

Сравнение результатов расчета концентрации взвешенного вещества и мутности, полученных по разным алгоритмам на примере Черного и Каспийского морей

Жаданова П.Д.,
Князев Н.А.

Институт
космических
исследований РАН

Москва
2024

Районы исследования



Исследуемый район Черного моря, приустьевая зона р. Мзымта



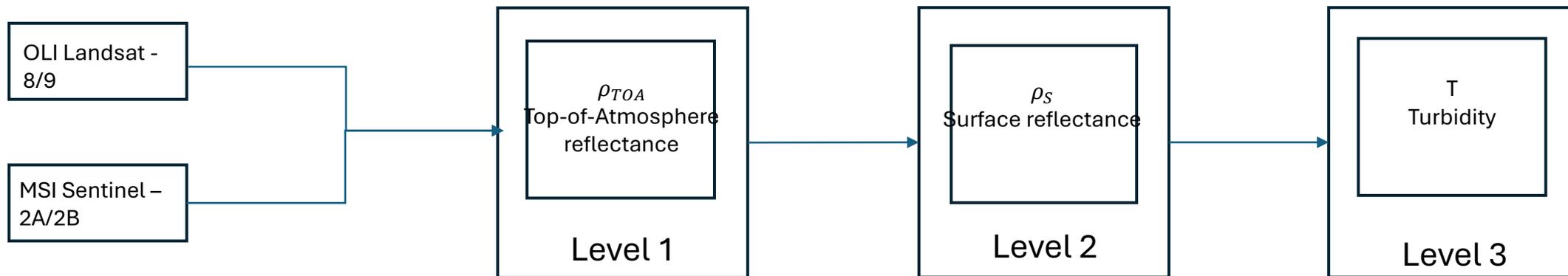
Исследуемые районы Каспийского моря, р. Терек и р. Сулак

Алгоритмы и методы

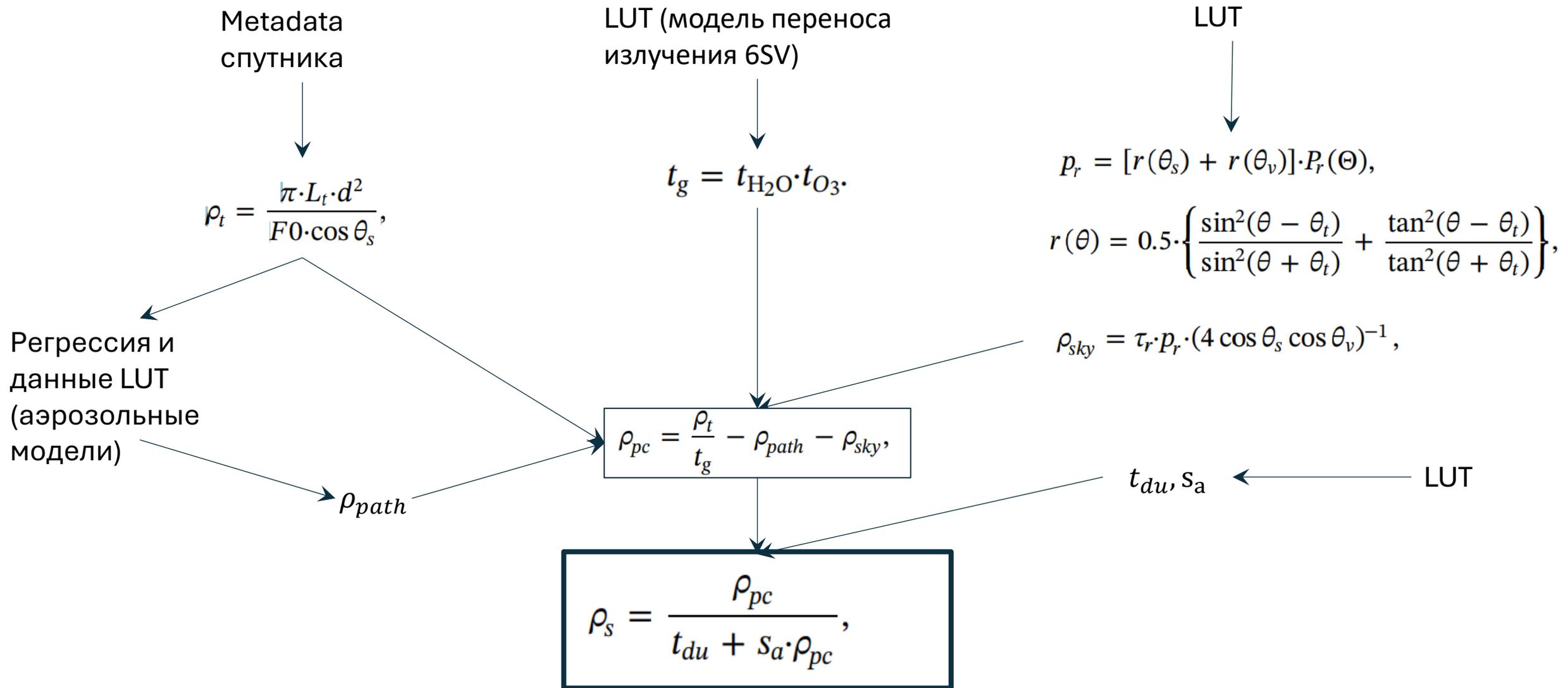
1. Алгоритмы атмосферной коррекции
 1. Exponential extrapolation (EXP)
 2. Dark spectrum fitting (DSF)
 2. Алгоритмы расчета физических и биологических параметров морской воды
 1. Nechad (2016)
 2. Dogliotti (2015)
 3. Nechad (2015)
 4. Chl_OC2
 5. Chl_OC3
 6. Chl_Re_Gons
- } Расчет мутности воды
- Расчет концентрации взвешенного вещества
- } Расчет концентрации хлорофилла-а

Входные данные

- В работе были использованы спутниковые данные следующих сенсоров: OLI/TIRS Landsat - 8; OLI - 2/TIRS - 2 Landsat 9; MSI Sentinel - 2A, - 2B. В настоящей работе использованы данные Landsat уровня L1 Collection2, доступные на сайте <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Данные Sentinel -2 уровня L1C, доступные на платформе <https://scihub.copernicus.eu/>.
- Была проведена атмосферная коррекция с помощью программного комплекса ACOLITE. В ACOLITE реализован метод атмосферной коррекции: "Dark Spectrum Fitting" (DSF). Адаптация и применимость DSF к Landsat - 8/9 и Sentinel -2A/ - 2B описаны в (Vanhellemont, 2019, 2020).



