



# **СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ЯРКОСТИ ВОД ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА: ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИООПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

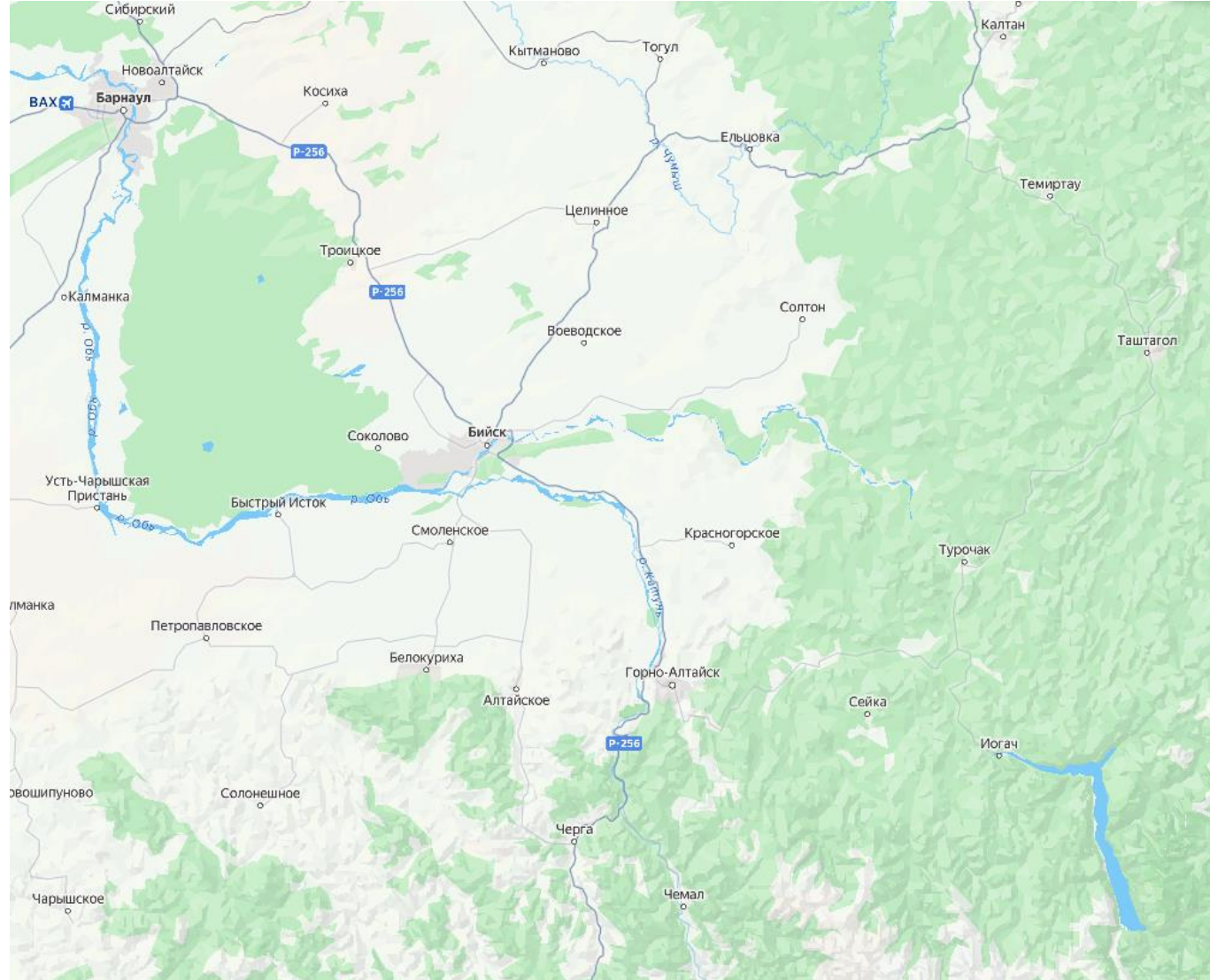
Е.Н. Корчёмкина, В.В. Суслин, О.Б. Кудинов, И.А. Суторихин, В.В. Кириллов

Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул



# Телецкое озеро

- Протяженность 77,8 км, средняя ширина 2,9 км, максимальная ширина 5,2 км
- Максимальная глубина 323 м, средняя - 181 м
- Впадают более 70 рек, крупнейшие – Чулышман, Кыга, Камга, Кокши, Б. Чири
- Вытекает р. Бия
- Антропогенное воздействие сосредоточено в поселках на севере, имеется турбаза на юге, движение катеров в сезон.
- Поверхностные концентрации хлорофилла в августе: 1,24 мг/м<sup>3</sup> (до 2006г), 1,69 мг/м<sup>3</sup> (2022г), 1,62 мг/м<sup>3</sup> (2023г), 1,54 мг/м<sup>3</sup> (2024г)
- По мнению разных исследователей, возможна медленная эвтрофикация вод озера

