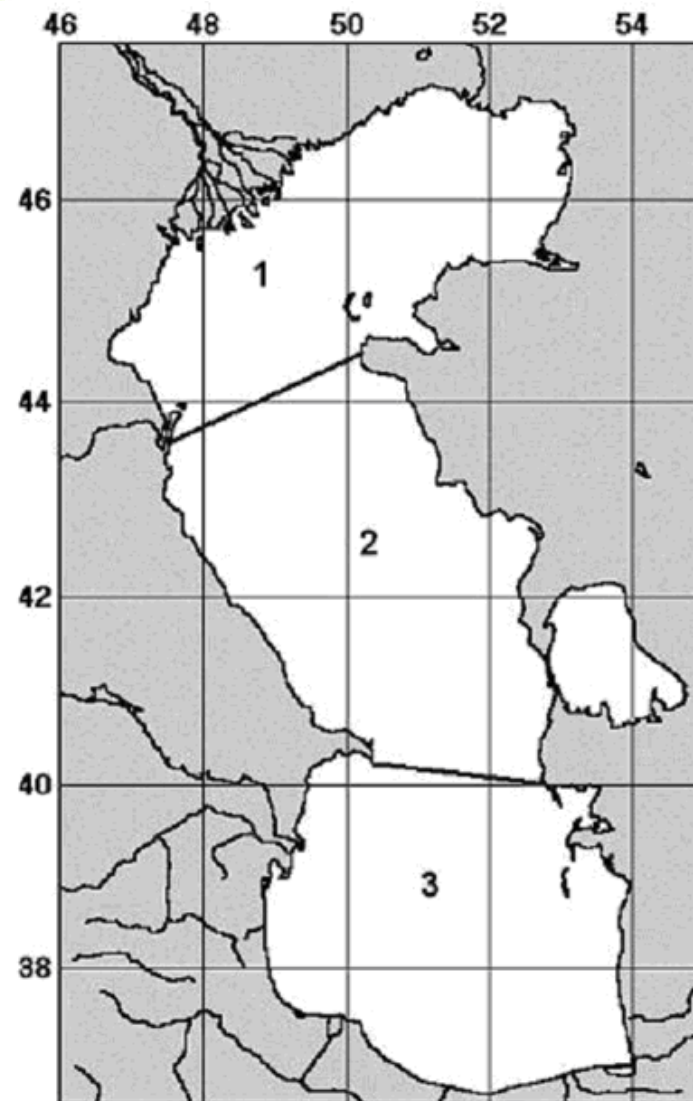
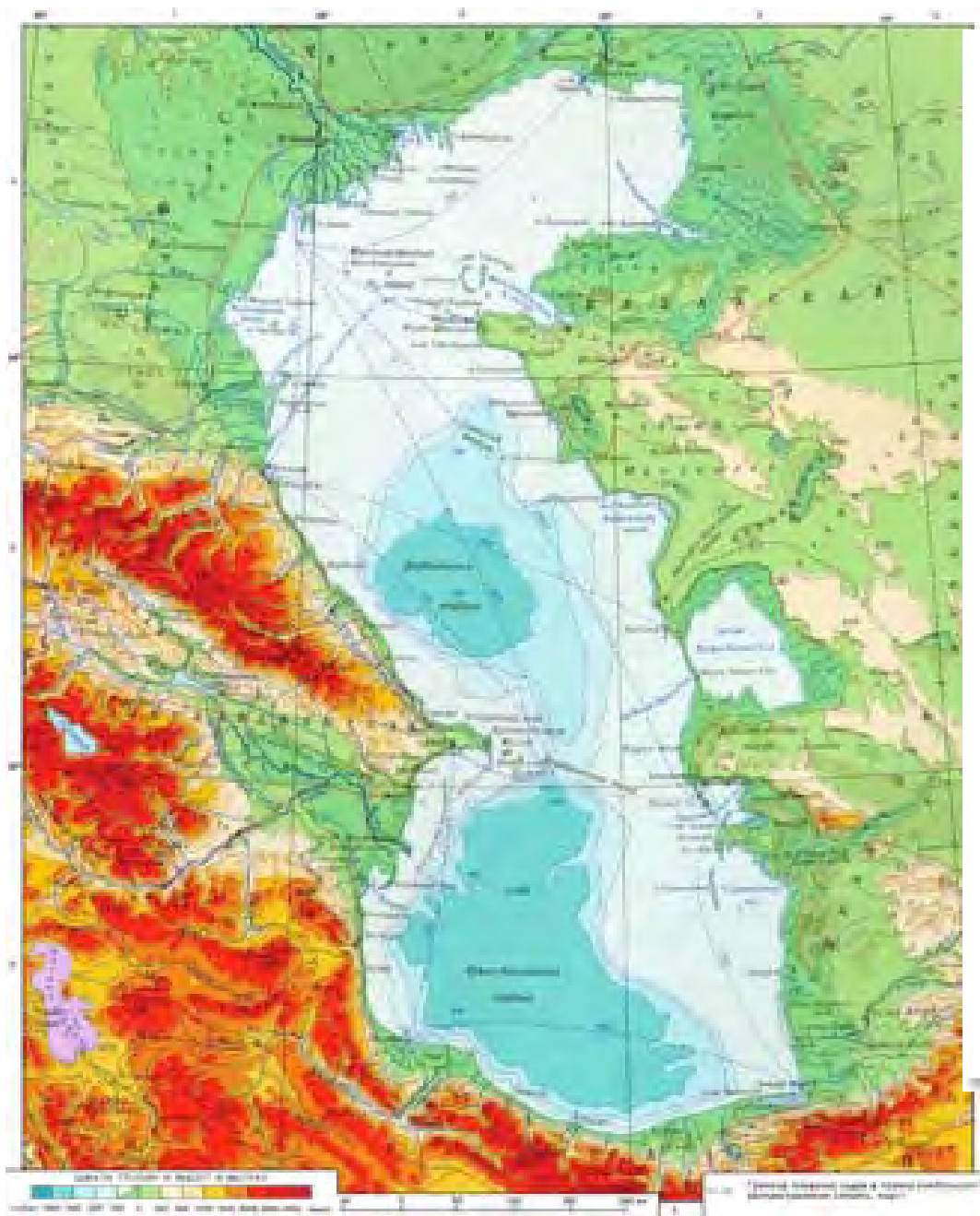


