

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕСИ И РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА В МОРСКОЙ ВОДЕ ПО СПЕКТРУ ВОСХОДЯЩЕЙ ЯРКОСТИ МОРЯ

Е.Н. Корчемкина, А.А. Латушкин, Мартынов О.В., Шибанов Е.Б.

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь

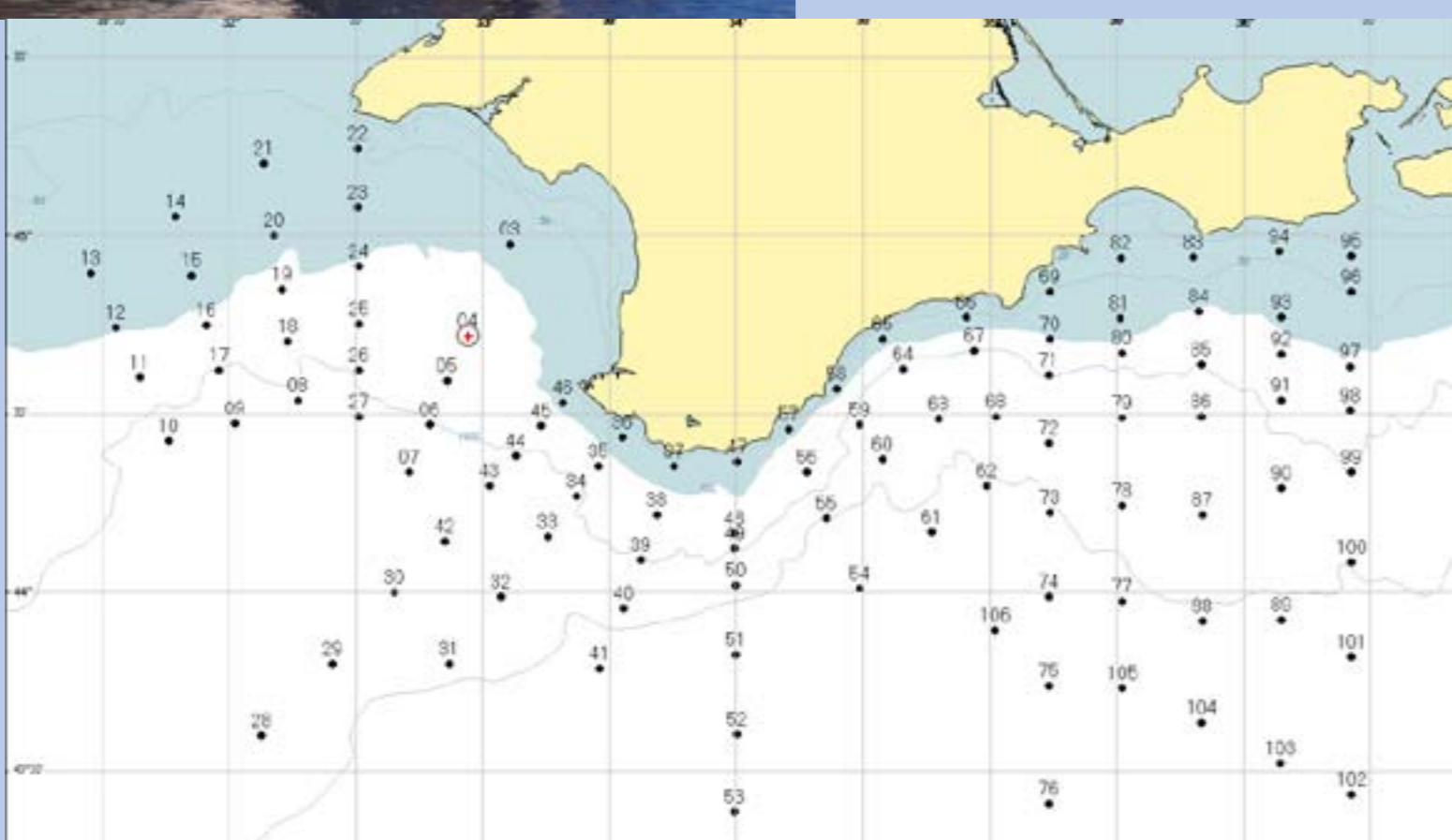
E-mail: ekorchemkina@gmail.com

Измеритель ПОС

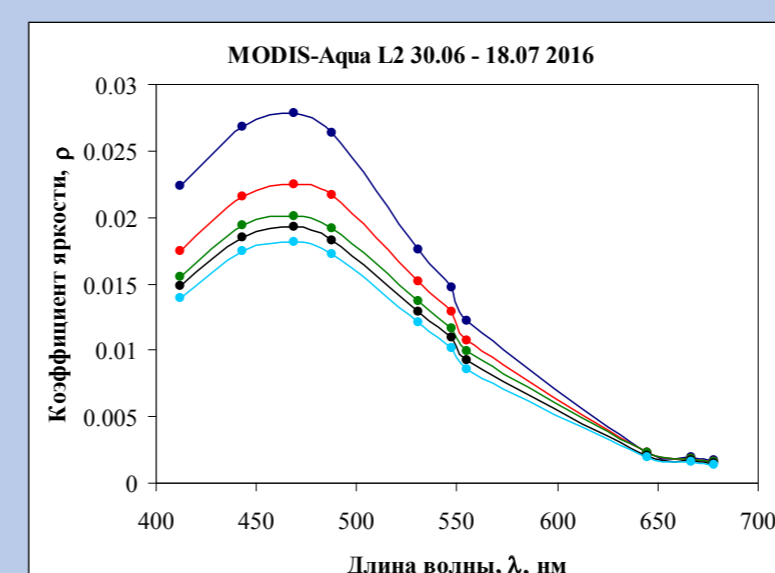


