

Распределение концентраций хлорофилла, органических веществ и общей взвеси в поверхностном слое Горьковского водохранилища по данным лидара УФЛ-9



Осокина В.А.⁽¹⁾, Пелевин В.В.⁽¹⁾, Мольков А.А.⁽²⁾, Капустин И.А.⁽²⁾

(1) Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия
(2) Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия

По результатам дистанционного лазерного зондирования, осуществленного с помощью ультрафиолетового лидара УФЛ-9, были измерены параметры качества воды южной части Горьковского водохранилища с высоким пространственным разрешением. Приводятся карты распределения хлорофилла «а», общего органического углерода и взвеси в поверхностном слое толщиной 1-5 м, и графики, построенные на основании лидарных измерений и данных зонда YSI 6600 V2-4 Sonde.

Флуоресцентный лидар УФЛ-9



Рис.1 Лидар УФЛ-9 на борту НИС «Геофизик»

- Лидары серии УФЛ разработаны в ИО РАН и применяются в экспедициях в различных морских и внутренних акваториях с 2005 года
- Работа ведется с движущегося судна в автоматическом режиме с частотой 2 Гц в двух режимах: разрез и станция
- Возбуждающие флуоресценцию приповерхностного слоя (1-10 м) длины волн лазера – 355 и 532 нм
- Измеряется концентрация хлорофилла «а», органических веществ и общей взвеси в приповерхностном слое, а также оценивается наличие пленки нефтепродуктов на поверхности
- Результаты измерений для каждого района работ калибруются по данным пробоотбора с поверхности