Биооптические характеристики вод Каспийского моря по данным спутниковых сканеров цвета

Салинг Инна Владимировна, м.н.с.
Институт Океанологии РАН (г.
Москва)
Лаборатория оптики океана

План доклада

- Введение;
- Участие в создании электронного Атласа;
- Взаимосвязь между разными биооптическими характеристиками в различных регионах;
- Оценка возможности трехмерного распределения;
- Заключение.



1. Северный регион.
2. Средний регион.
3. Южный регион.

Спутниковые данные и алгоритмы

- Сайт НАСА <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>;
- Сканеры цвета SeaWiFS (январь 1998–июнь 2002) и MODIS-Aqua (июль 2002-декабрь 2017);
- Данные второго уровня со спектральным разрешением 1.1x1.1 км;
- «Сшивка» данных SeaWiFS и MODIS-Aqua выполнялась по совместным данным этих сканеров в период с июля 2002 г. по 2007 г.;
- Усреднение на сетке 3 x 3 км;
- Используемые для расчетов региональные алгоритмы разработаны по данным натурных измерений

Электронный атлас (с 2002 г.) Монография (2018 г.)

**Биооптические характеристики
морей, омывающих берега западной
половины России, по данным
спутниковых сканеров цвета
1998-2017 гг.**

О.В. Копелевич, И.В. Салинг, С.В. Вазюля, Д.И. Глуховец,
С.В. Шеберстов, В.И. Буренков, П.Г. Каралли, А.В. Юшманова



Исследуемые моря:

- Баренцева ;
- Карское;
- Балтийско е;
- Белое;
- Черное;
- Каспийско е

Содержание атласа:

- Карты среднемесячных распределений биооптических параметров;
- Диаграммы, показывающие изменчивость среднемесячных значений для различных регионов;
- таблицы с параметрами межгодовой изменчивости различных характеристик

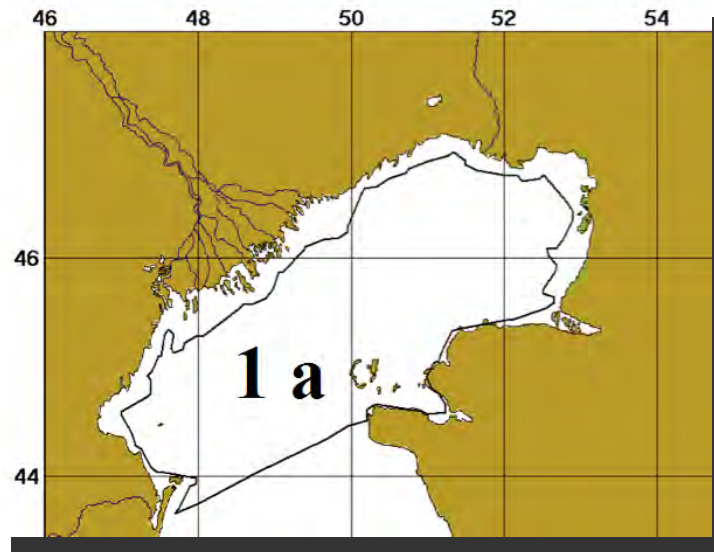
Исследуемые характеристики:

- Концентрация хлорофилла;
- Показатель рассеяния назад взвешенными частицами;
- Показатель поглощения окрашенным органическим веществом;
- Концентрация взвешенного вещества;
- Параметры кокколитных цветений в Баренцевом и Черном морях;
- Температура поверхности моря (для сопоставления с климатическими изменениями)

Проблема оптимизации требований к полноте и качеству используемых данных

Ограничения:

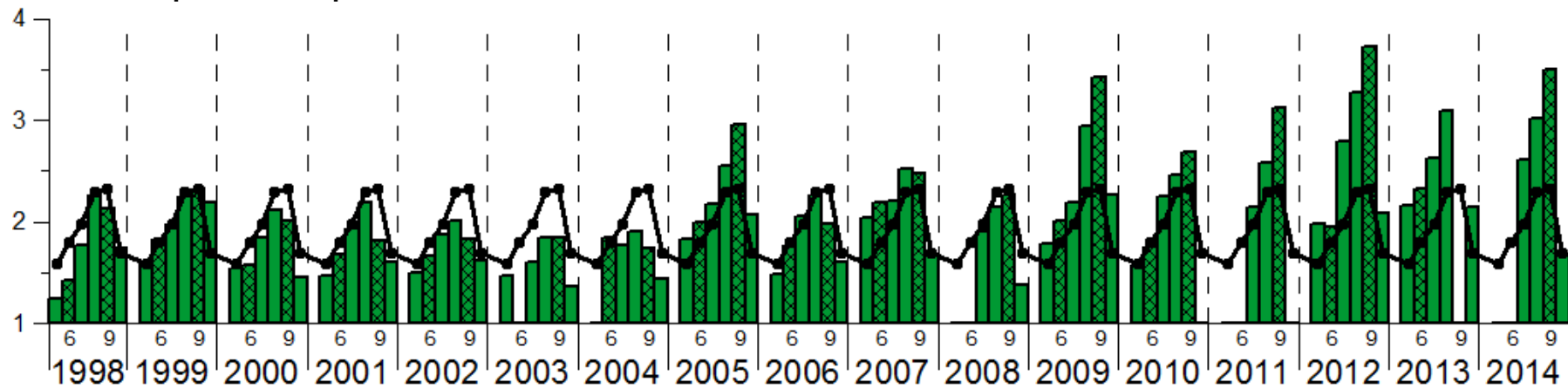
- ✓ количество данных на каждый бин больше или равно 3 для Черного и Каспийского морей и не меньше 2 для Белого и Баренцева морей;
- ✓ Доля покрытия каждого субрегиона больше или равно 70%