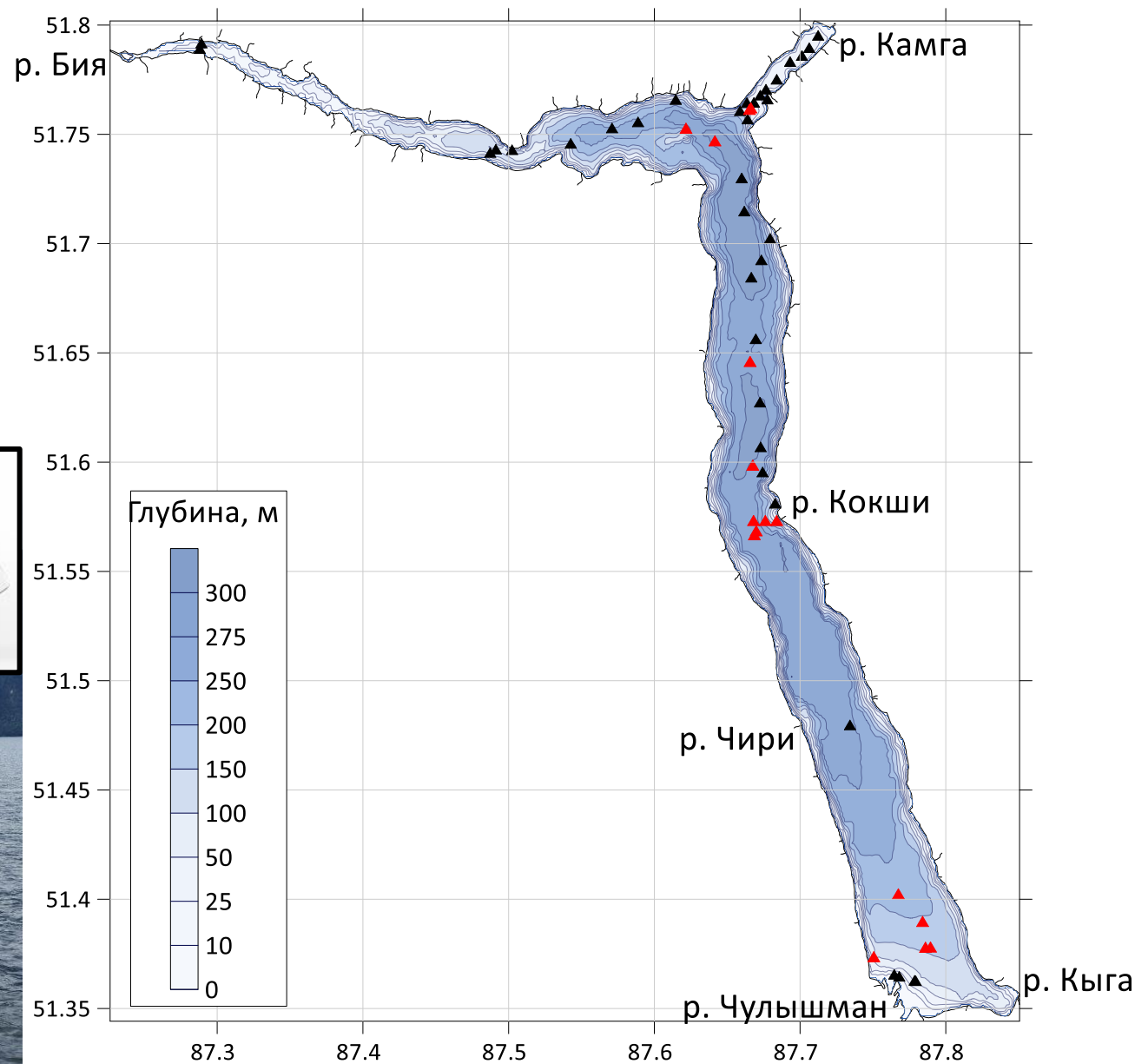


# Экспедиции: август 2023 и август 2024

Спектральный коэффициент яркости воды

Спектральная подводная облученность

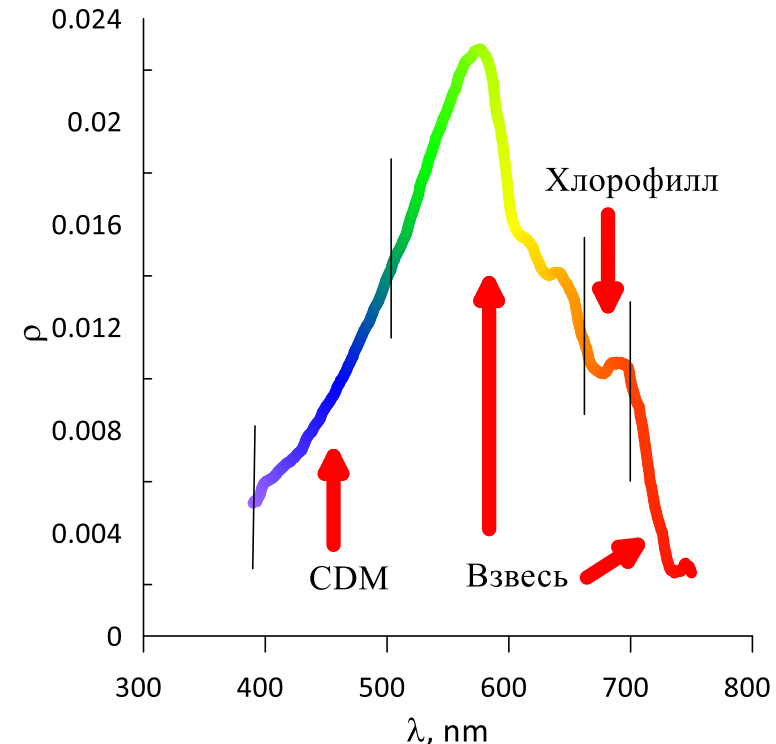
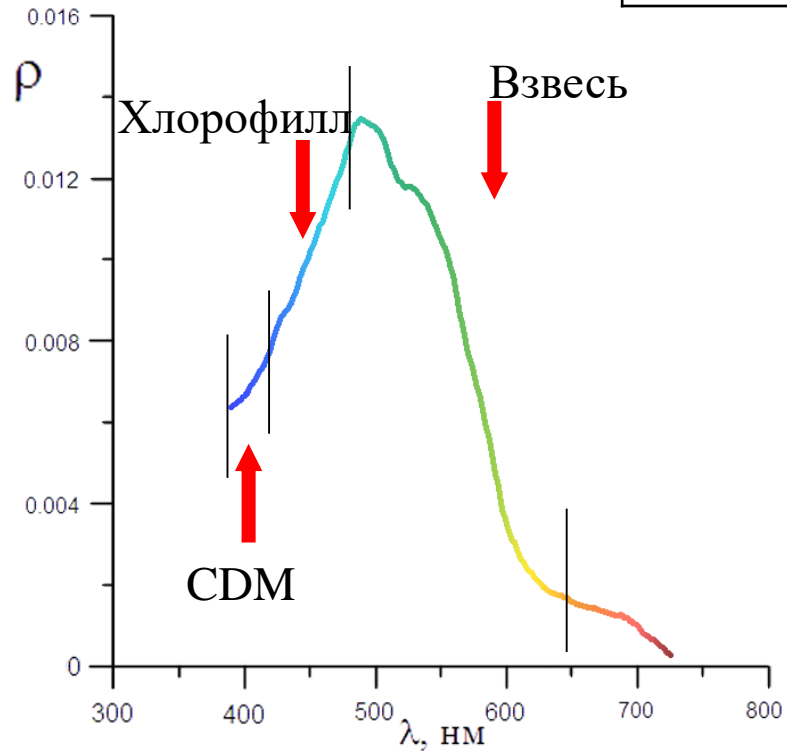
Отбор проб для определения концентрации хлорофилла-а