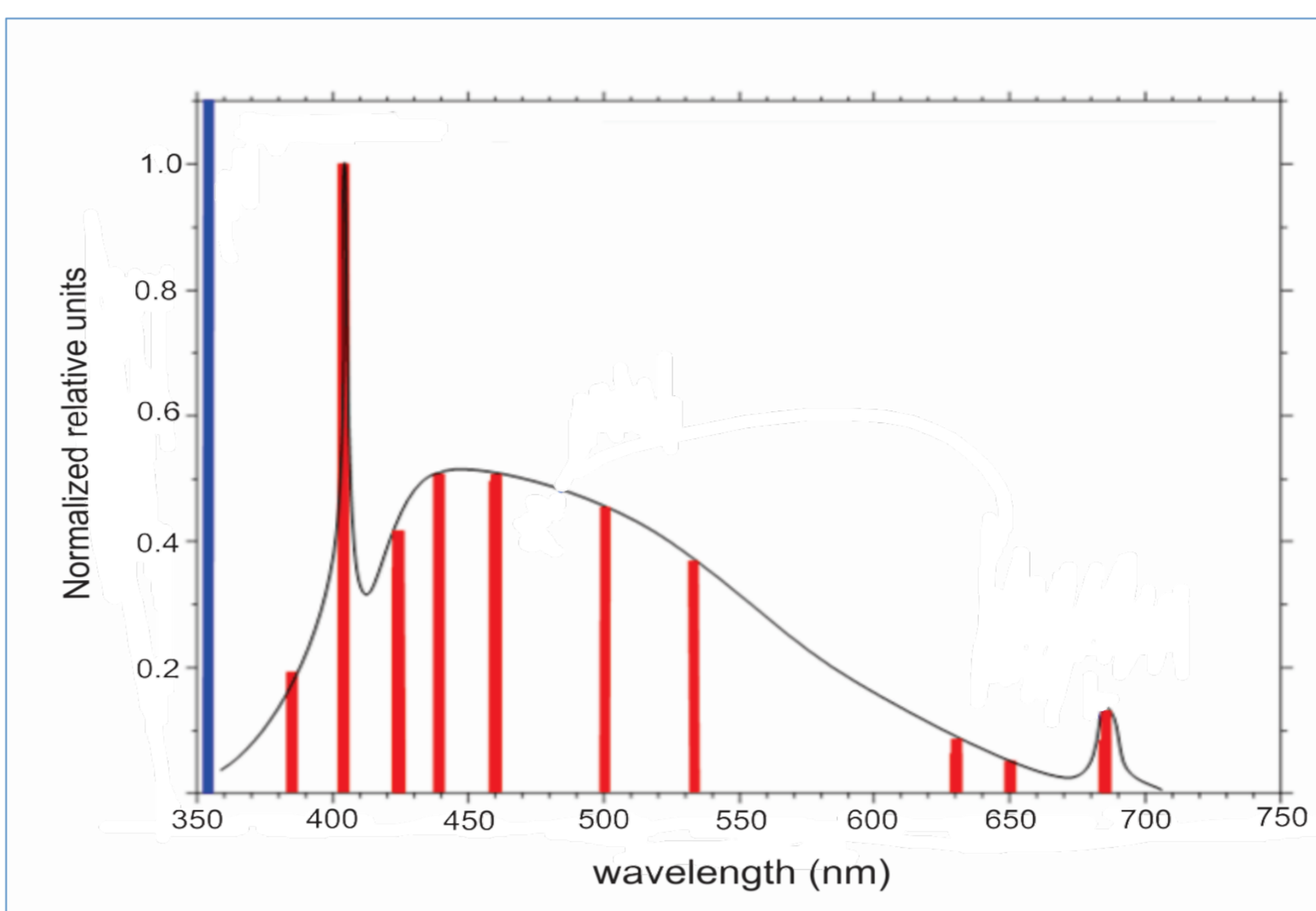


Рис.2 Пример регистрируемого 11 каналами лидара спектра при излучении на длине волны 355 нм

Район работ

- В рамках экспедиции измерения велись с борта НИС «Геофизик» 21-23 июня 2016 года в южной части Горьковского водохранилища
- Использовались работающие в непрерывном режиме ультрафиолетовый лидар УФЛ-9 и STD-зонд, производился отбор воды с поверхности для проведения лабораторного анализа и калибровки лидарных измерений, с целью получения массовых единиц концентраций по всему маршруту экспедиции
- Разрезы общей протяженностью более 52 км на данной акватории были выполнены менее чем за трое суток при скорости хода судна 3 уз
- Проведен лабораторный анализ более 30 отобранных проб на хлорофилл «а», растворенный органический углерод и общую взвесь



Рис.3 Район работ во время экспедиции

Пространственное распределение характеристик

Представлены полученные карты для первого дня работ (21.06.16, рис.5, верхний ряд) и для второго и третьего дней работ (22.06.16-23.06.16, рис.5, нижний ряд). Величины, полученные по результатам измерений лидаром, были переведены в абсолютные ([мкг/л] для хлорофилла и [мг/л] для взвеси и общего органического углерода) на основании лабораторной обработки отобранных во время экспедиции проб с поверхности, синхронно с лидарными измерениями.

- Погодные условия в первый и второй и третий дни работ различались. Основные различия распределения пространственных характеристик обусловлены тем, что в первый день работ был штиль и не было осадков. В остальное время работ наблюдались продолжительные и кратковременные сильные дожди, С-В ветер 3-6 м/с. Подобные метеорологические условия оказывают значительное влияние на поверхностный слой водных объектов и распределение в нем хлорофилла, общего органического углерода и взвешенного вещества.
- В результате влияния атмосферных осадков содержание взвеси в поверхностном слое во второй и третий день упало, по сравнению с первым днем измерений. Обратная картина наблюдается в распределении общего органического углерода и хлорофилла, связанная с увеличением стока рек, впадающих в Горьковское водохранилище. Вблизи устьев наблюдаются выраженные фронты.
- Максимальное содержание хлорофилла «а», предположительно связанное с выносом течением вод с более высоких и прогреваемых участков реки (рис.4, рис.5), выявлено у правого берега р.Троца.
- Отмечено повышение концентрации хлорофилла в центральной части изучаемой акватории во второй и третий день наблюдений, по сравнению с данными первого дня.
- На рис.4 представлены графики распределения характеристик на разрезе р.Белая-р.Троца-р.Белая. Минимальные значения содержания взвеси, мутности, температуры и численности синезеленых водорослей приходятся на участок основного русла Волги вблизи устья р.Белая.
- Наблюдается высокая корреляция между концентрацией хлорофилла «а» по данным лидарного зондирования и численностью синезеленых водорослей по данным STD зонда (рис.4 светло-зеленый и темно-зеленый графики).