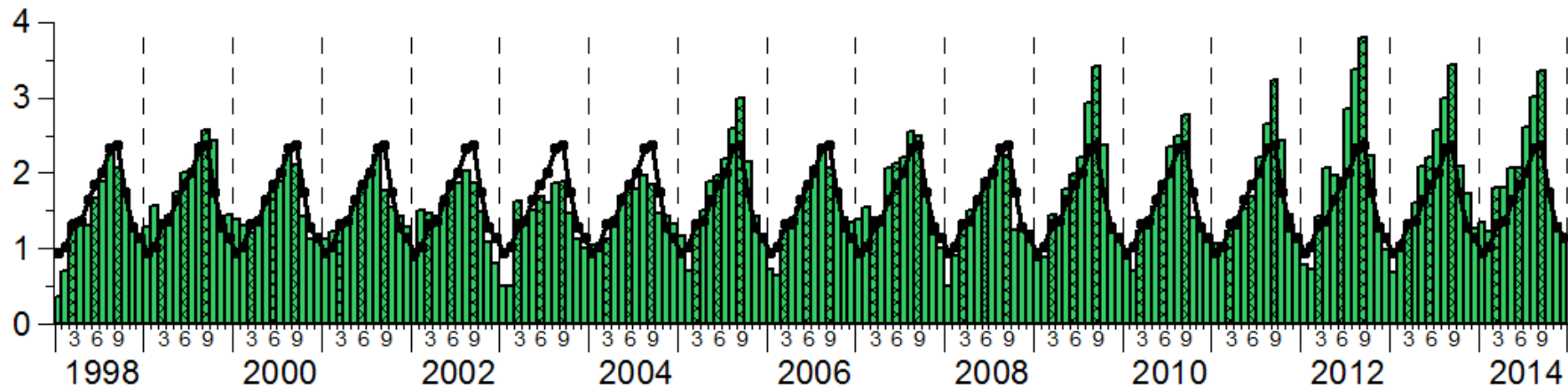
1a – Изменение расчётной площади Северного Каспия

Сравнение диаграмм с разной степенью требований,
предъявляемых к данным (концентрация хлорофилла
Chl (мг/м³) в Северном субрегионе Каспийского моря в
1998-2014 гг.)