# Биооптический алгоритм и его адаптация

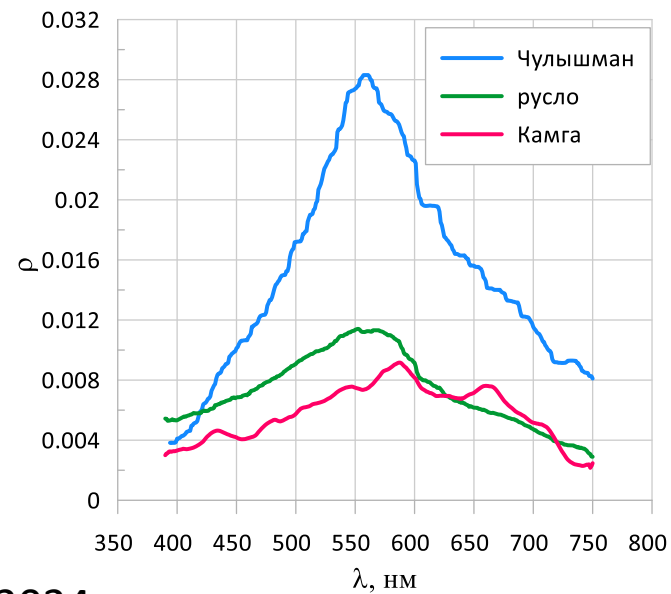
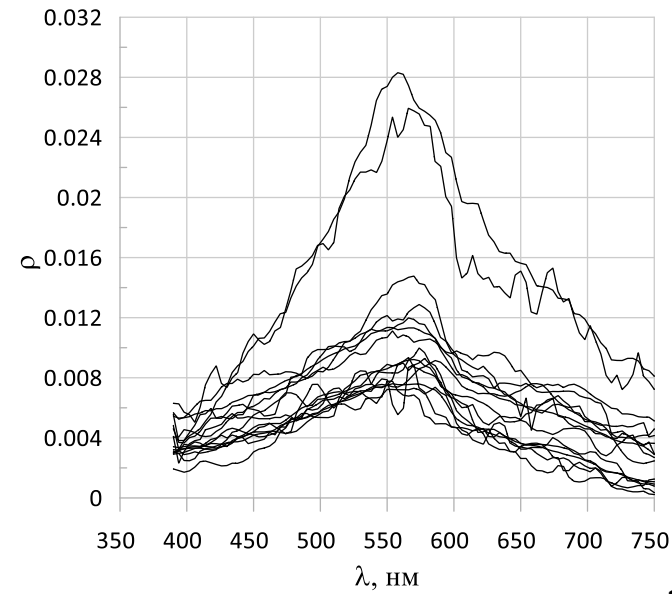
$$\rho = k \frac{b_{bw}(\lambda) + \underline{b_{bp}(\lambda_0)} \left( \frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^n}{a_w(\lambda) + \underline{C_{chl} a_{chl}^*(\lambda)} + \underline{a_{cdm}(\lambda_0)} e^{-S(\lambda - \lambda_0)}}$$