Метод DSF (dark spectrum fitting)



Алгоритмы расчета мутности воды

1. В статье (Nechad et al., 2009) был предложен алгоритм расчета мутности морской воды Nechad, основанный на коэффициенте отражения на длине волны 681нм:

$$T = \frac{A_T \rho_w}{1 - \frac{\rho_w}{C}},$$

где T – мутность воды, A_T и C – калибровочные коэффициенты, ρ_w - коэффициент спектральной яркости водной поверхности на длине волны ~681нм

Значения калибровочных коэффициентов приведены в (Nechad et al., 2009; Dogliotti et al., 2015).

2. Алгоритм Dogliotti представляет собой улучшенный алгоритм Nechad и использует вместо одной полосы две: 645 нм и 859 нм (Dogliotti et al., 2015):

$$T = (1 - w) \cdot T^{645} + w \cdot T^{859},$$

где T – мутность воды, рассчитанная по алгоритму Nechad с использованием коэффициента спектральной яркости на длине волны ~645нм и 859нм, w – весовой коэффициент, зависящий от величины спектральной яркости, меняющийся от 0 до 1

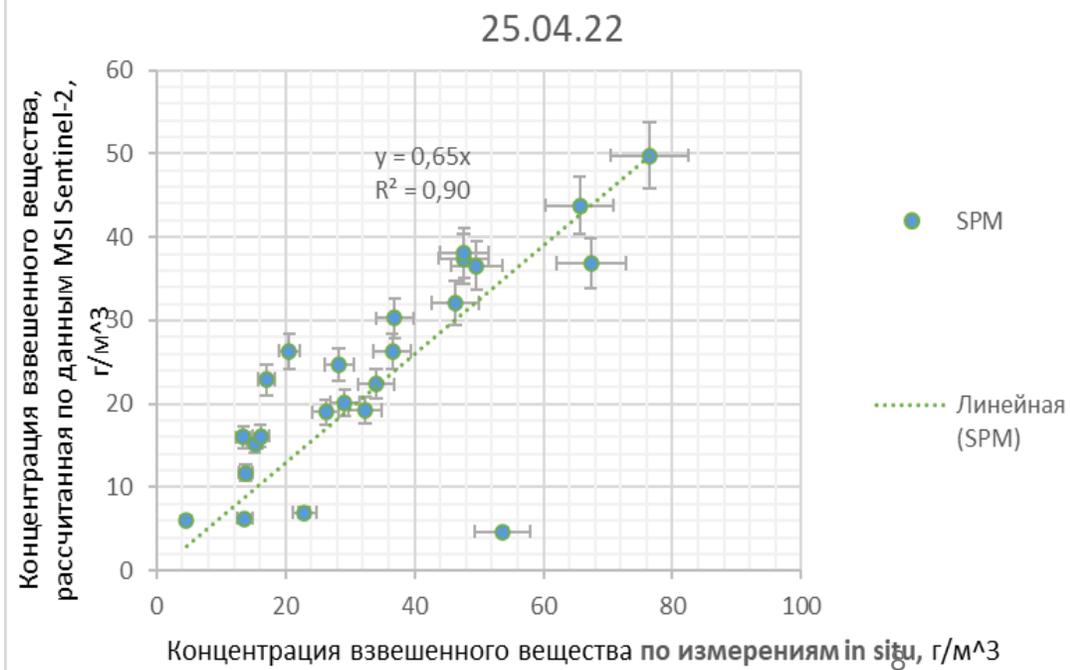
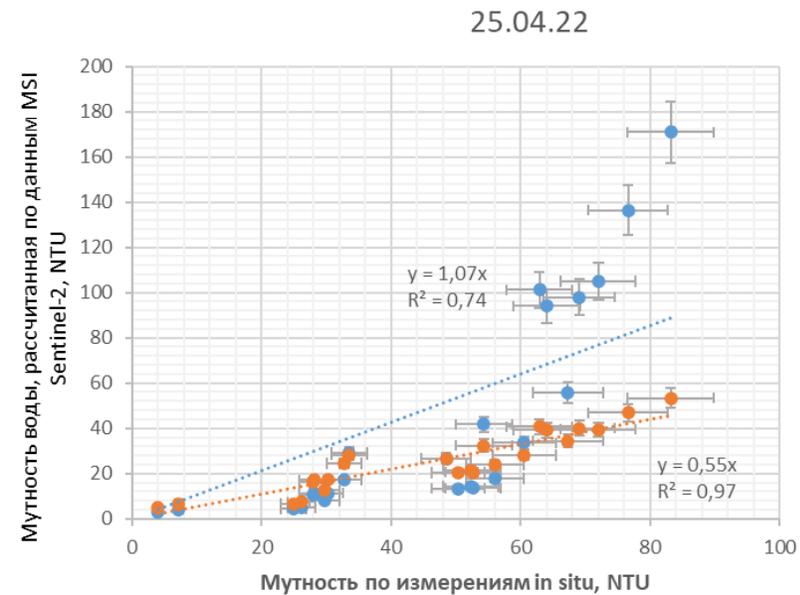
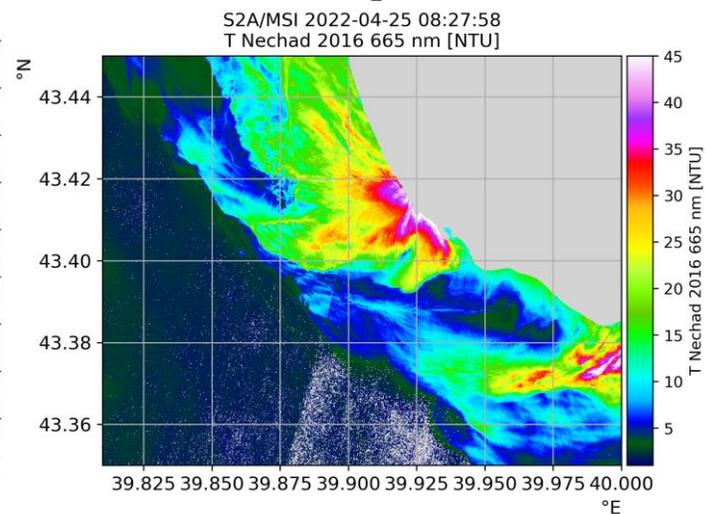
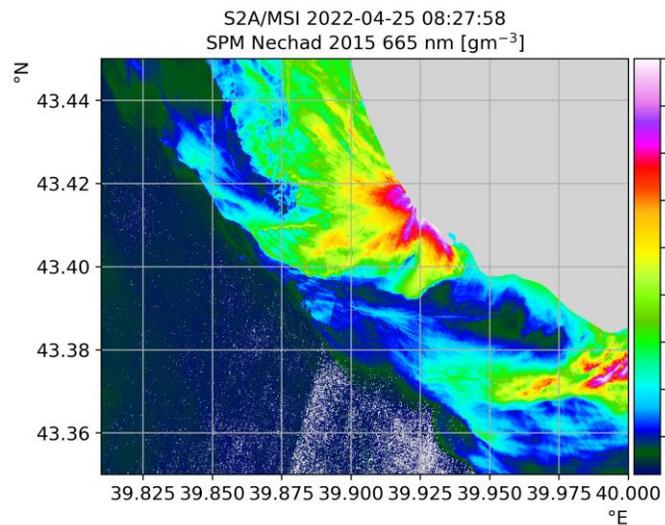
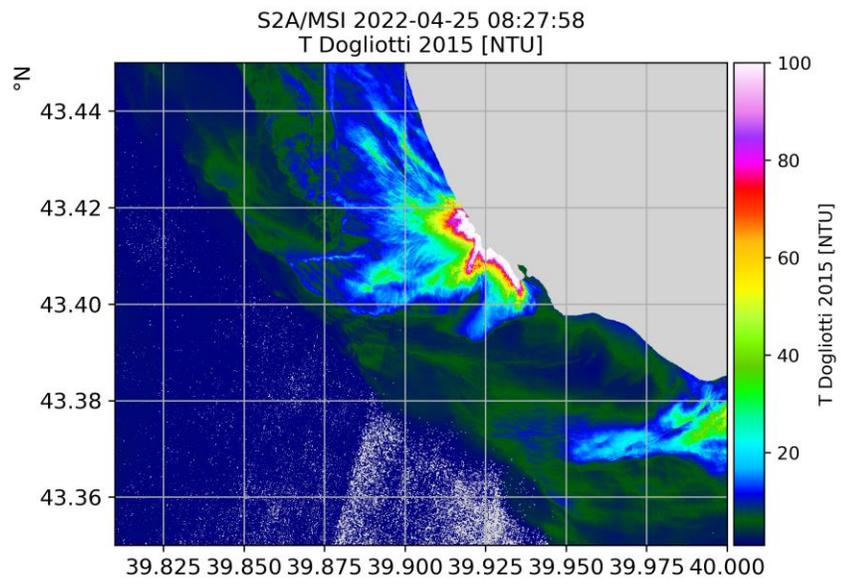
Алгоритм расчета концентрации взвешенного вещества