Измеритель показателя ослабления света (ПОС) предназначен для измерения вертикальных профилей прозрачности. Может быть использован при оперативном мониторинге экологического состояния водной среды или валидации данных спутниковых сканеров. Измерения проводятся в четырех спектральных участках – 460, 520, 590 и 625 нм.

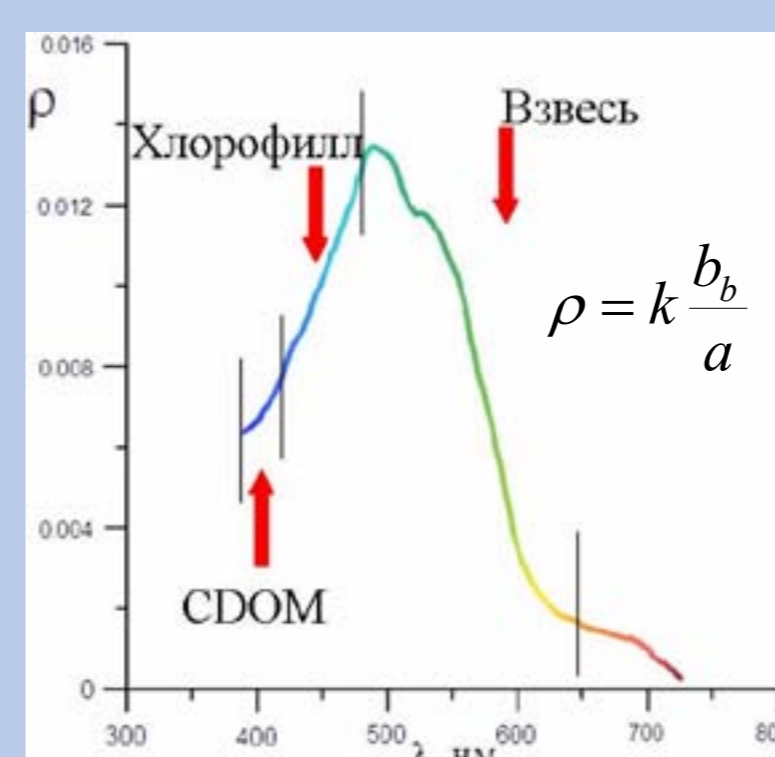
В работе использованы данные ПОС, полученные в 87 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в северной части Черного моря с 30 июня по 20 июля 2016 года.