Параметр	Для чистых морских вод	Для внутренних водоемов
$a_{cdm}(440)$	390 – 420 нм	390 - 490 нм
$C_{chl}$	420 – 460 нм	660 – 700 нм
$b_{bp}(550)$	460 – 650 нм	490 – 650 нм + 700 – 750 нм

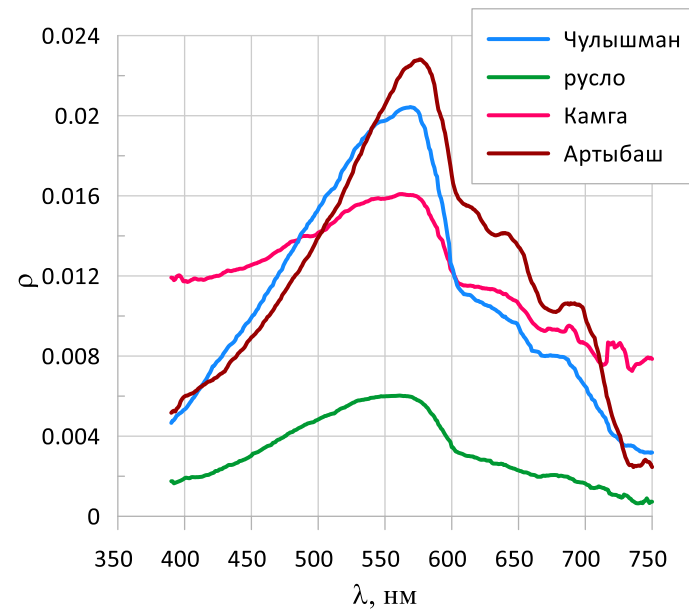
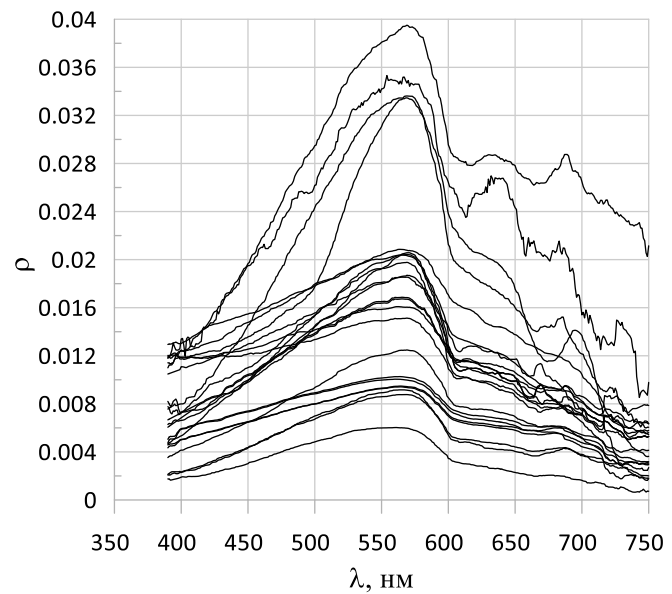


