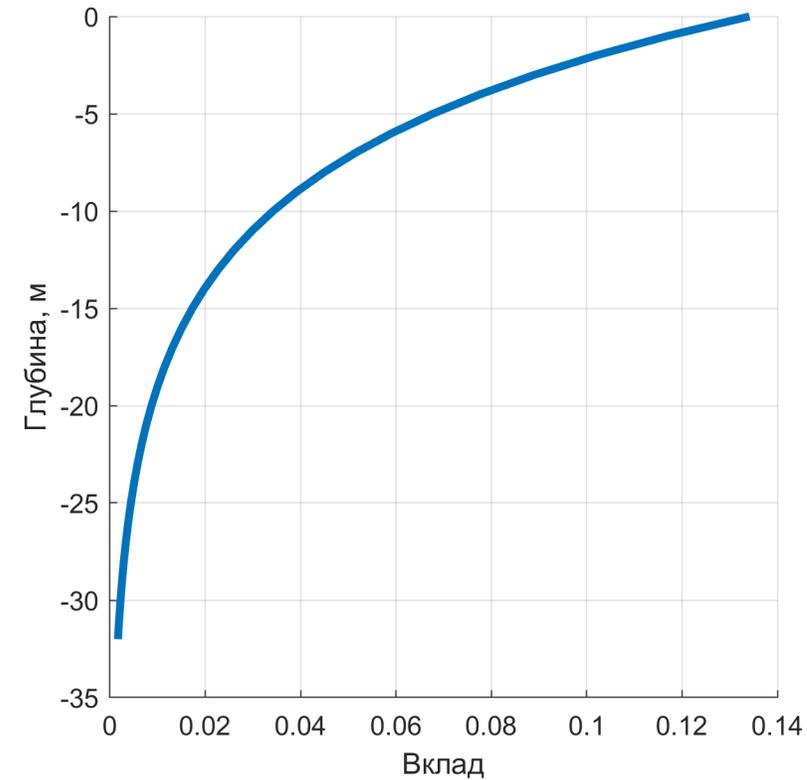
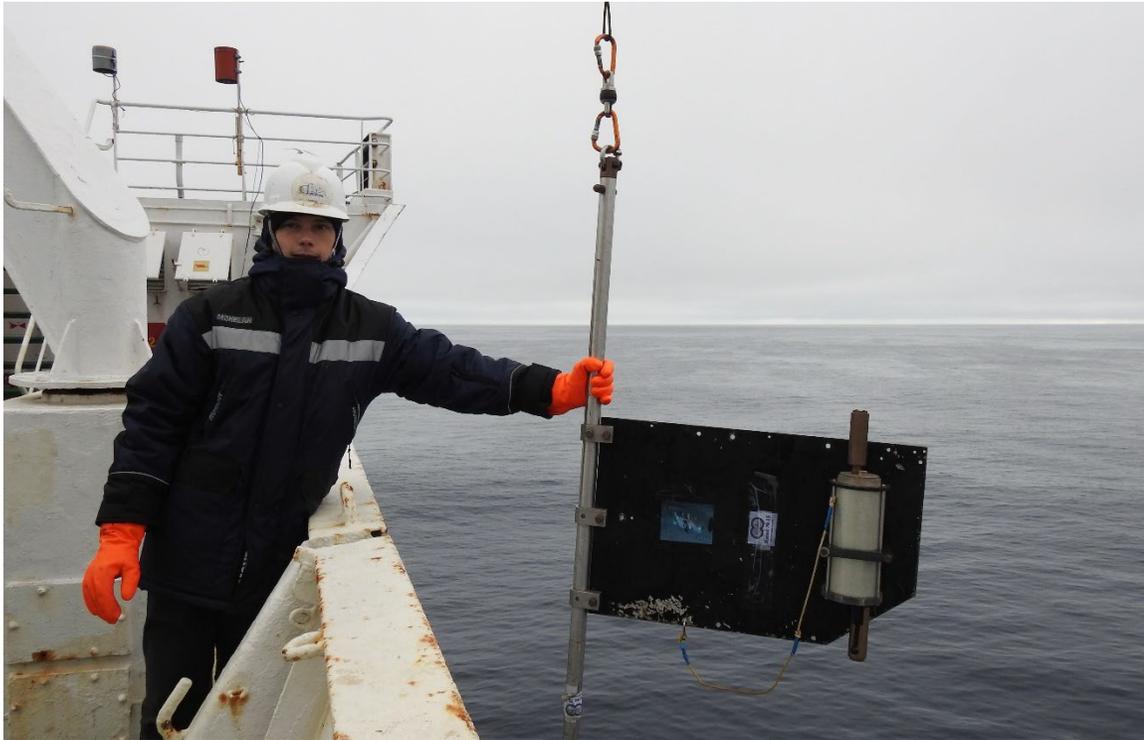
$c(530), \text{M}^{-1}$

