

МОНИТОРИНГ ИНТЕНСИВНОГО ЦВЕТЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В СРЕДНЕЙ И ЮЖНОЙ ЧАСТЯХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДАННЫХ (2007-2013, 2020 ГГ.)

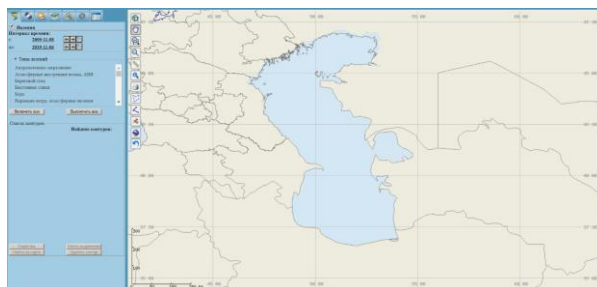
Князев Н.А.

Институт космических исследований РАН, Москва
nkkniazev@gmail.com

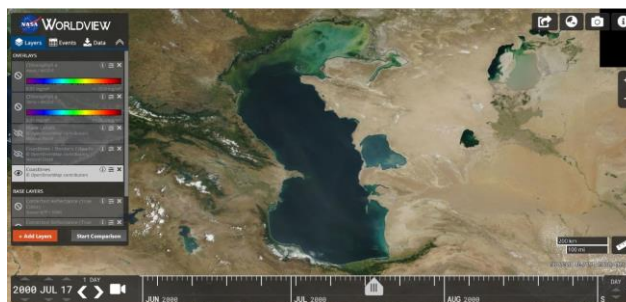


Мотивация

Каспийское море является первым крупным водоемом в мире, подверженный антропогенным загрязнениям. Наряду с техногенными источниками в Каспийском море наблюдается воздействие естественных загрязнений, в частности, активное цветение фитопланктона. Такой биологический выброс способствует негативному влиянию на флору и фауну Каспийского бассейна, и в целом создает отрицательный эффект экологическому состоянию морской акватории. Целью исследования данной работы стало картографирование районов регулярного и аномального цветения на основе анализа цветосинтезированных изображений и карт концентрации хлорофилла-А.



Система «See the Sea»
(ЦКП «ИКИ-Мониторинг»)



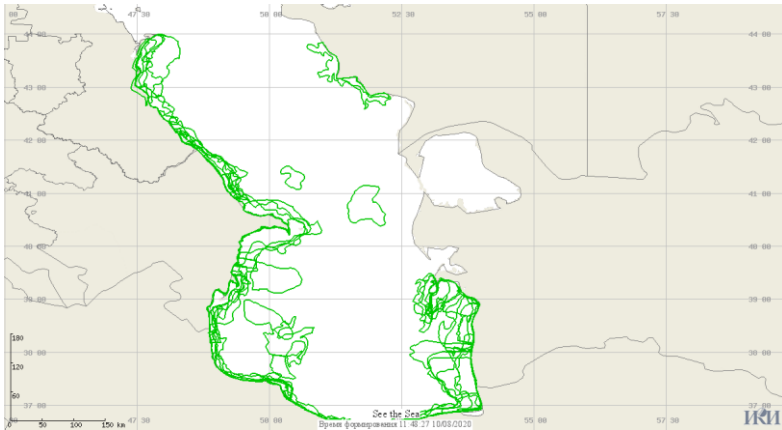
Система «WorldView» (EOSDIS, NASA)

В работе представлены результаты мониторинга регулярных и аномальных случаев цветения водорослей в Средней и Южной частях Каспийского моря в 2007-2013, 2020 годах.