# Спектральный коэффициент яркости вод

2023

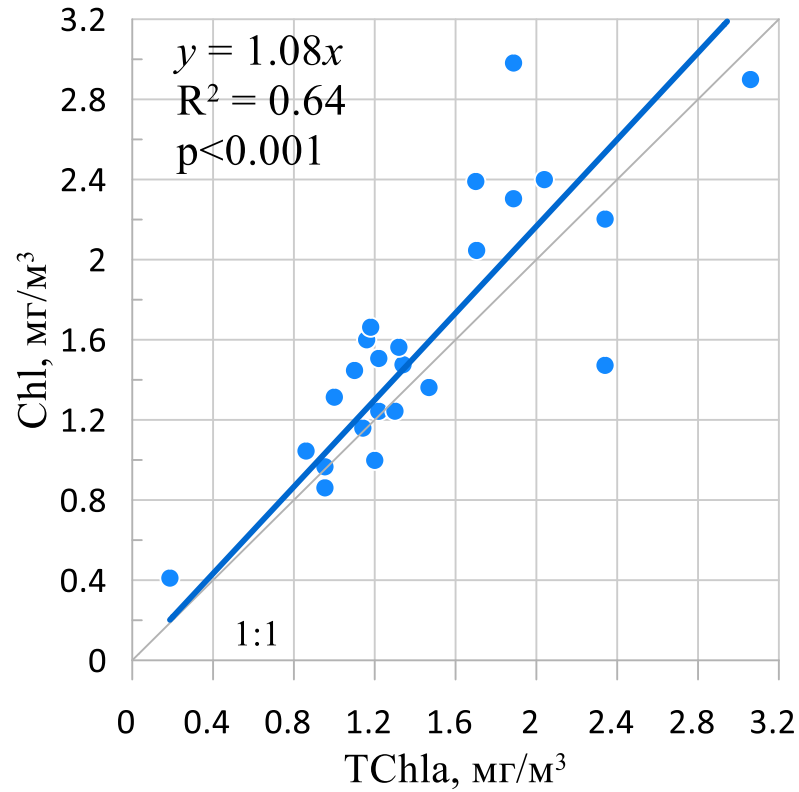
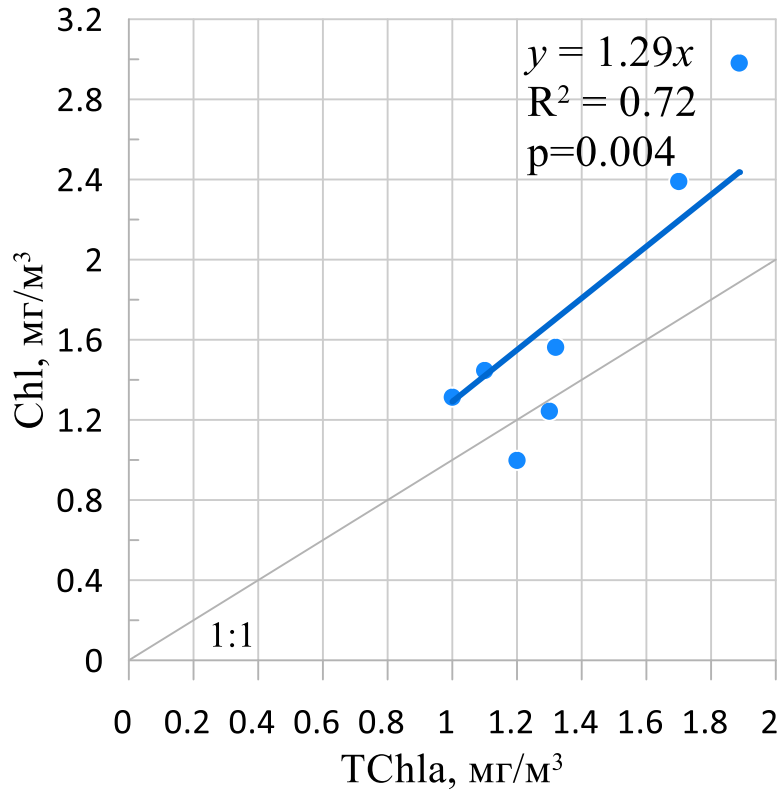