Коррекция показателя поглощения взвешенными частицами $a_p(443)$ на показатель ослабления $c(530)$



Ст.	Корреляционное уравнение	R ²	RMSE
7069	$a_p(443)=0.076*c(530)+0.0040$	0.99	0.0015
7075	$a_p(443)=0.061* c(530)+0.0027$	0.95	0.0016
7079	$a_p(443)=0.039* c(530)+0.0026$	0.99	0.0020

Весовая функция для расчета скорректированных значений поглощения взвешенными частицами

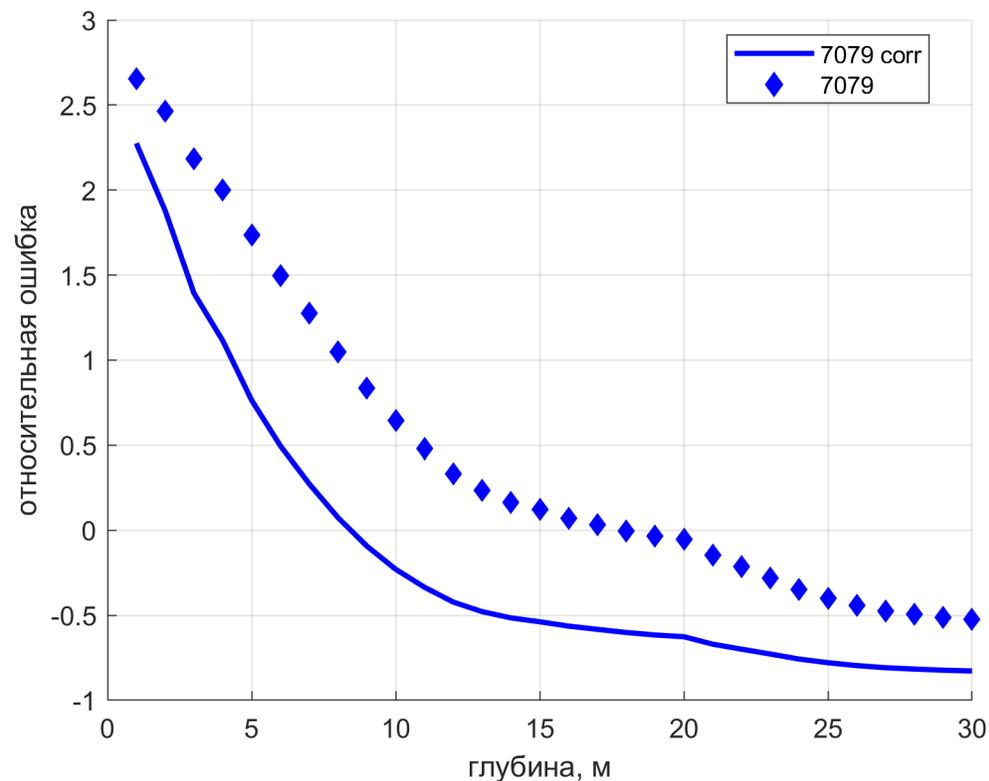
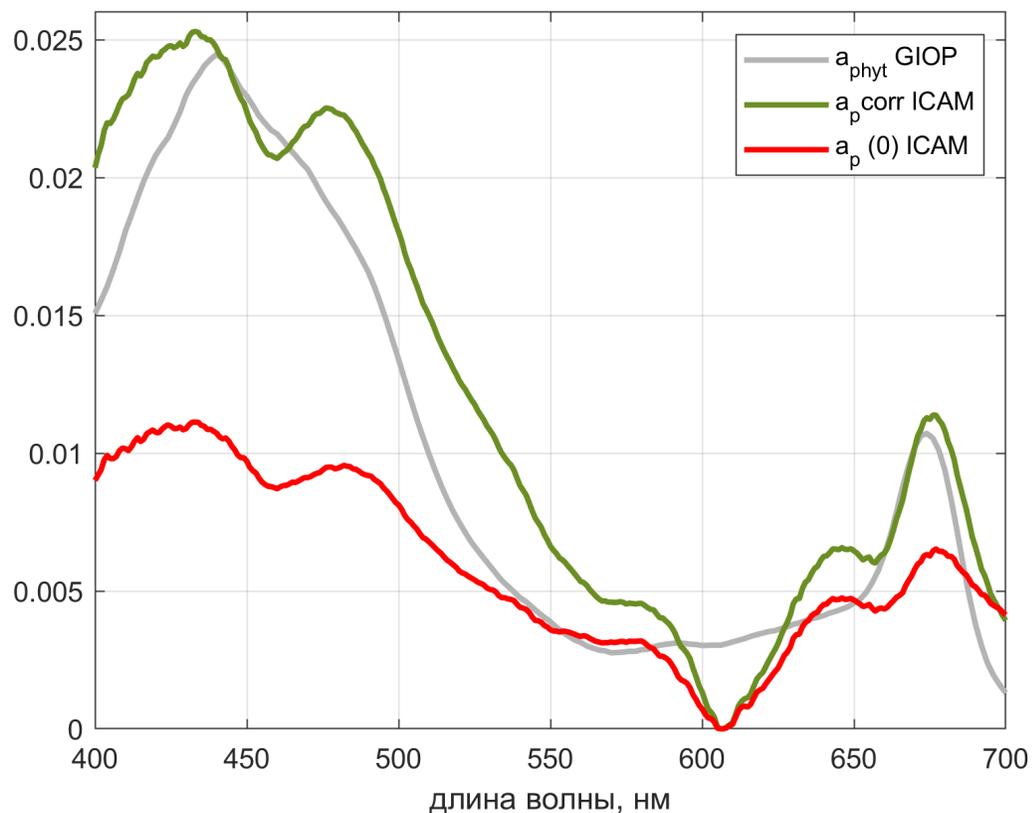