В работе использованы данные, полученные сканером MODIS-Aqua. Обработка производилась при помощи разработанного ранее авторами полуаналитического регионального алгоритма. Алгоритм адаптирован под биооптические условия черноморских вод и позволяет рассчитывать концентрации пигментов фитопланктона, поглощение неживой органикой и рассеяние минеральной взвесью. (Lee M.E. et al., SPIE Proc. 6615, 2007.)

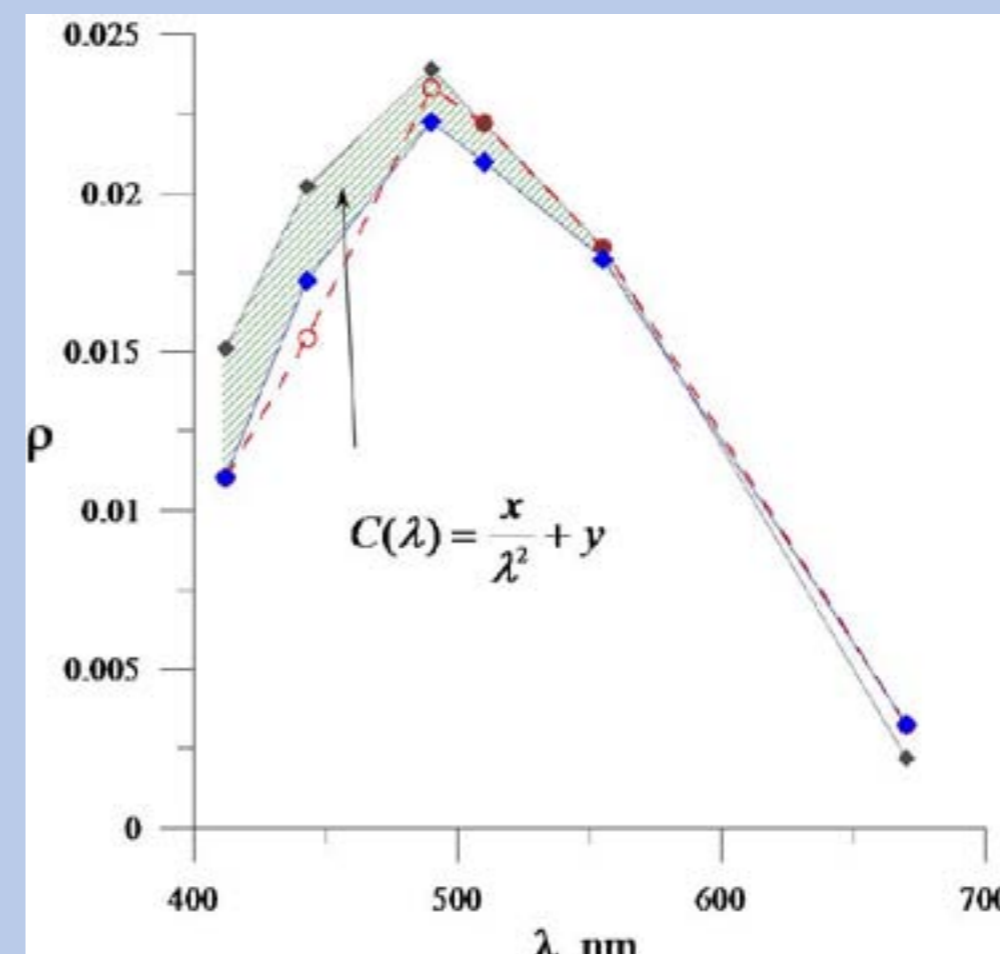


Проблема при решении данной обратной задачи заключается в том, что спектральный ход поглощения неживой органикой и рассеяния взвесью практически одинаков и представляется монотонно убывающей функцией. Таким образом, используя метод наименьших квадратов для нахождения неизвестных, невозможно разделить вклады органики и взвеси. Эта проблема была решена путем разделения всего диапазона измерений на участки с доминирующим вкладом органики и взвеси, в которых влияние остальных компонент можно считать спектрально неселективным.