«Строгие» требования



«Мягкие» требования



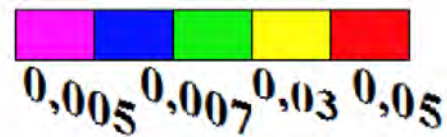
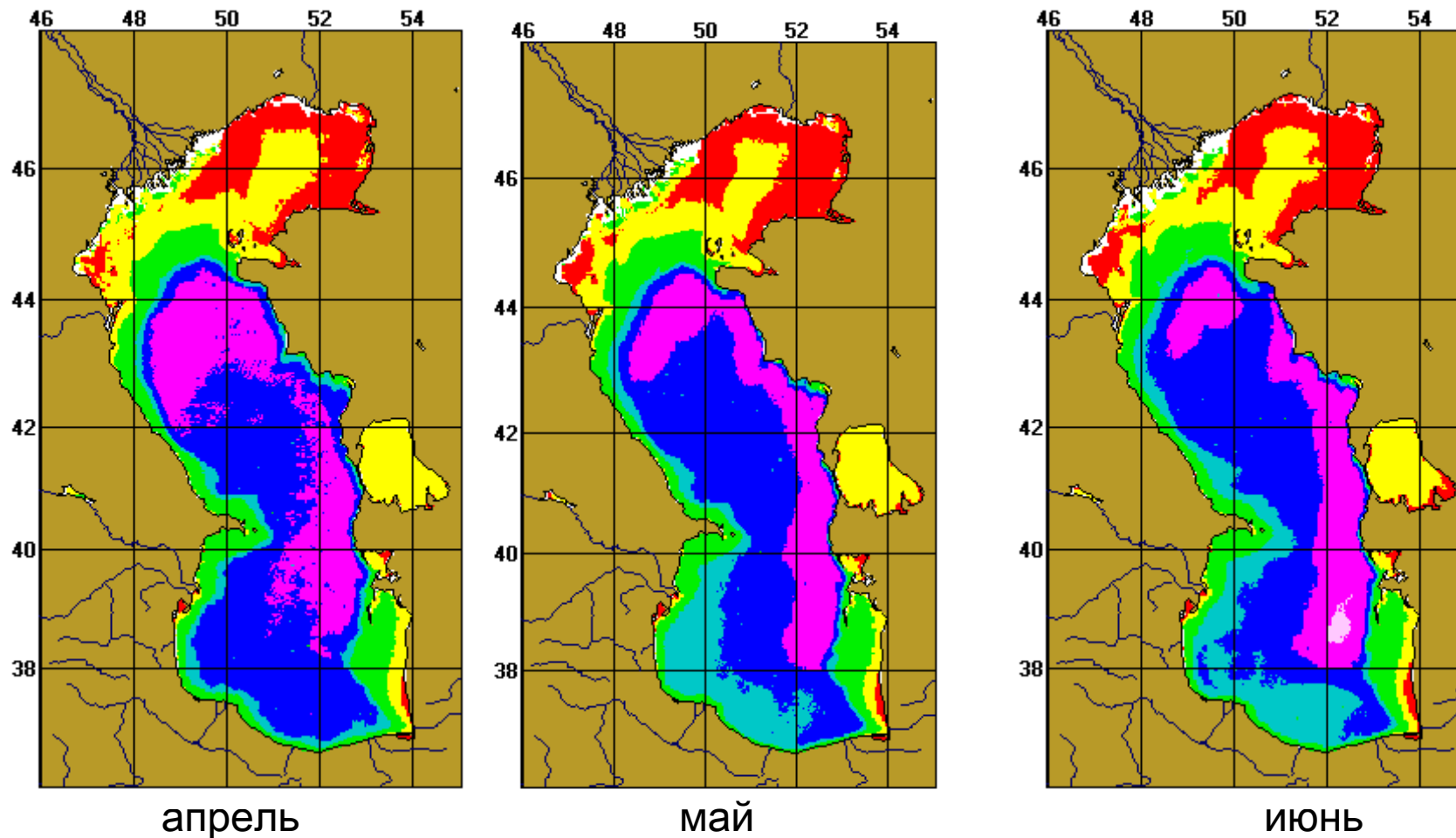
**Исследование связей между
биооптическими параметрами
вод разных регионов**

Таблицы, рассчитанные для анализа взаимосвязей содержат:

- Значения коэффициентов корреляций (R);
- количество пар данных, по которым проводился расчет (N);
- достигаемый уровень значимости (p).