2024

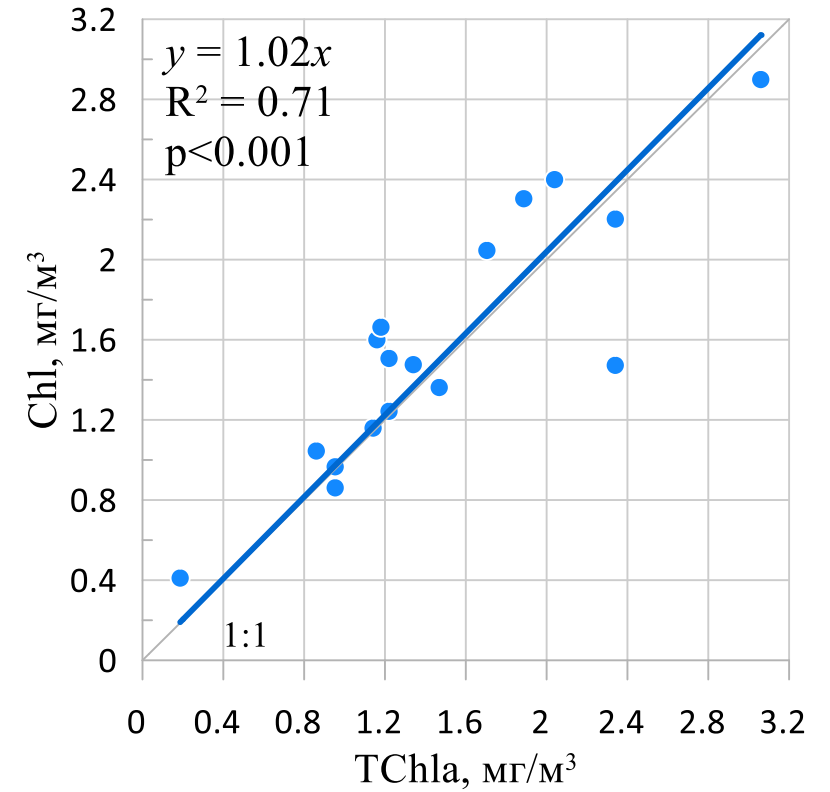


# Сопоставление с натурными данными Хл

2023



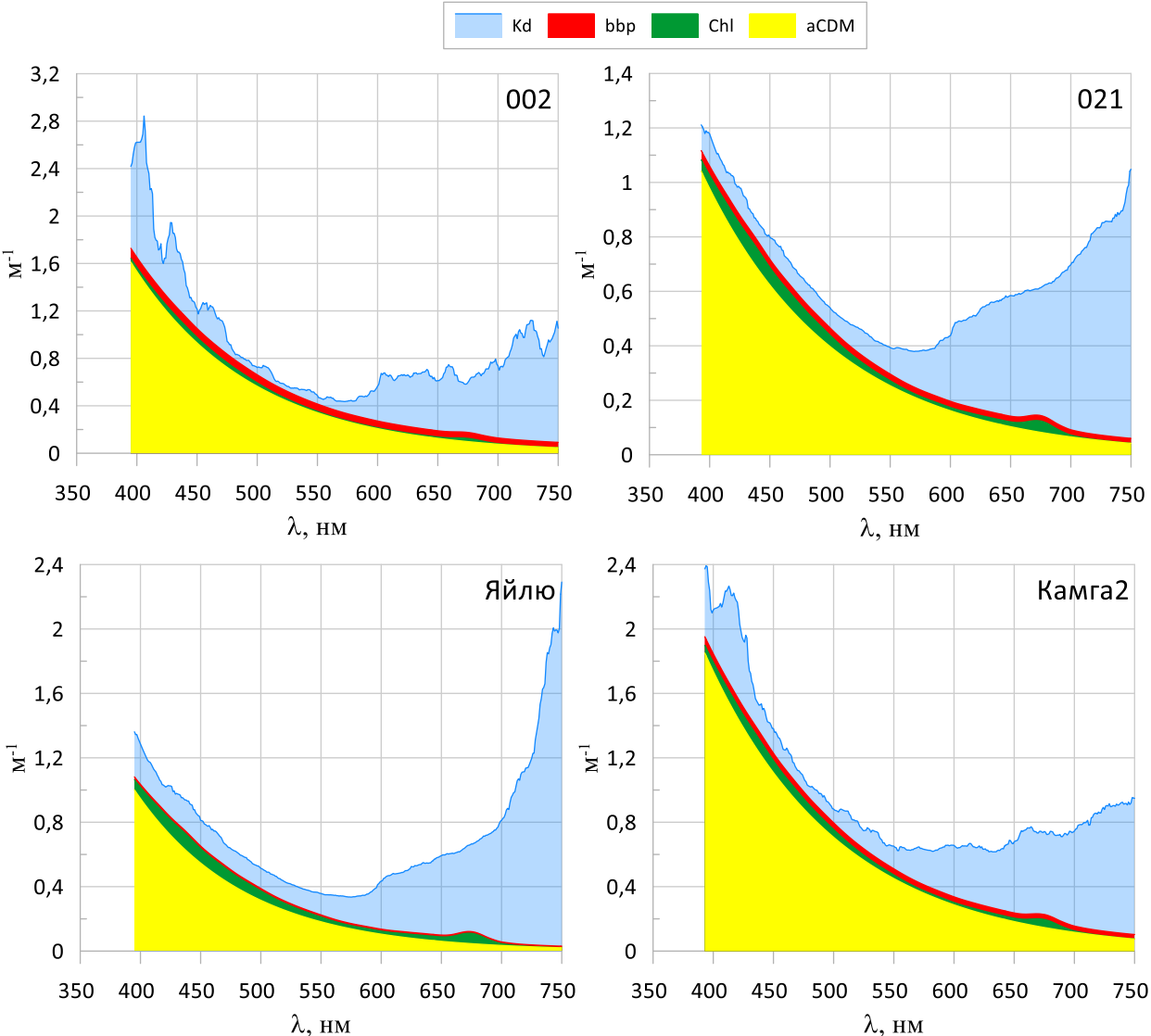
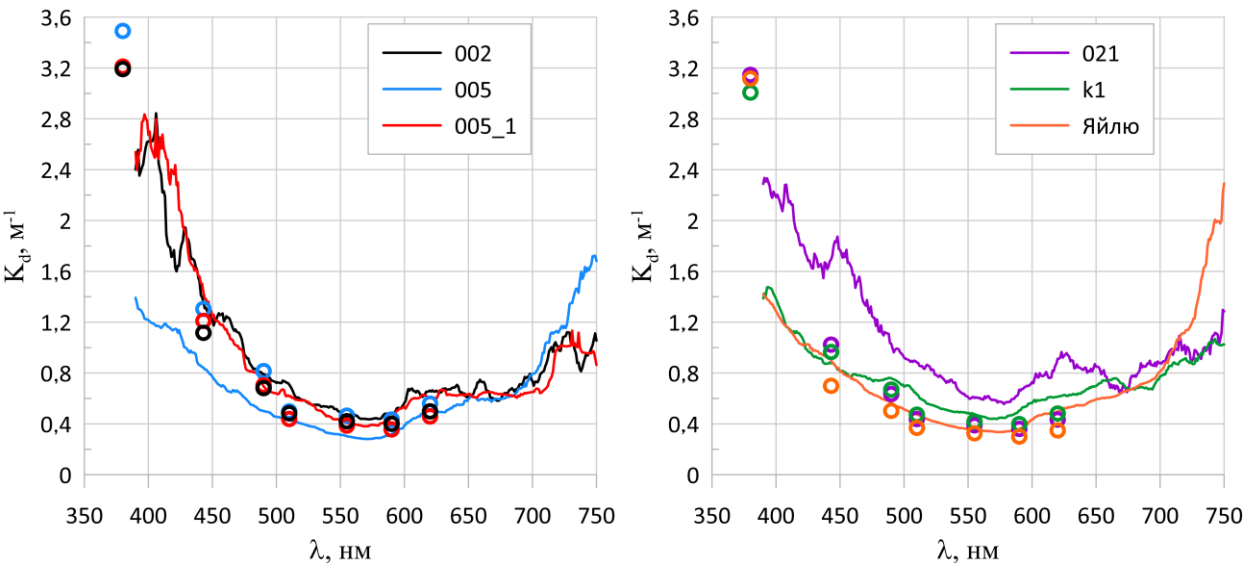
2024