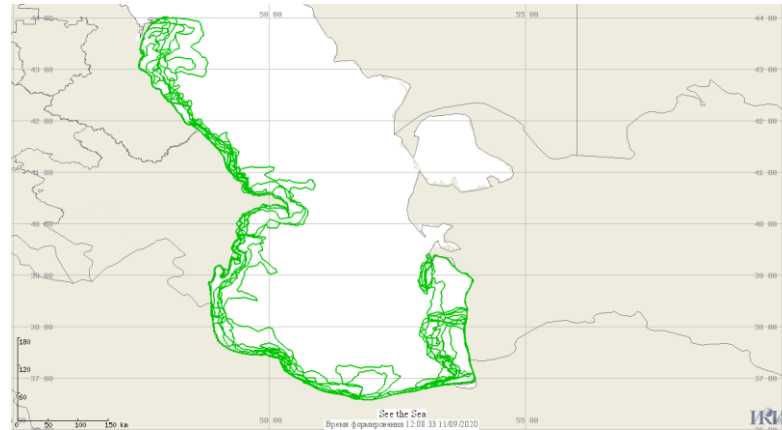
Спутниковый мониторинг базировался на данных оптических сенсоров с космических систем Landsat 5 (TM), Landsat-7 (ETM+), Landsat-8 (OLI-TIRS), Sentinel-2 (MSI), Terra/Aqua (MODIS). Для работы со спутниковой информацией использовалась информационная система «See the Sea», являющаяся составной частью Центра коллективного пользования «ИКИ-мониторинг»; а также система WorldView (NASA). Для выявления межгодовой изменчивости площади цветения фитопланктона проводился анализ цветосинтезированных спутниковых изображений совместно с опубликованными картами концентрации хлорофилла-а в Каспийском море [1].

Построение карт регулярного цветения в системе «See the Sea»

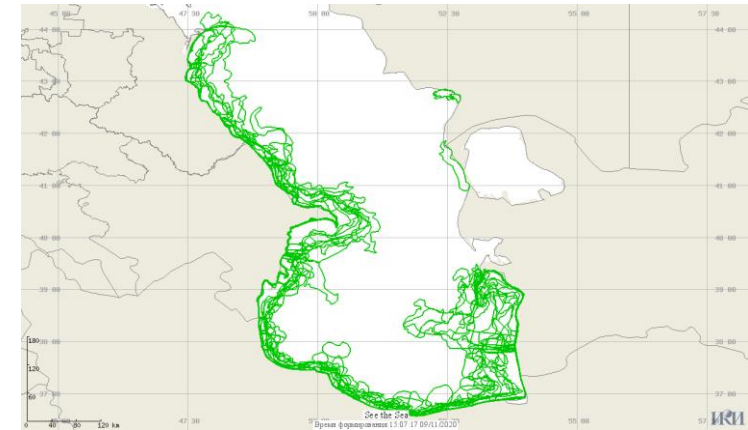
С использованием инструментов системы STS были исследованы и выделены полигонами основные участки случаев регулярного цветения в Среднем и Южном Каспии. За промежуток 2007-2013 гг. было сохранено 428 полигонов; только за 2020 год было сохранено более 100 участков.