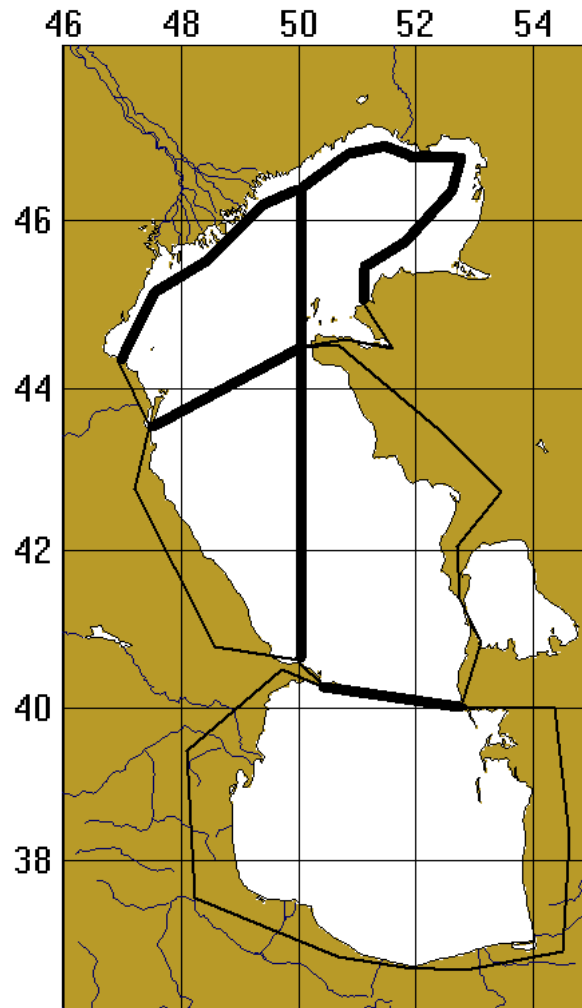
Статистически значимые: значения корреляции $R > 0,7$ (в редких случаях $R > 0,5$) при уровне значимости $p < 0,05$.

Карты «средне-климатических» распределений показателя рассеяния назад взвешенными частицами в Каспийском море в июле (1998-2011 г.)