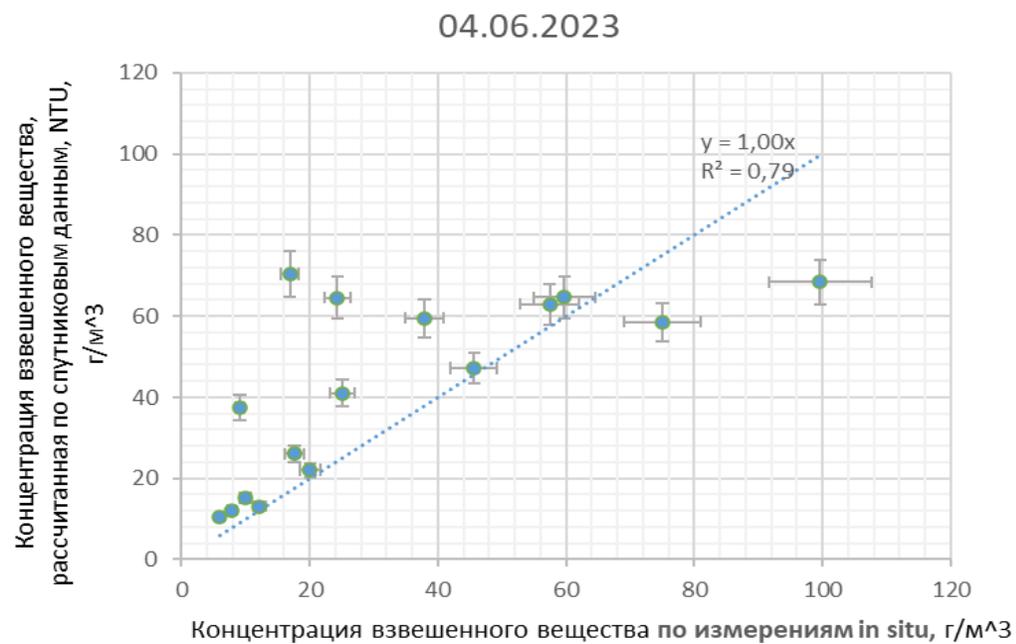
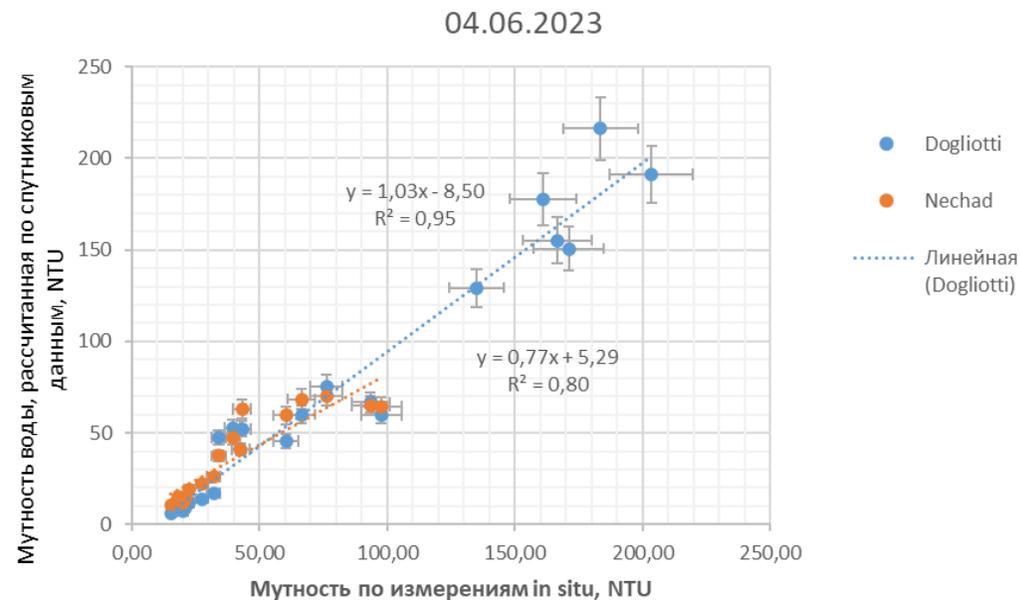
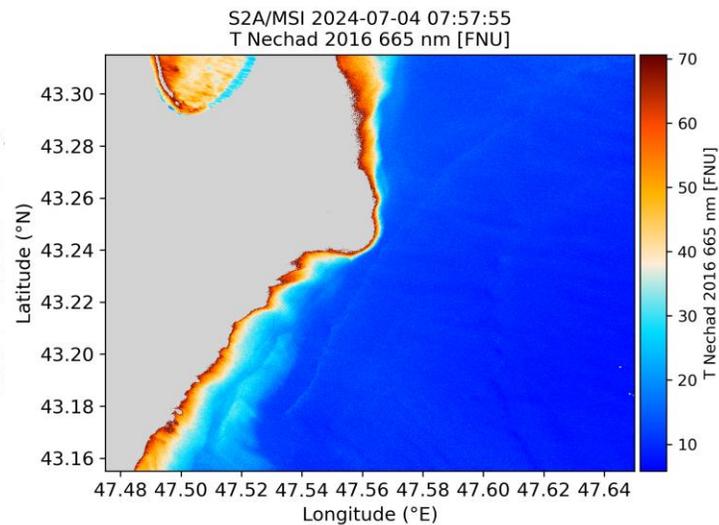
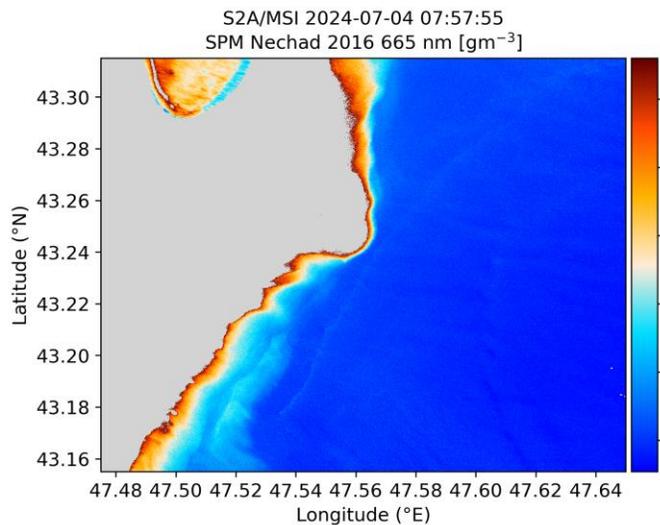
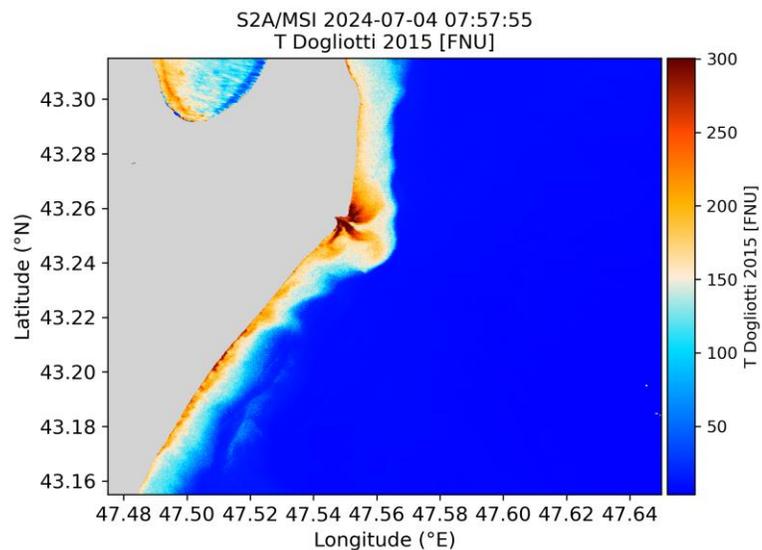
Алгоритм SPM Nechad для расчета концентрации взвешенного вещества строится на ряде предположений и приближений относительно первичных оптических свойств морской воды для того, чтобы связать концентрацию взвешенного вещества непосредственно с общим количеством взвешенного вещества (Nechad et al., 2010).