Так как вклады с различных горизонтов в R_{rs} экспоненциально уменьшаются с глубиной, то в качестве весовой функции выбрана нормированная на площадь функция ослабления ФАР с глубиной:

Весовая функция:

$$f = \frac{2K_d * e^{-2K_d*z}}{1 - e^{-2K_d*z(\max)}}$$

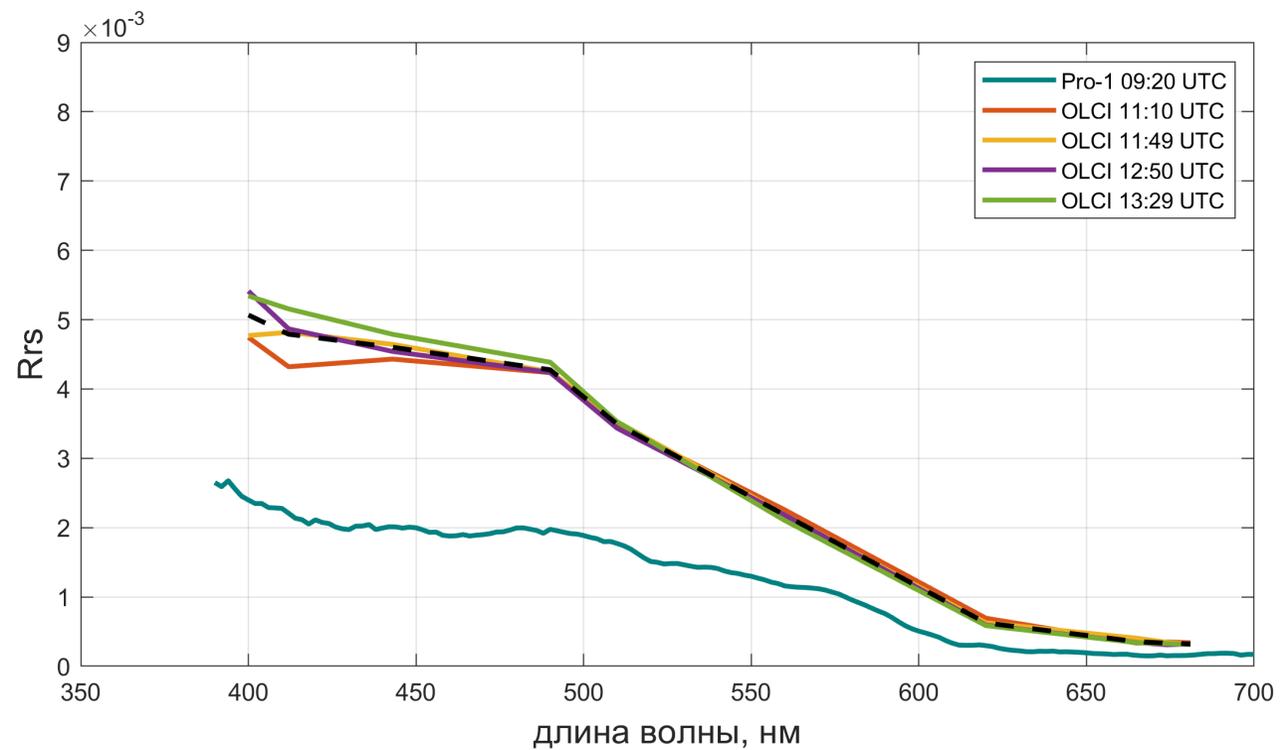
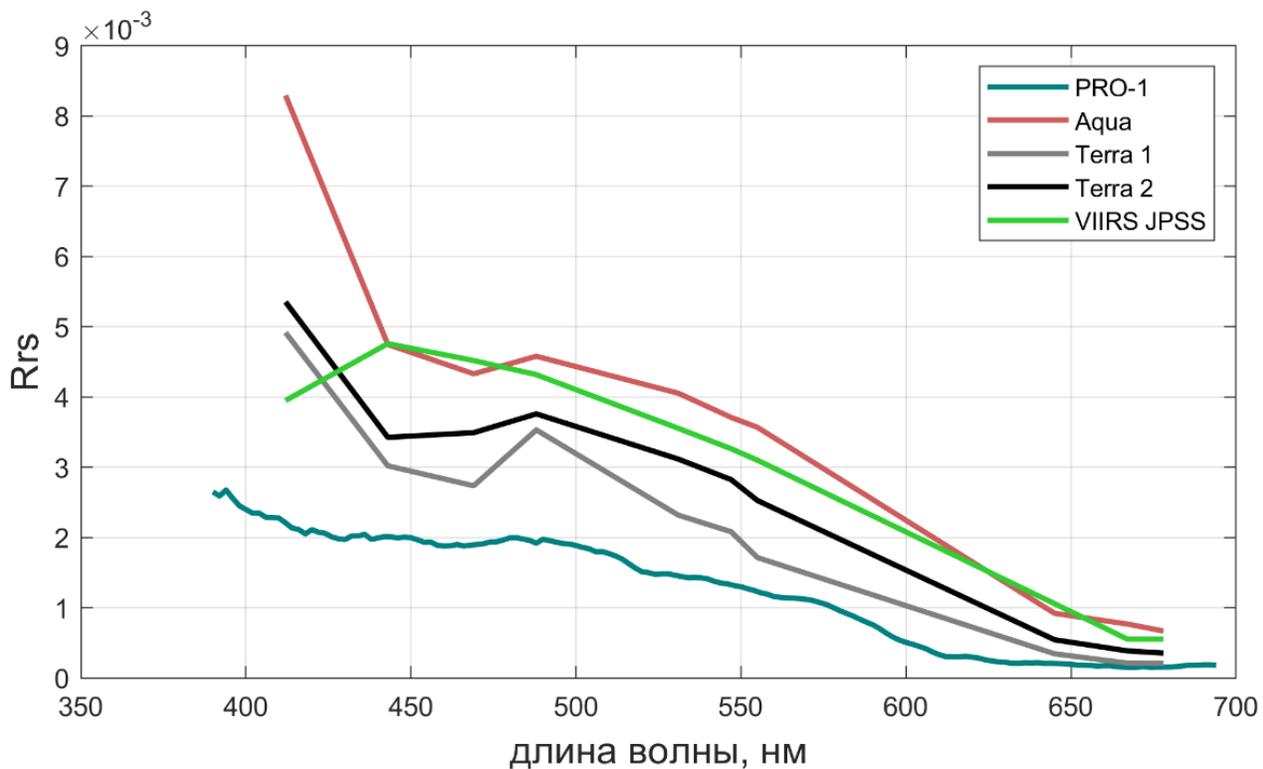
Сопоставление значений a_{p_corr} просуммированные с учетом весовой функции до разных глубин с моделью GIOP