Показатель вертикального ослабления света

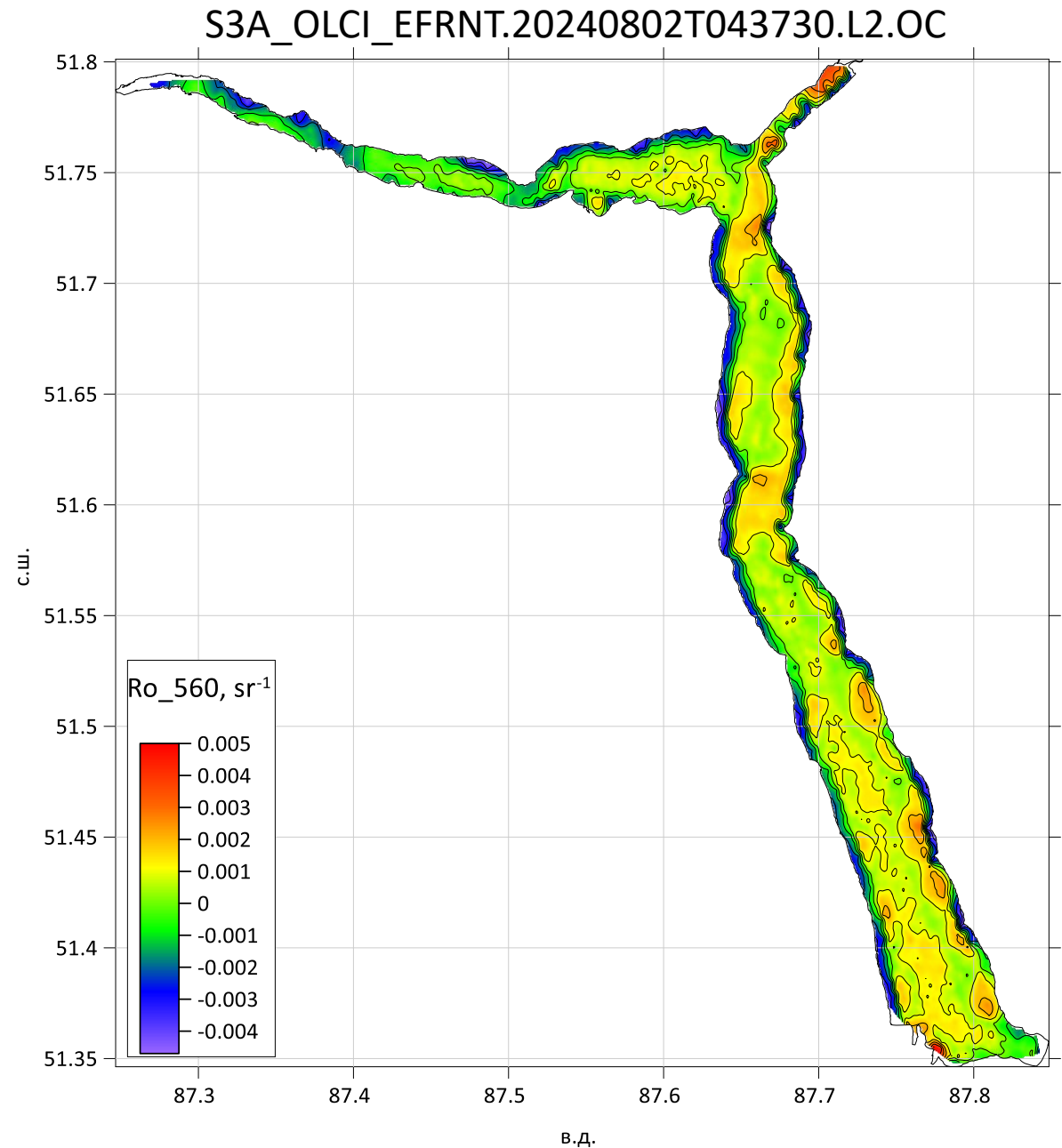
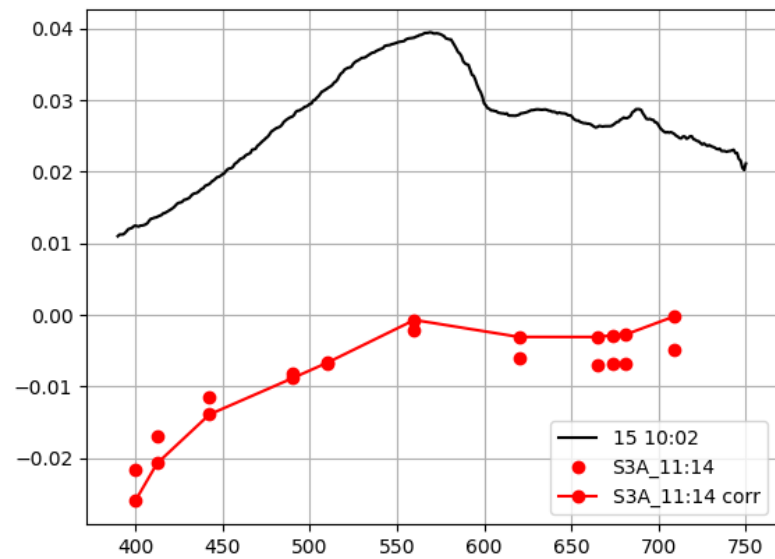
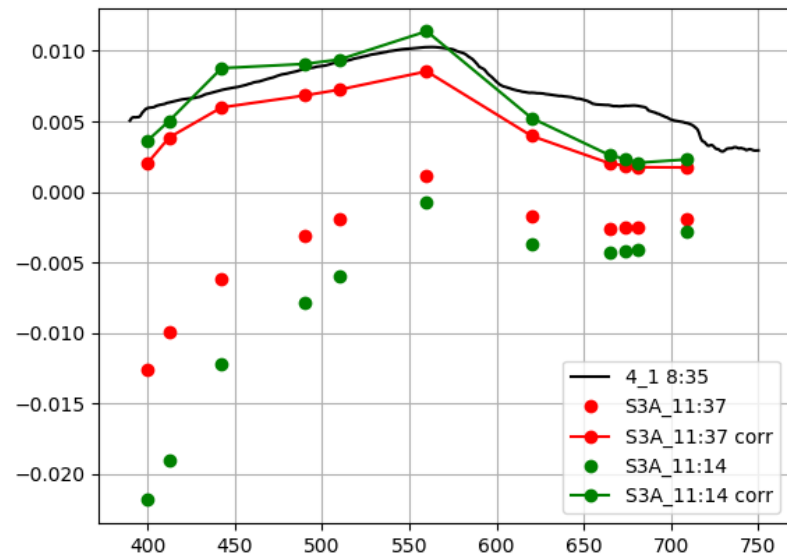
$$K_d(\lambda) = (a(\lambda) + b_b(\lambda)) / \cos\theta_s$$