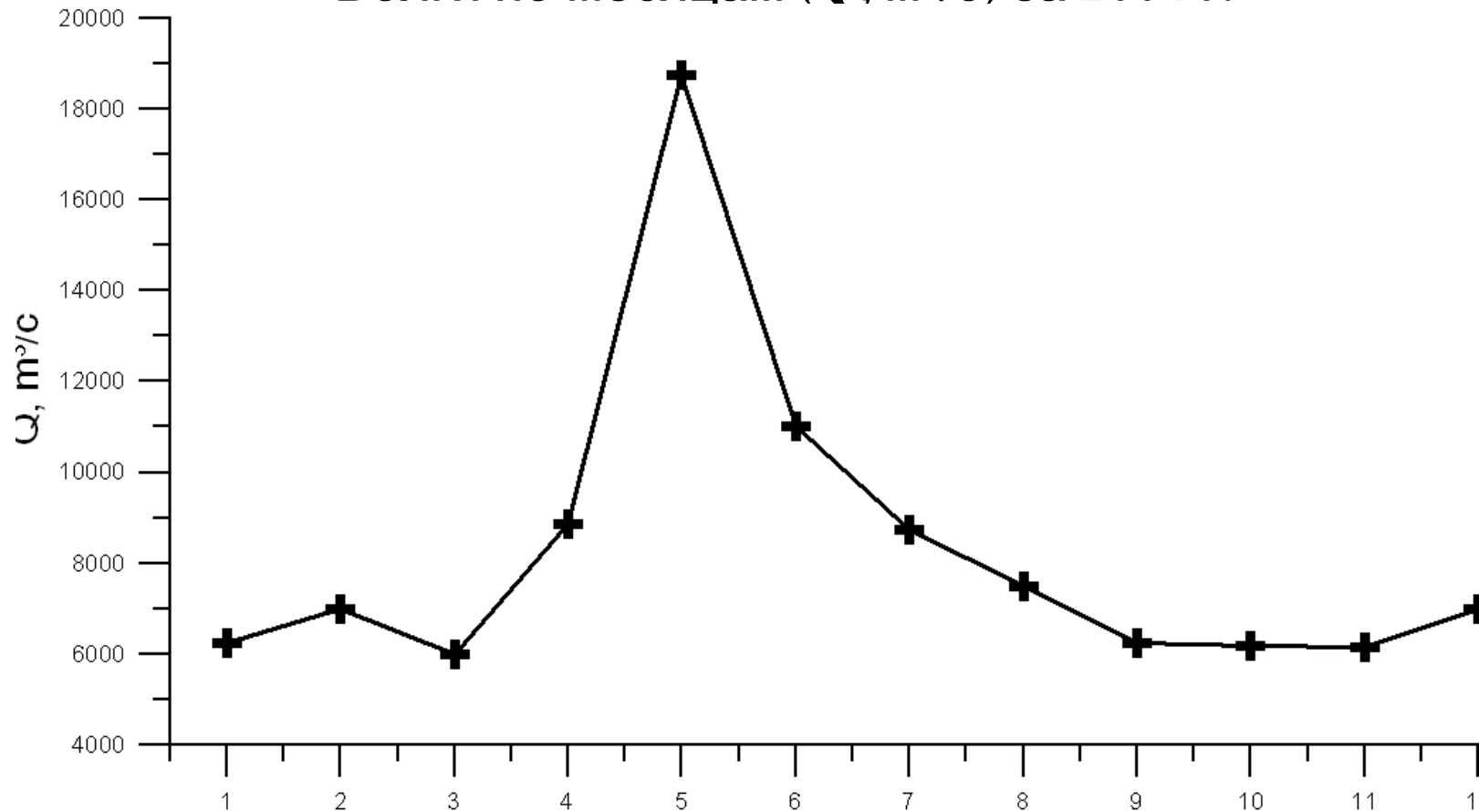


b_{bp}, M^{-1}

Районирование Каспийского с учетом распределения биооптических параметров



Внутригодовое распределение стока воды в вершине дельты Волги по месяцам (Q , м³/с) за 2004 г.



Полонский В.Ф, Остроумова Л.П. Многолетние колебания речного стока в устьях российских рек, впадающих в Каспийское море. [электронный ресурс] – 2004 . - Режим доступа: <http://caspi.ru/HTML/Conf/Trud-r-2/Polonsky.pdf>

Корреляционные связи между b_{bp} Северного и Среднего регионов

Связь между среднемесячными значениями майского b_{bp} в Северном Каспии и июньского b_{bp} в Среднем Каспии