Параметр	Спектральный участок	Спектральные каналы
C_{ddm}	390 – 420 нм	412 нм
C_{chl}	420 – 460 нм	443 нм
$b_{bp}(\lambda_0)$	460 – 650 нм	469 – 678 нм

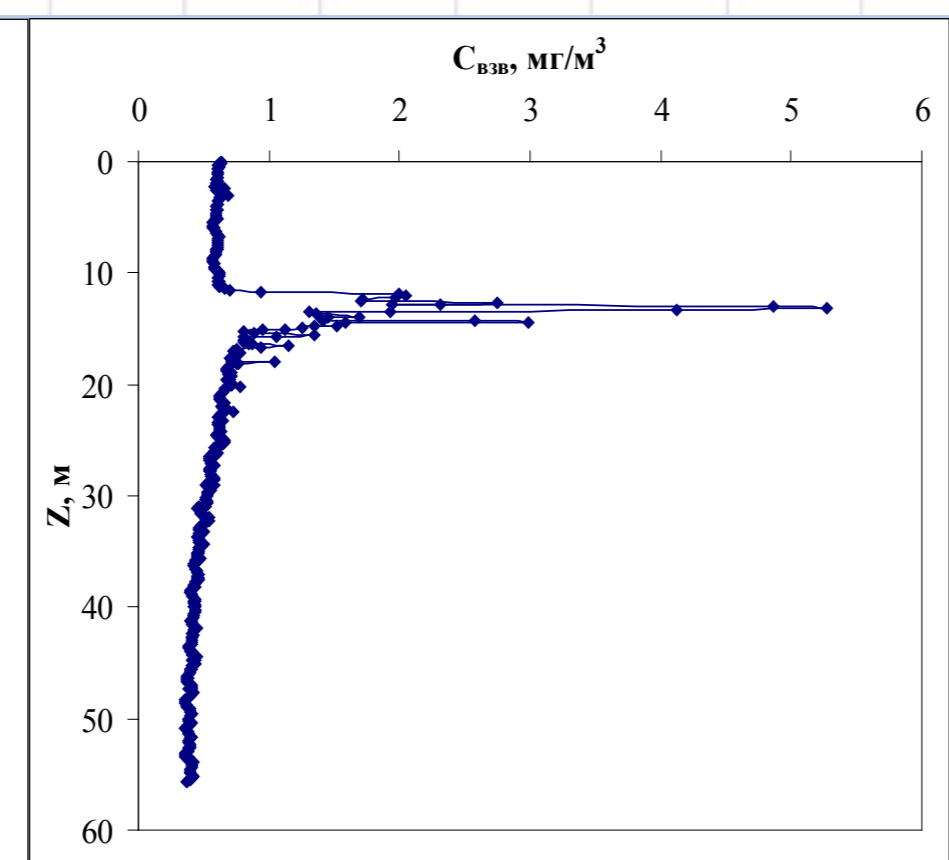
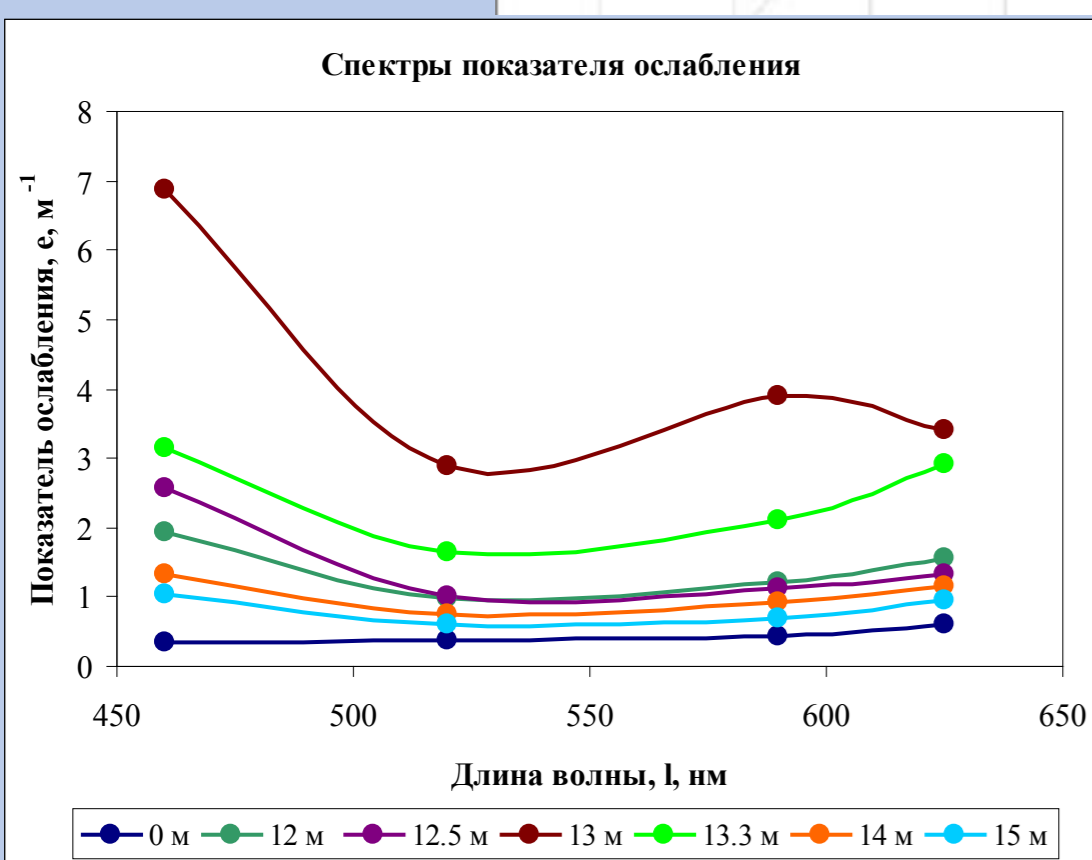
При обработке спутниковых данных предварительно были скорректированы возможные ошибки стандартной атмосферной коррекции при помощи разработанного авторами метода (Корчемкина Е.Н. и др., ИЗК, №6, 2009). В нем для коррекции значения R_{rs} в коротковолновых каналах используется упрощенная двухпараметрическая модель коэффициента яркости моря, позволяющая по измерениям в зеленой части спектра оценить значение в канале 412 нм.