Длина волны, нм	K <sub>d</sub> , м <sup>-1</sup>	Вклады, %		
		Хлорофилл-а	Взвесь	Неживая органика
400	1,89±0,88	2,3±1,6	1,9±0,6	73±12
440	1,18±0,48	5,0±3,0	2,8±1,1	76±10
490	0,71±0,28	5,4±3,5	4,1±1,8	73±8
550	0,44±0,16	3,0±2,3	5,9±3,0	63±14
680	0,66±0,10	4,2±2,9	3,3±2,1	13±9

Спектральные вклады оптически значимых компонентов  
в показатель вертикального ослабления

# Спутниковые данные





## Выводы

- В 2023 и 2024 году впервые проведены натурные измерения спектрального коэффициента яркости водной толщи на Телецком озере.
- Пространственная изменчивость в основном обусловлена речным стоком и его составом, в меньшей степени антропогенным воздействием. Наблюдались отдельные значения коэффициента яркости до 2,8%, тогда как на основной части акватории максимальные значения составляли 0,7 – 1%. Основная часть Телецкого озера достаточно однородна по своим оптическим свойствам.
- Применение полуаналитического алгоритма, адаптированного для внутренних вод, показало удовлетворительную оценку содержания хлорофилла-а в воде. Кроме того, были оценены поглощение неживой органикой и показатель вертикального ослабления света.
- Основным оптически значимым компонентом воды Телецкого озера является неживая органика. Ее поглощение дает вклад ее в показатель вертикального ослабления более 70% в коротковолновой части спектра.
- Для использования спутниковых данных требуется считать атмосферную коррекцию по данным Level 1.