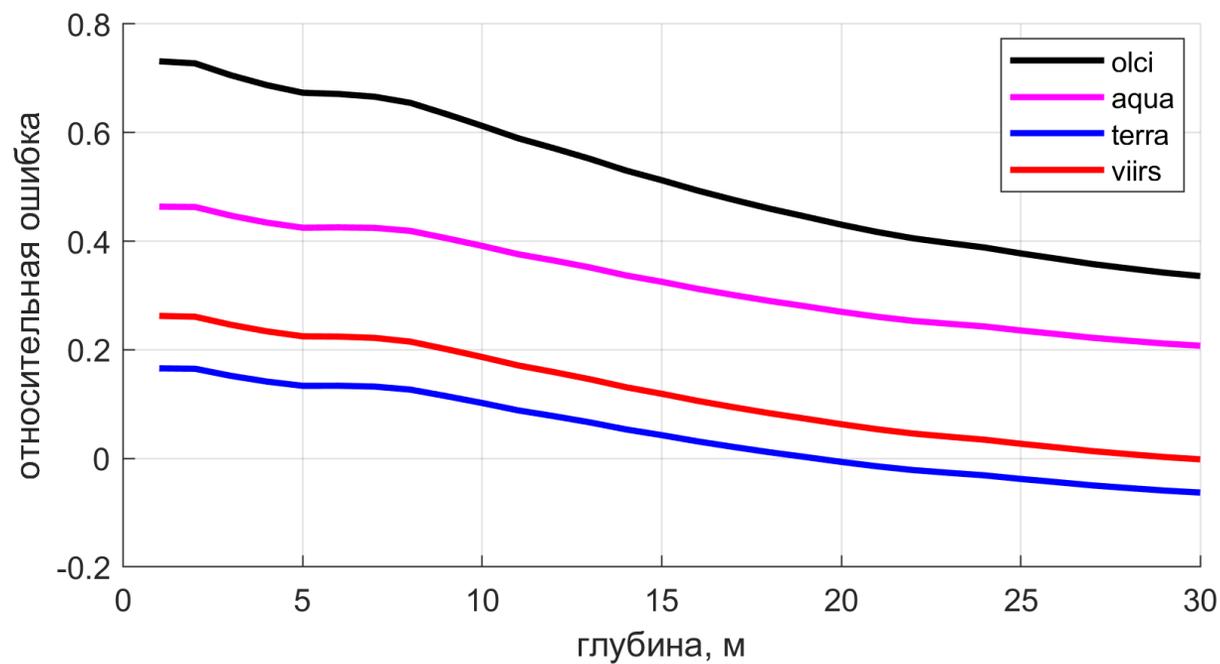
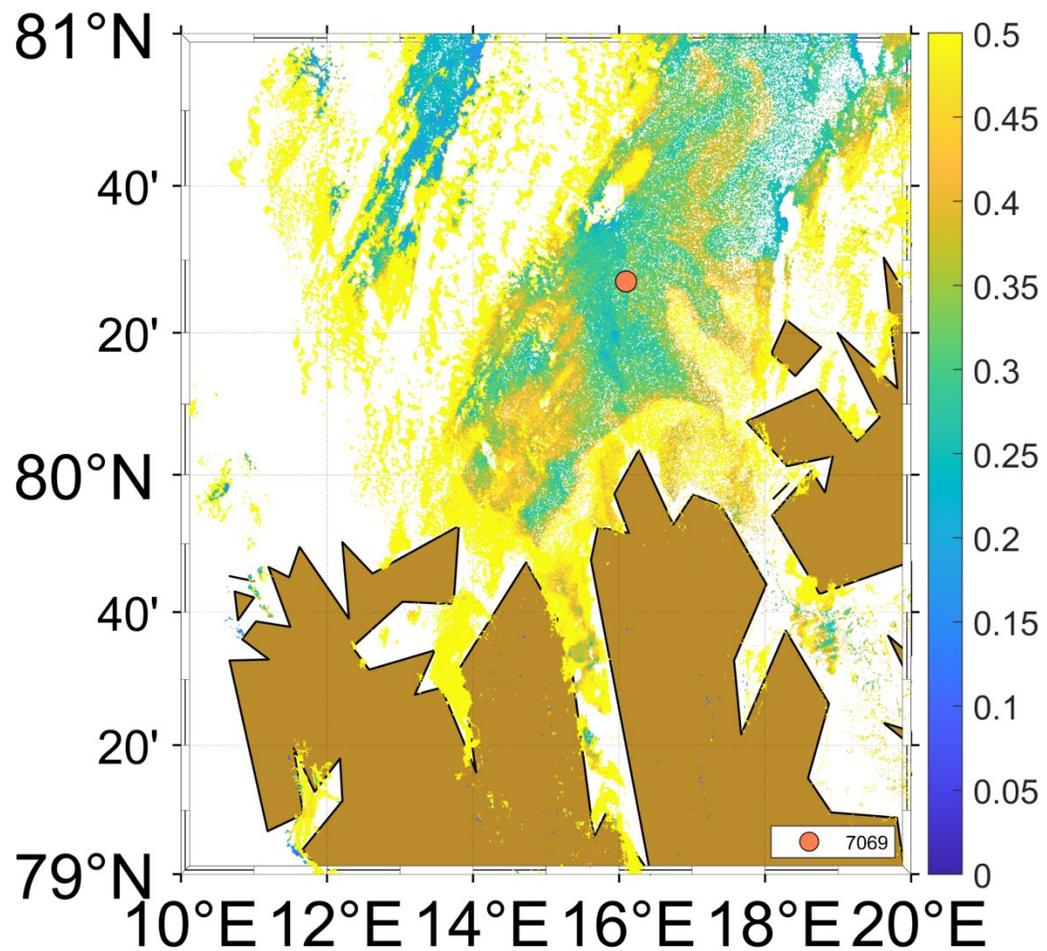
Скорректированные с учетом стратификации и восстановленные по данным моделирования значения совпадают при суммировании до 8 м соответственно.

$$\delta = \frac{ap(443)giop - ap(443)icam}{ap(443)icam}$$

Сравнение спутниковых данных и ПРО-1



Расчет относительных ошибок



$z_{90} = 17\text{M}$

$z_{90} = 1.15 / K_d$

Основные результаты и выводы

- Разработана методика учета стратификации оптических характеристик в поверхностном слое морской воды для расчета вертикальных профилей спектров показателя поглощения взвешенными частицами.
- По этим данным рассчитаны формируемые толщиной воды эффективные значения этой характеристики.
- Учет вертикального распределения показателя ослабления морской воды позволяет уточнить данные судовых измерений для последующего сравнения с результатами биооптических моделей, работающих с данными спутниковых сканеров цвета.

Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме № 0128-2021-0001 и гранта РФФИ № 21-77-10059.

Авторы выражают благодарность д.б.н. С.И. Погосяну за возможность использования интегрирующей сферы ICAM, а также к.ф.-м.н Ю.А. Гольдину за полезное обсуждение.