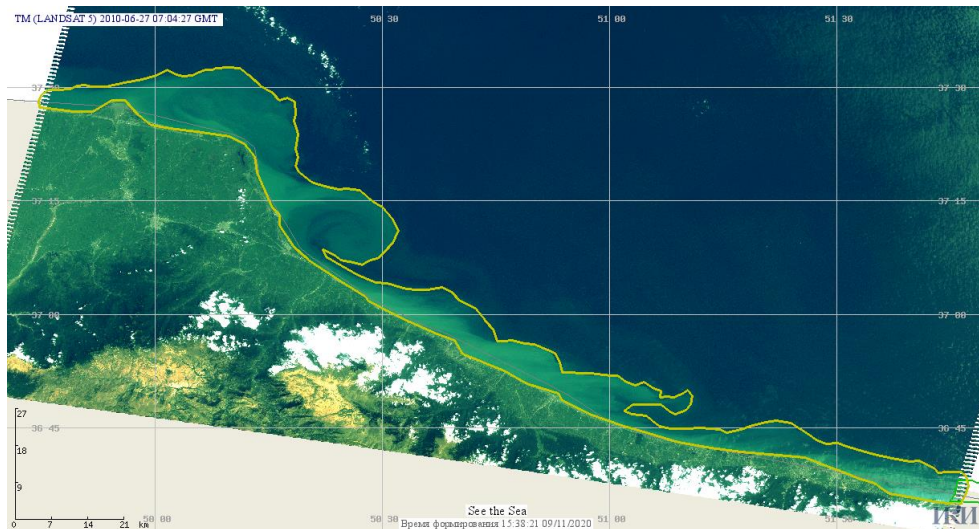
2009



2010

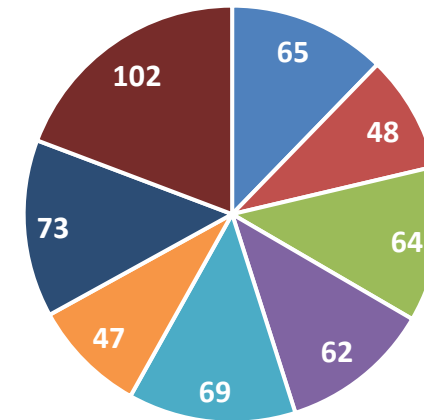


2020



Выделение прибрежного цветения в Южном Каспии. Landsat-5 (TM).
Применена цветовая коррекция изображения

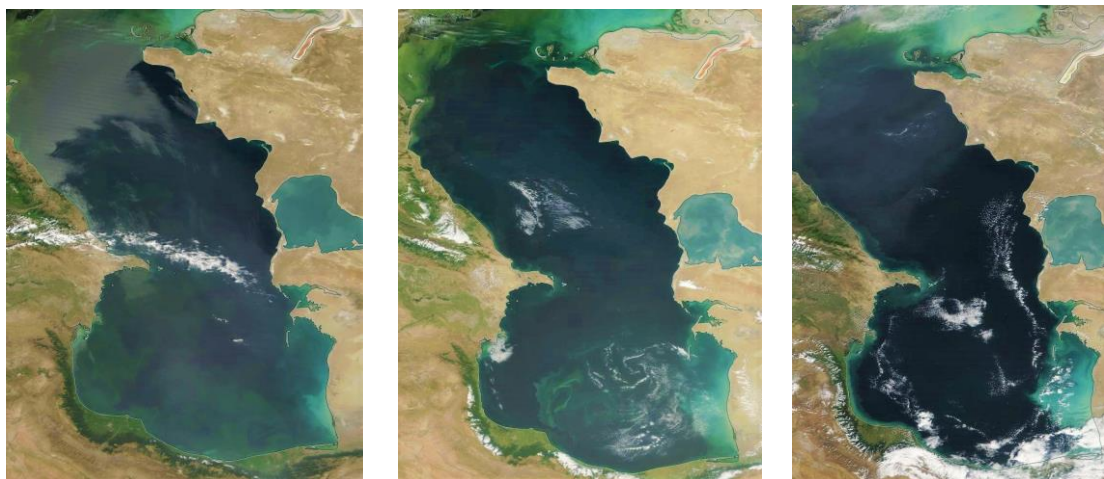
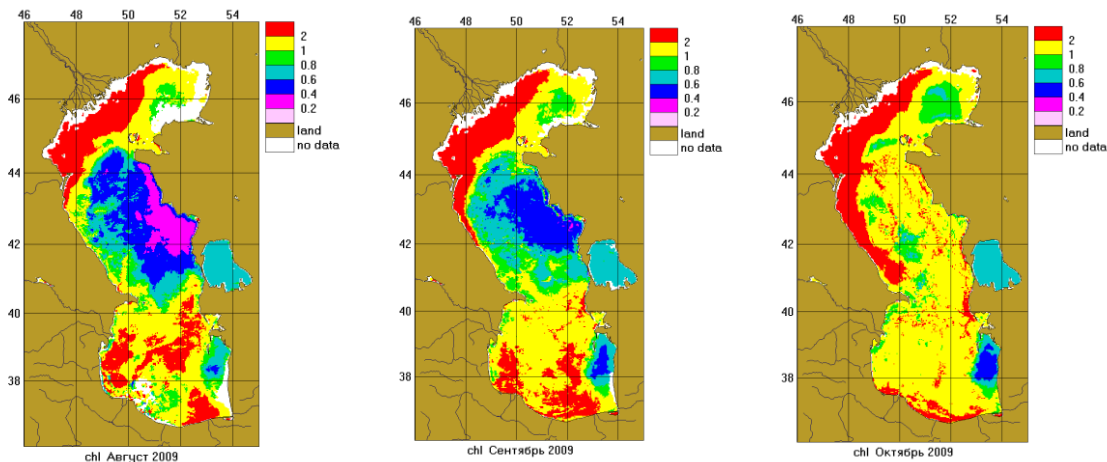
Количество добавленных полигонов