Скорректированный коэффициент яркости обычно аппроксимируется выражением:

$$\rho = k \frac{b_{bw}(\lambda) + b_{bp}(\lambda_0) \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)^v}{a_w(\lambda) + C_{chl} a_{chl}^*(\lambda) + C_{ddm} e^{-\alpha(\lambda-\lambda_0)}}$$

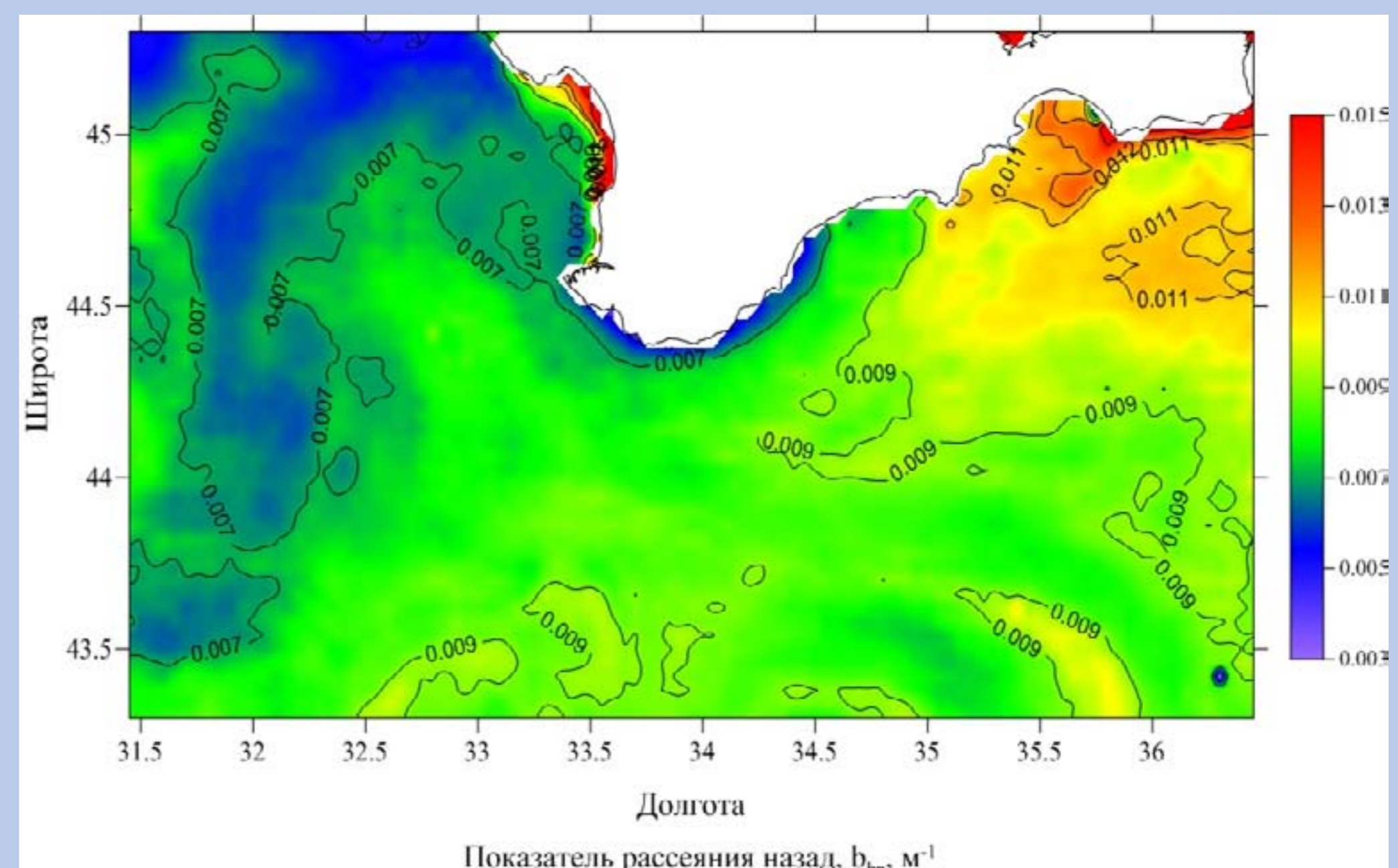
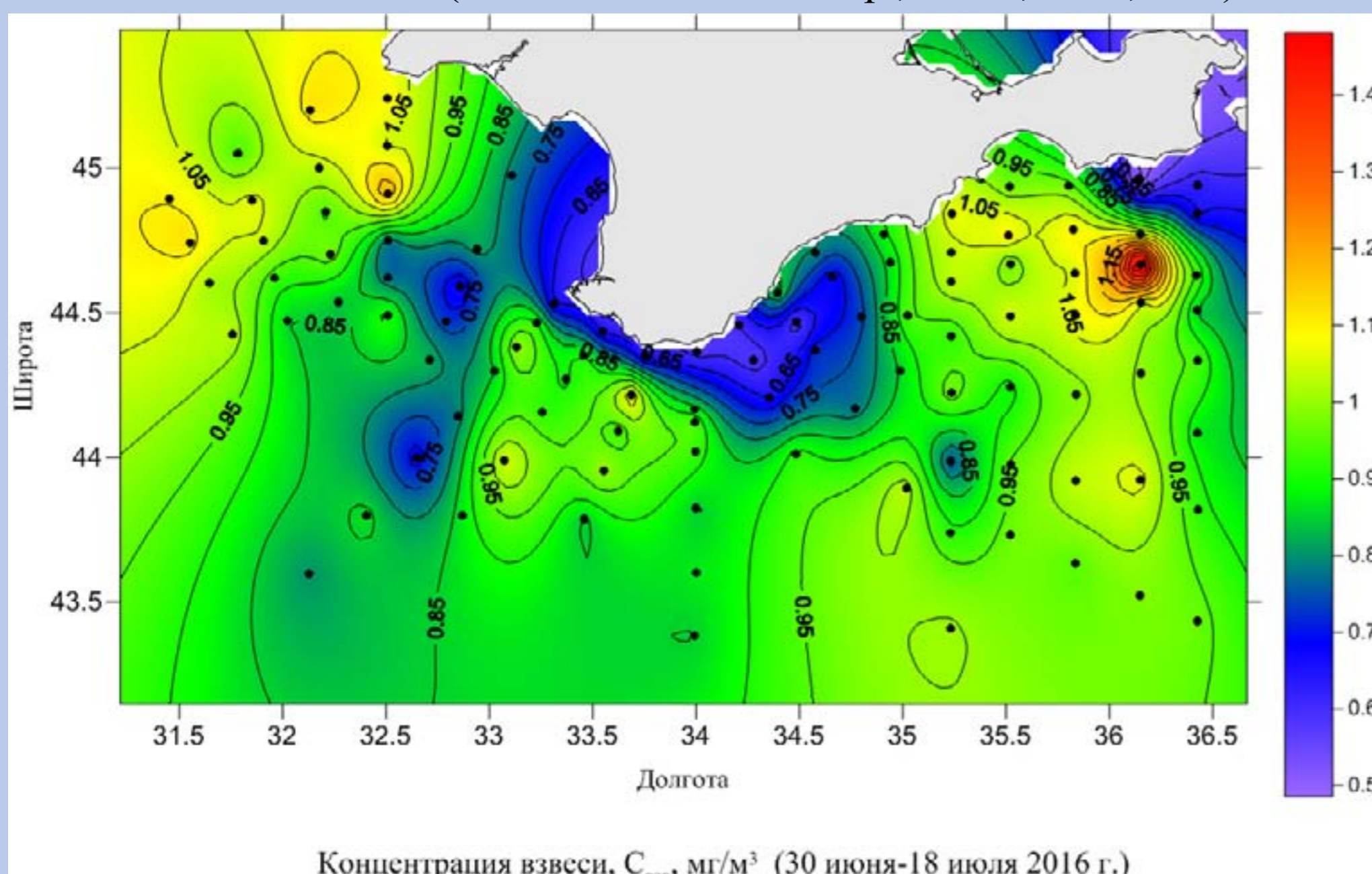
Неизвестные параметры C_{ddm} , C_{chl} , b_{bp} вычисляются в итерационной процедуре, которая позволяет стабилизировать решение и упростить расчеты. Распределение обратного рассеяния b_{bp} приведено на карте:



По данным ПОС по эмпирической формуле для Черного моря были вычислены профили и распределения концентрации минеральной взвеси:

$$C_{638} = 1.5137 \varepsilon_{625} - 0.3004$$

Представленный метод позволяет оперативно оценивать содержание взвеси по данным ПОС (Маньковский В.И. и др., МГЖ, 2003, № 2).



Разработанный в отделе оптики и биофизики моря МГИ спектральный измеритель показателя ослабления света позволяет оперативно определять состав и биопродуктивность вод, идентифицировать источники поступления загрязняющих веществ и пути их распространения.

Для обработки спутниковых данных восходящей яркости применялся полуаналитический региональный алгоритм, позволяющий рассчитывать концентрации пигментов фитопланктона, неживой органики и минеральной взвеси.

В алгоритме применяется оригинальная вычислительная процедура, позволяющая минимизировать ошибку восстановления, а также стабилизировать решение и упростить расчеты. Для нейтрализации возможных погрешностей атмосферной коррекции применяется разработанный авторами ранее метод вычисления поправки для спектра восходящей яркости. Проведенное сопоставление показывает качественное соответствие между пространственными распределениями концентрации взвеси, вычисленной по спутниковым и контактными данным.