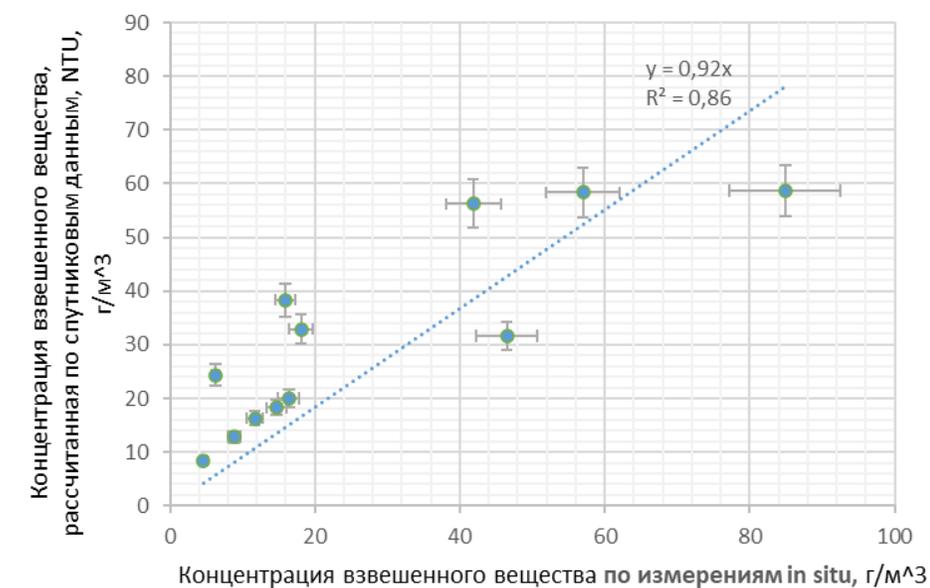
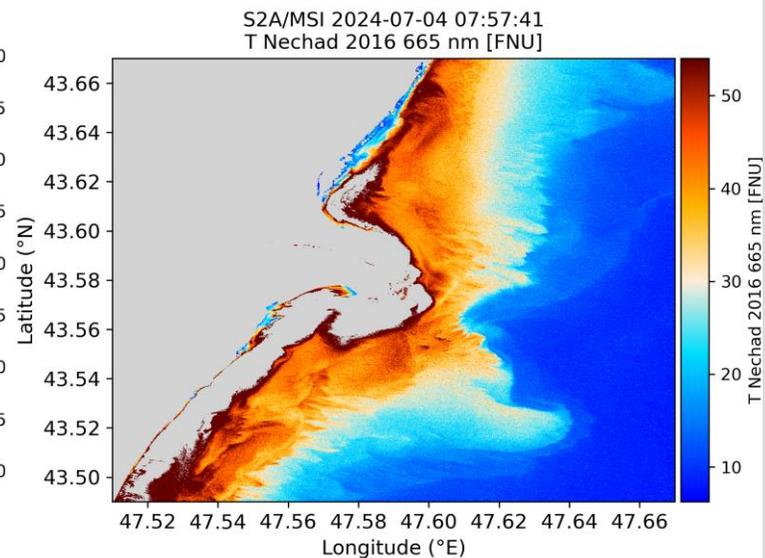
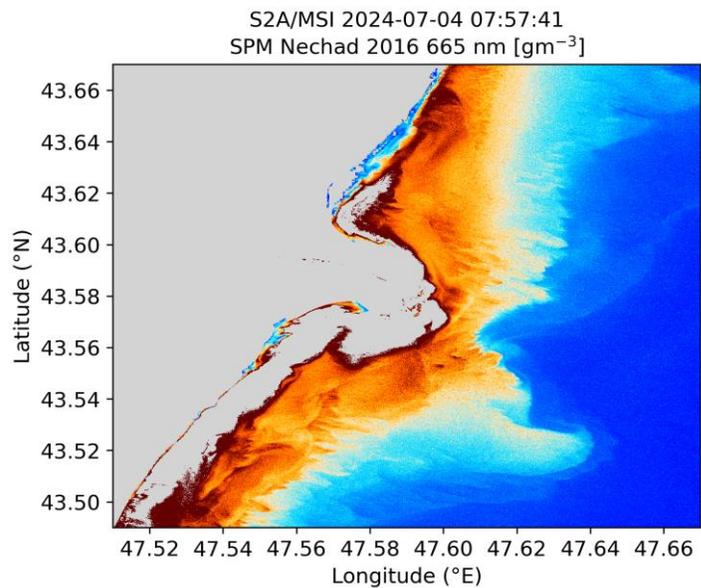
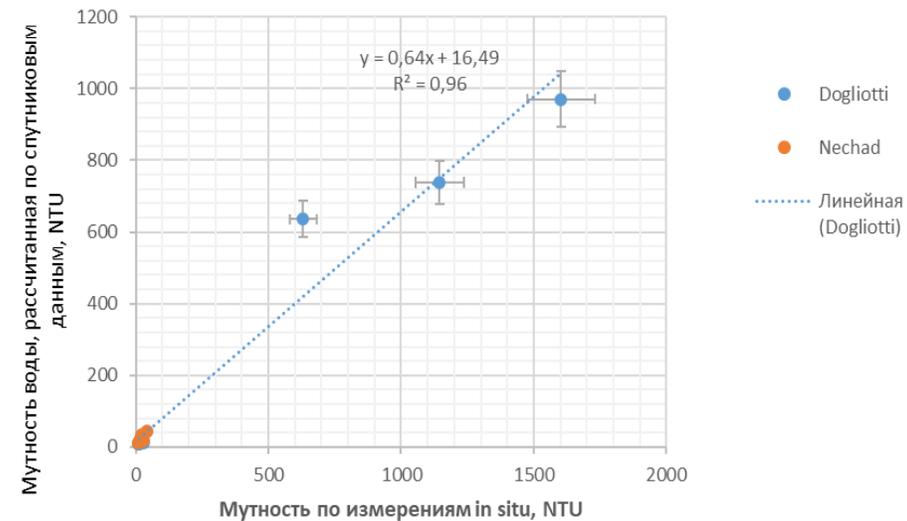
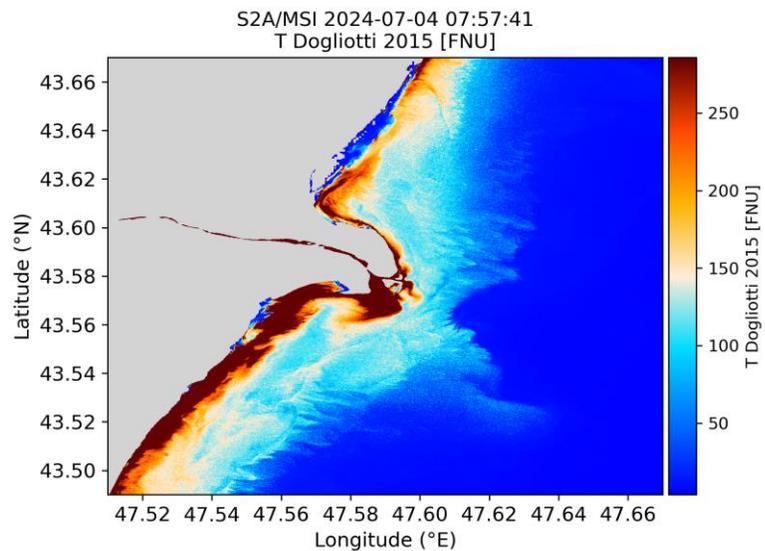
$$S = \frac{A^{\rho} \rho_w}{1 - \frac{\rho_w}{C^{\rho}}} .$$