■ 2007 ■ 2008 ■ 2009 ■ 2010 ■ 2011 ■ 2012 ■ 2013 ■ 2020

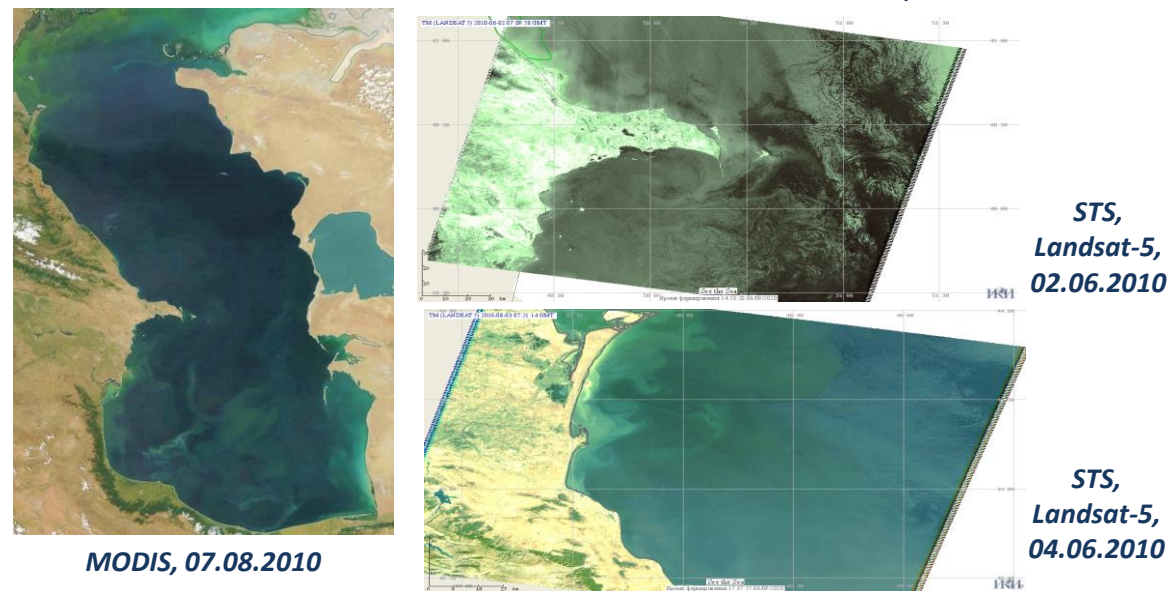
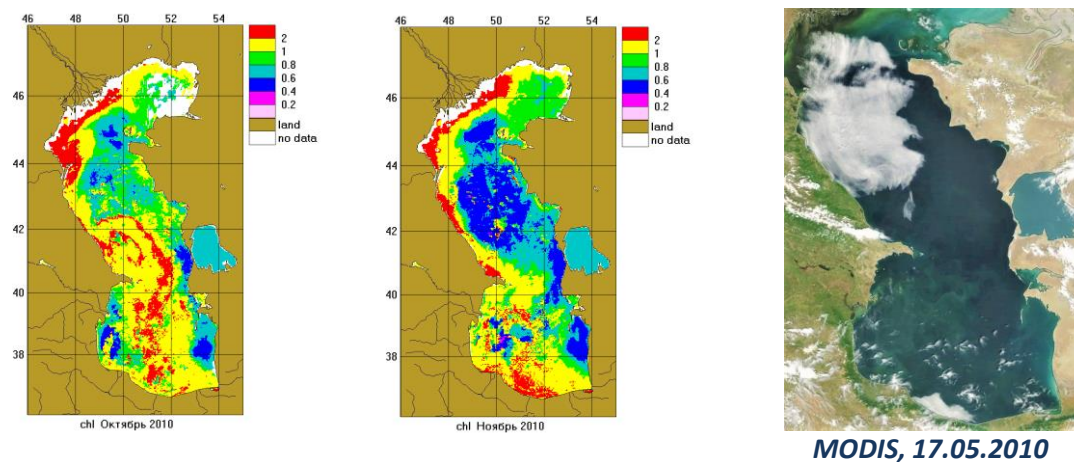
Интенсивное цветение в 2009 и в 2010 годах