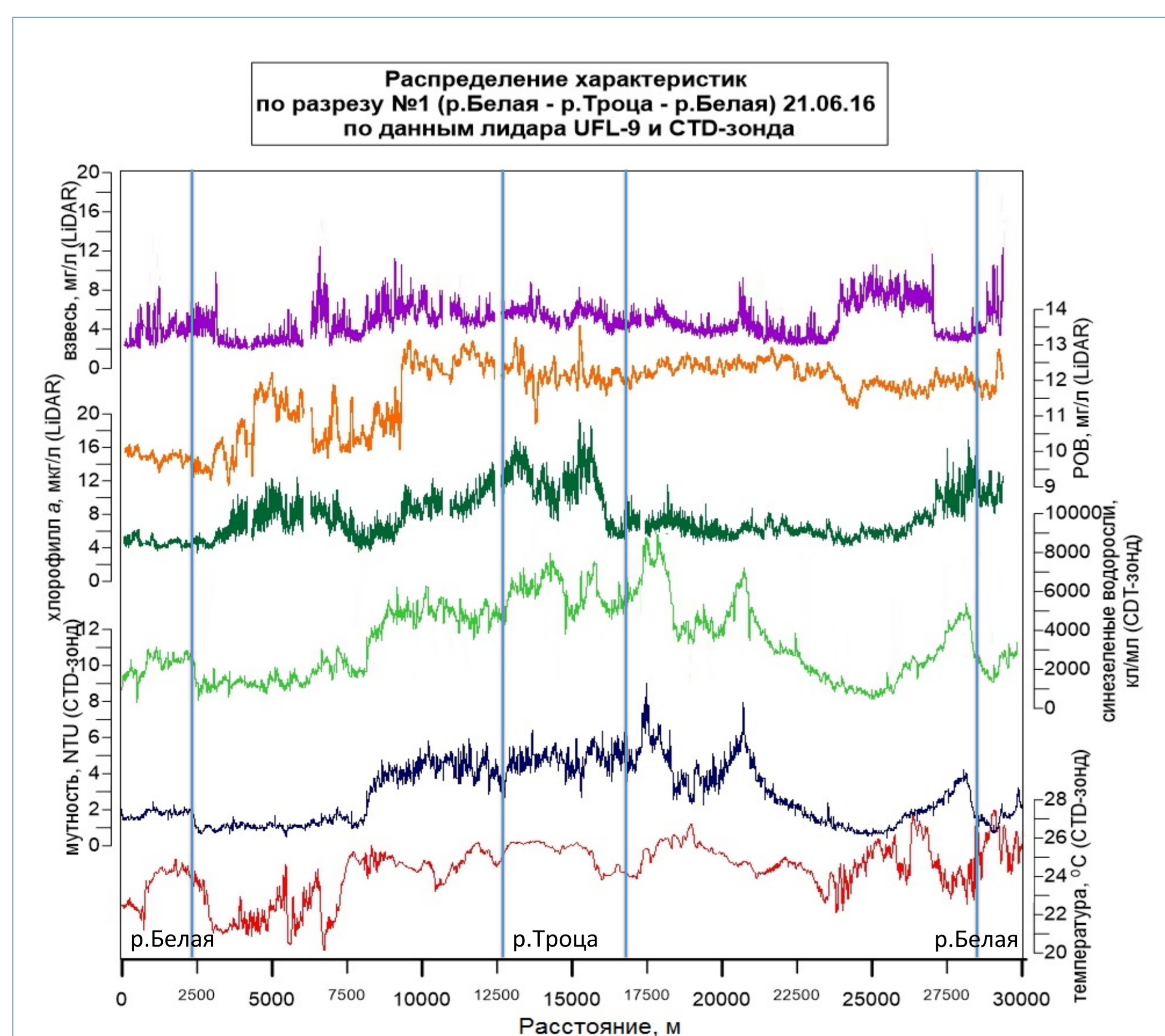


Рис.4 Распределение характеристик по разрезу №1 (рис.3) по данным лидара УФЛ-9 и STD-зонда