где S – концентрация взвешенного вещества, A^{ρ} и C^{ρ} – калибровочные коэффициенты, ρ_w - коэффициент спектральной яркости водной поверхности на длине волны ~ 681 нм

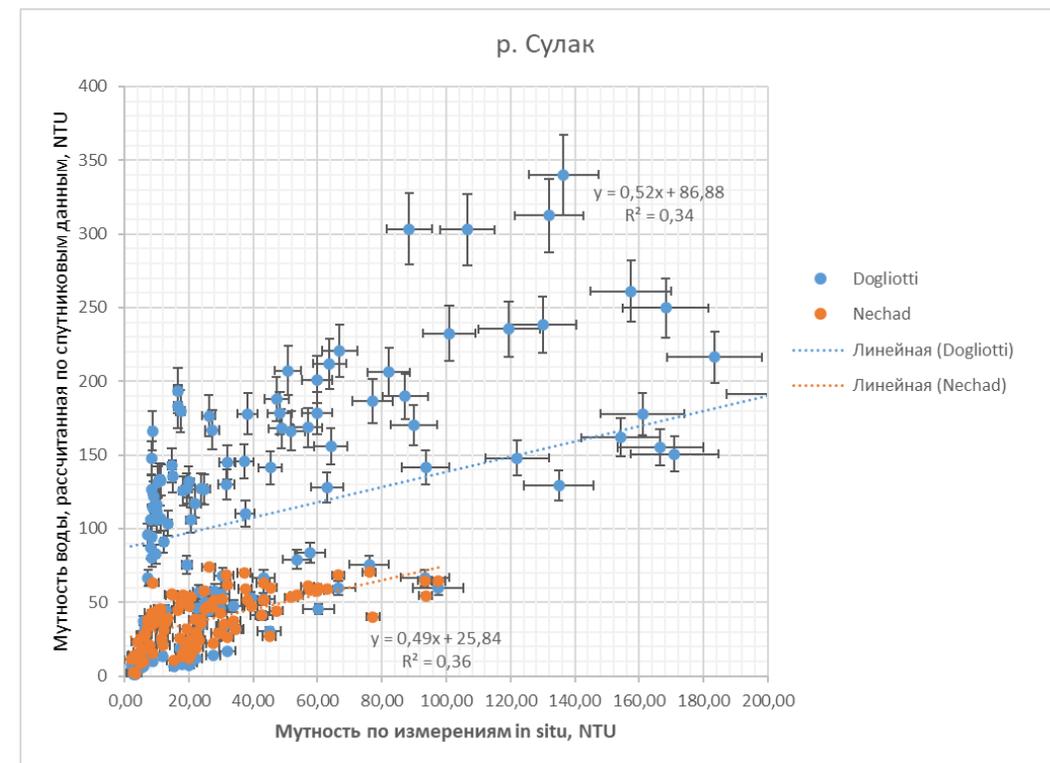
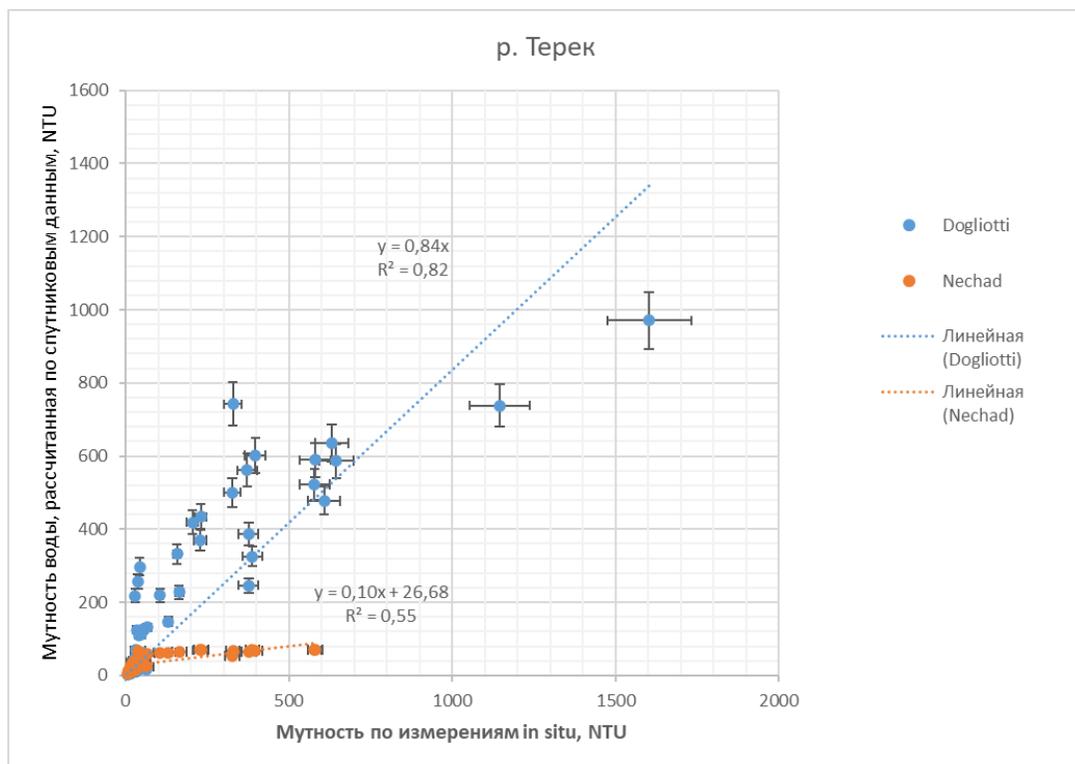
Значения калибровочных коэффициентов приведены в работе (Nechad et al., 2010).