R	N	p
0.704	11	0.016

Связь между среднемесячными значениями майского b_{bp} в западной части Северного Каспия и июньского b_{bp} в западной части Среднего Каспия

R	N	p
-----	-----	-----

Май и июнь

0.711	21	0.0001
-------	----	--------

Апрель

0.803	21	0.0001
-------	----	--------

Корреляционные связи между *Chl* Среднего и Южного регионов

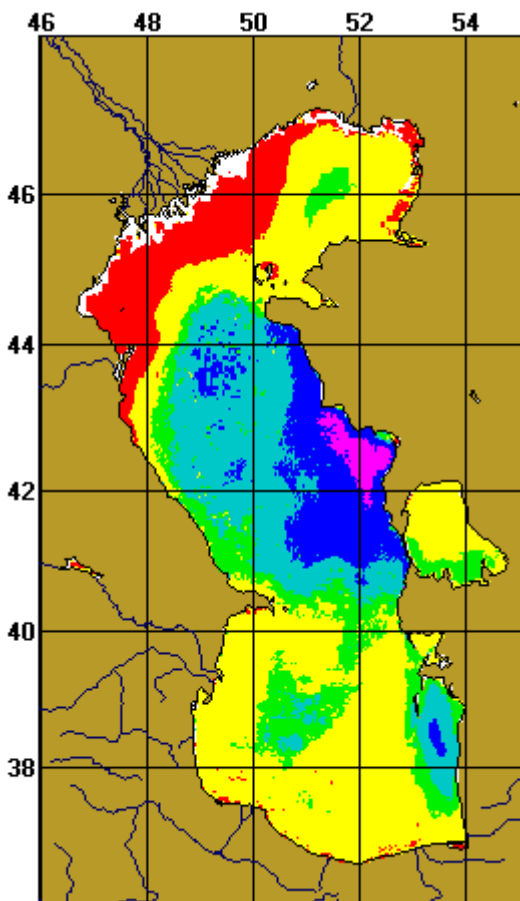
Связь между среднемесячными значениями *chl* в Южном Каспии и *chl* в Среднем Каспии

<i>Chl</i>	<i>Chl</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>p</i>
август	сентябрь	0.81	16	0.0003
октябрь	октябрь	0.803	17	0.0004