В **2009 году** повышенное цветение приходится на Южный Каспий. Начинается загрязнение в июле, достигает своего пика в сентябре, и уходит на спад в конце осени.



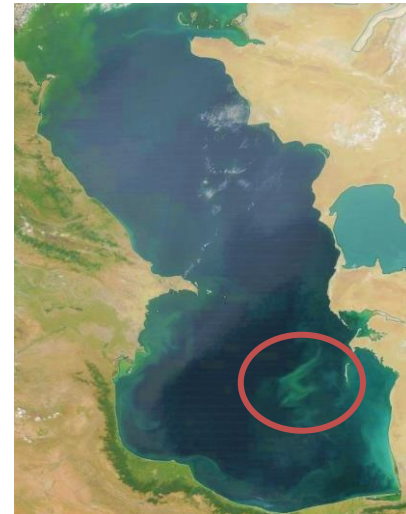
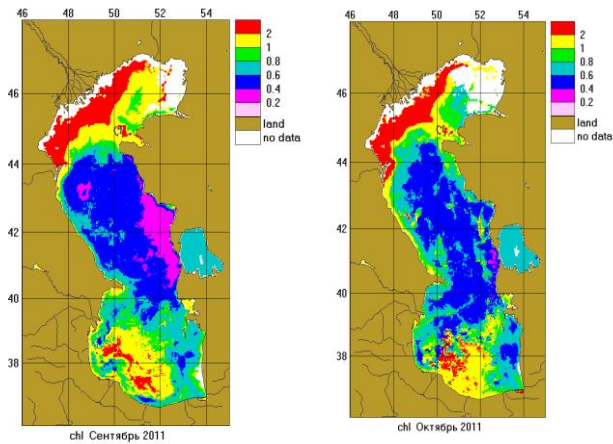
Оптические сцены, полученные со спутников Aqua/Terra MODIS, за 14.07.2009, 18.08.2009, 25.09.2009 соответственно.

В **2010 году** активные биогенные пленки покрывают территорию Среднего и Южного Каспия. Распространение загрязнения начинается в августе, заканчивается в конце осени.



Интенсивное цветение в 2011

В **2011 году** было зафиксировано повышенное цветение в восточной части Южного Каспия. Выделенный участок цветения площадью около 3.5 тыс. кв.км. сохраняется на протяжении двух месяцев.



MODIS, 01.08.2011



Сцены с сенсора TM (Landsat-5) за 01.08.2011

Результаты/выводы

- В системе STS были построены карты регулярного цветения за 2000-2013, 2020 гг. Установлены основные границы распространения сезонного цветения по искомым годам. В Южной части Каспия, чаще всего, это прибрежные районы, ограниченные речными стоками с повышенной концентрацией взвешенного вещества
- Выявлены характеристики межгодовой, сезонной и пространственной изменчивости фитопланктона в 2000-2013, 2020 гг
- В 2009, 2010 и 2011 годах обнаружены области интенсивного цветения в Южном Каспии. Цветение сохранялось с середины лета до конца осени и по своей концентрации достигало значений свыше 2 г/м^3

Проведение анализа многолетних рядов спутниковых данных за 2000-2013, 2020гг. Каспийского моря выполнялось при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-77-20060

[1] О.В.Копелевич и др. Биооптические характеристики морей, омывающих берега западной половины России, по данным спутниковых сканеров цвета 1998-2017 гг.