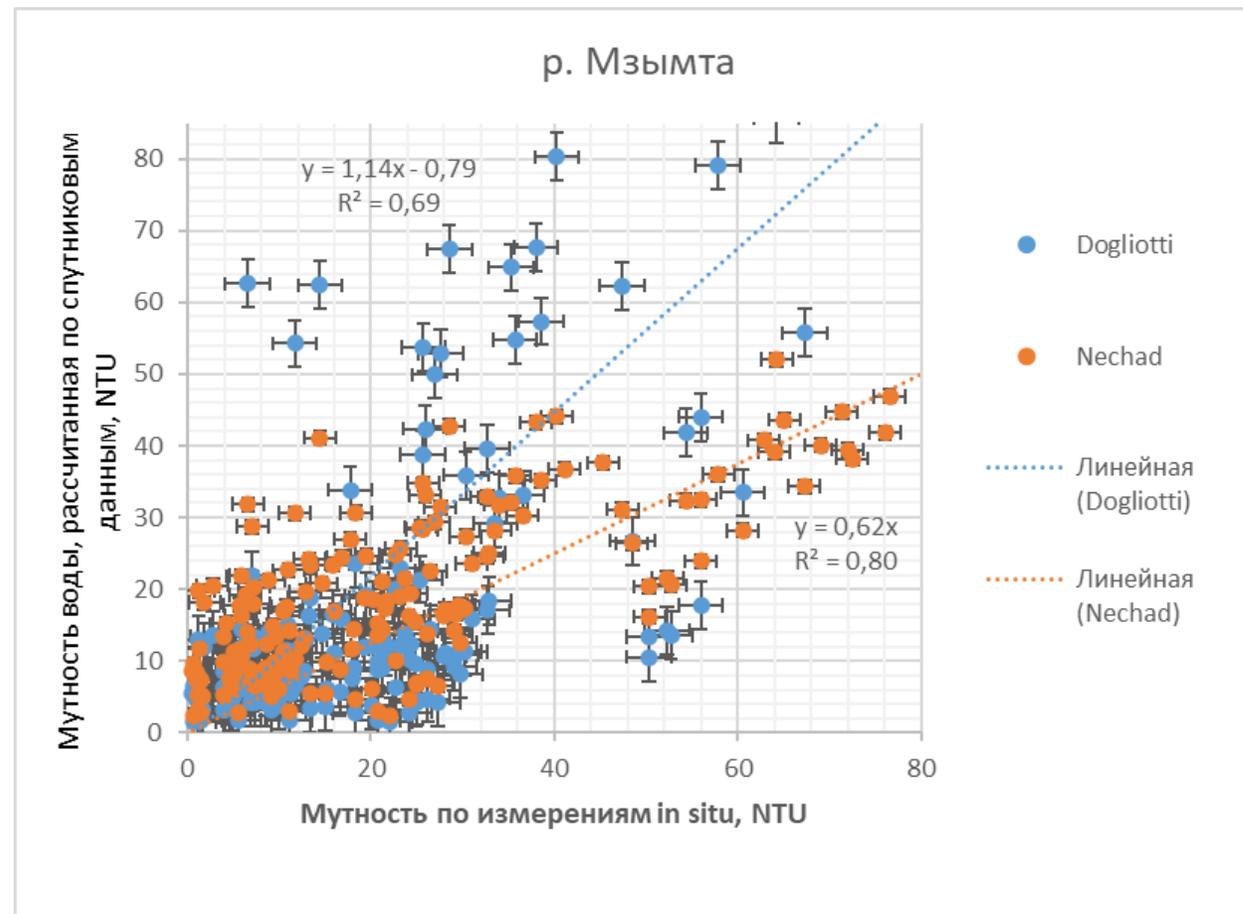




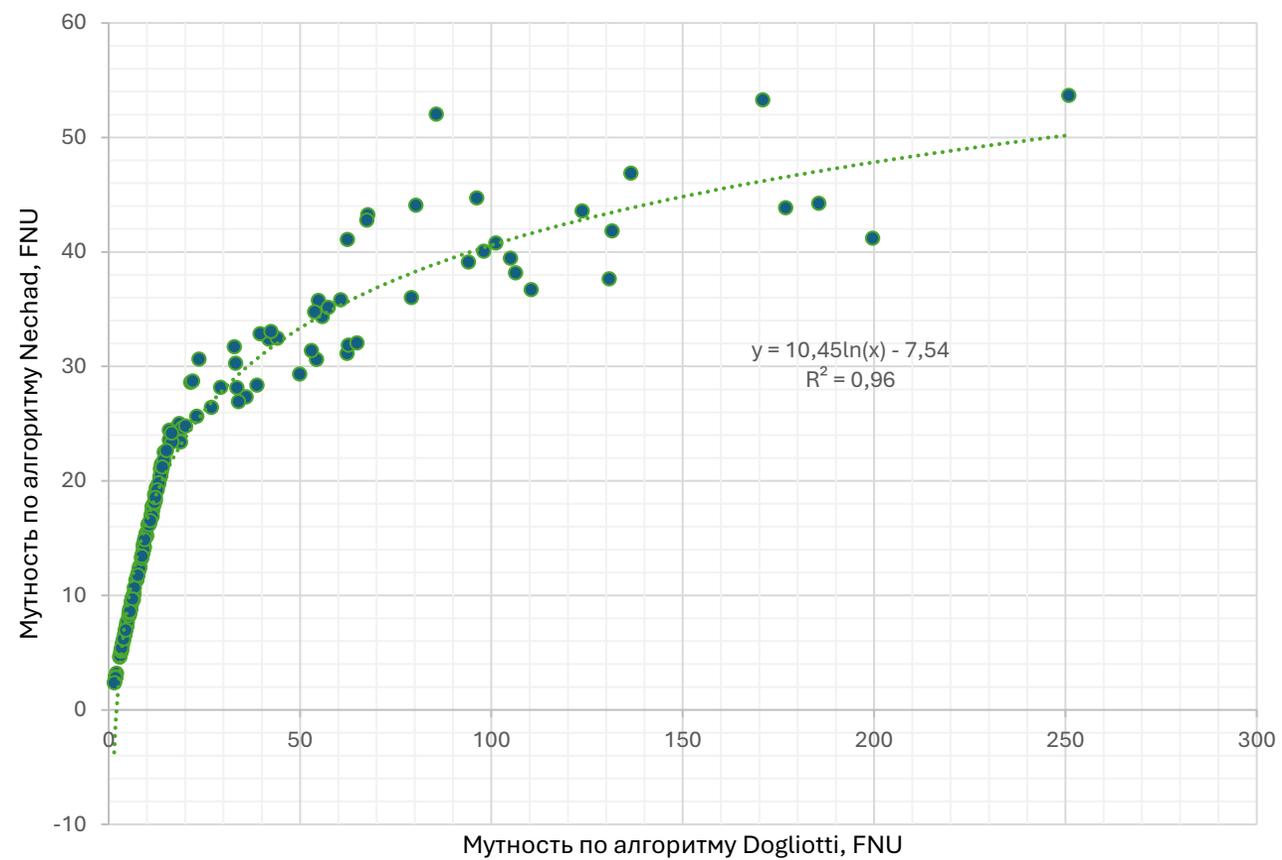
Диаграммы рассеяния мутности воды за весь период наблюдений



Диаграммы рассеяния мутности воды за весь период наблюдений



Сравнение алгоритмов расчета мутности воды Nechad и Dogliotti



Заключение

1. Были проведены расчеты по различным алгоритмам определения мутности воды и концентрации взвешенного вещества в приустьевых зонах Черного и Каспийского морей с различными входными данными.
2. Сравнение полученных результатов с подспутниковыми измерениями показали, что:
 1. Для р. Терек для определения **мутности воды** подходит алгоритм Dogliotti2015, т.к. воды р. Терек имеют высокую мутность, превышающую 100 NTU.
 2. Для р. Мзымта в условиях низкой **мутности воды** наилучшим образом подходит алгоритм Nechad2016.
 3. В отличие от Мзымты и Терека, в количественных характеристиках реки Сулак наблюдается существенный разброс значений мутности воды в диапазоне от 50 до 400 NTU в зависимости от характера выноса, что затрудняет использование рассматриваемых алгоритмов.
 4. Для определения **концентрации взвешенного вещества** наилучшим образом подходит алгоритм Nechad2015.

Публикации

1. Лаврова О.Ю., Назирова К.Р., Алферьева Я.О., Жаданова П.Д., Строчков А.Я. Сопоставление параметров плуомов рек Сулак и Терек на основе спутниковых данных и измерений in situ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022 Т. 19 №5. С. 264-286. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-264-283. (Индексируется)
2. Жаданова П.Д., Назирова К.Р. Анализ и верификация алгоритмов определения мутности и концентрации взвешенного вещества, имплементированных в программный комплекс ASCOLITE // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023 Т.20, № 5 С. 50-68. DOI 10.21046/2070-7401-2023-20-5-50-68.
3. Жаданова П.Д., Лаврова О.Ю. Влияние выбора данных спутников Landsat 8/9 и Sentinel 2A/2B на результаты определения мутности воды в приустьевых зонах рек //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024 Т. 21, № 3 С. 244-265. DOI 10.21046/2070-7401-2024-21-3-244-265.



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**