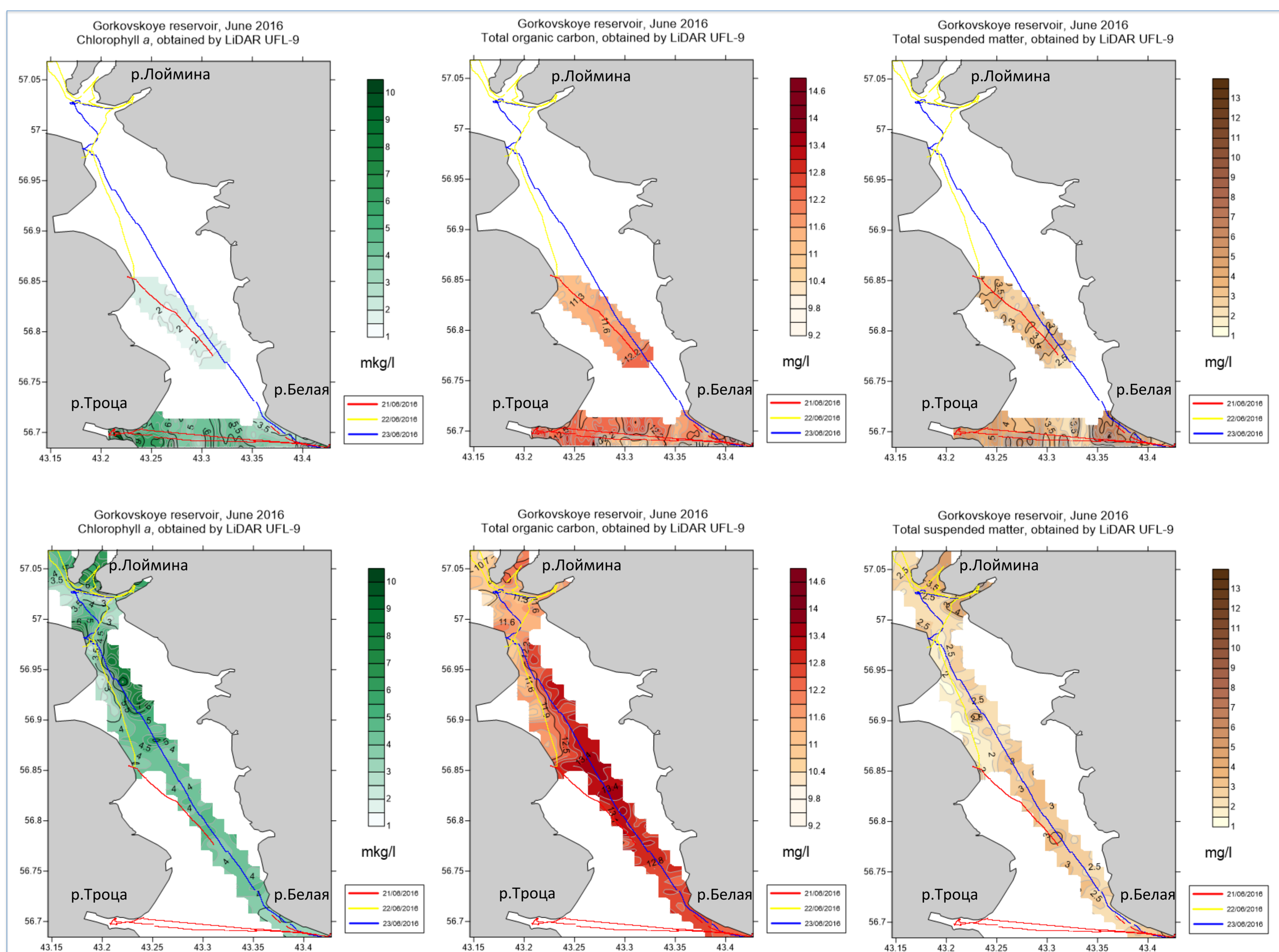


Рис.5 Пространственное распределение хлорофилла «а», общего растворенного углерода и общей взвеси в поверхностном слое южной части Горьковского водохранилища по данным ультрафиолетового лидара УФЛ-9 21.06.16 (верхний ряд) и 22.06.16-23.06.16 (нижний ряд)

Предварительные выводы

В ходе пилотной экспедиции 2016 года на акватории Горьковского водохранилища с помощью лидара УФЛ был собран подробный массив данных за короткий срок с большой акватории, что затруднительно при использовании других методов определения содержания хлорофилла «а», органики и взвеси. Таким образом, появляется перспектива оперативного сбора подспутниковых данных для разработки региональных алгоритмов обработки и калибровки спутниковых снимков. Быстрый сбор данных с большой акватории позволит избежать влияния временной изменчивости характеристик и появления значительных погрешностей. Для этого необходимо проводить подспутниковые измерения с борта судна лидаром одновременно с измерениями спутниковыми радиометрами, затем усреднять массив лидарных измерений внутри каждого спутникового пикселя. По получившимся значительным массивам параллельных данных с каждого спутникового снимка возможно делать выводы о корректности применяемых алгоритмов обработки спутникового изображения. При этом необходимым условием является проведение предварительной атмосферной коррекции спутниковых изображений.