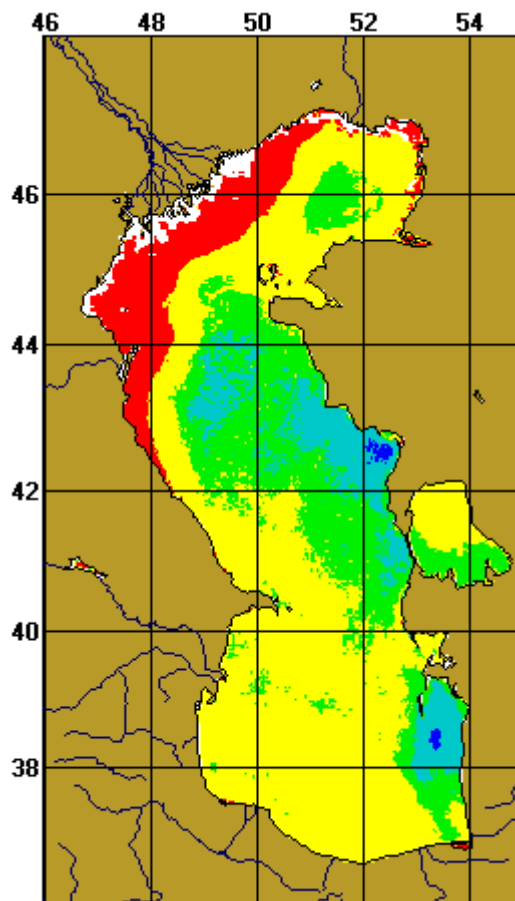
Связь между среднемесячными значениями *chl* в Южном Каспии и *chl* в восточной части Среднего Каспия

<i>Chl</i>	<i>Chl</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>p</i>
август	сентябрь	0.82	21	0.0001
октябрь	октябрь	0.866	21	0.0002

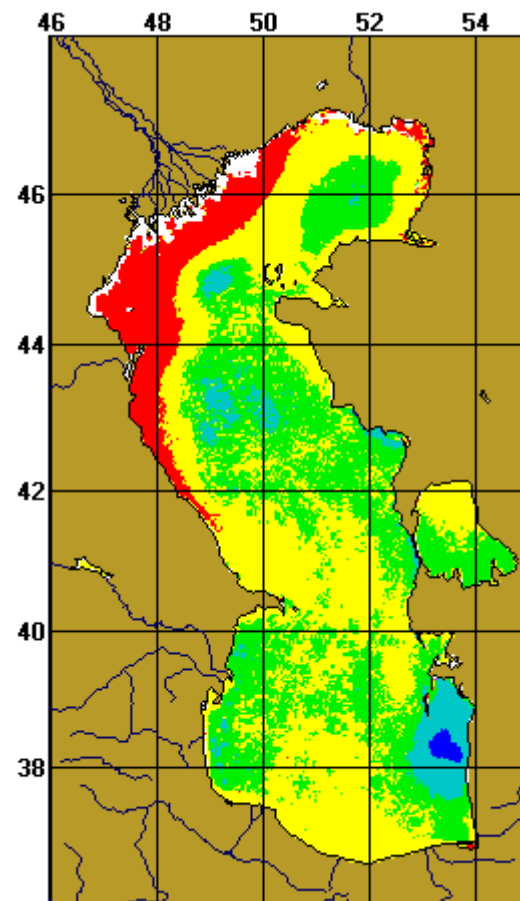
Карты «средне-климатических» распределений концентрации хлорофилла в Каспийском море в июле (1998-2011 гг.)



Август



Сентябрь



Октябрь

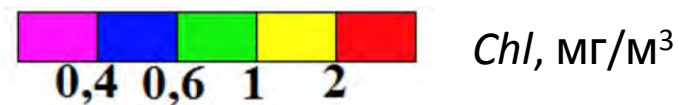


Схема течений Каспийского моря, В.А. Леднева (1943 г.)



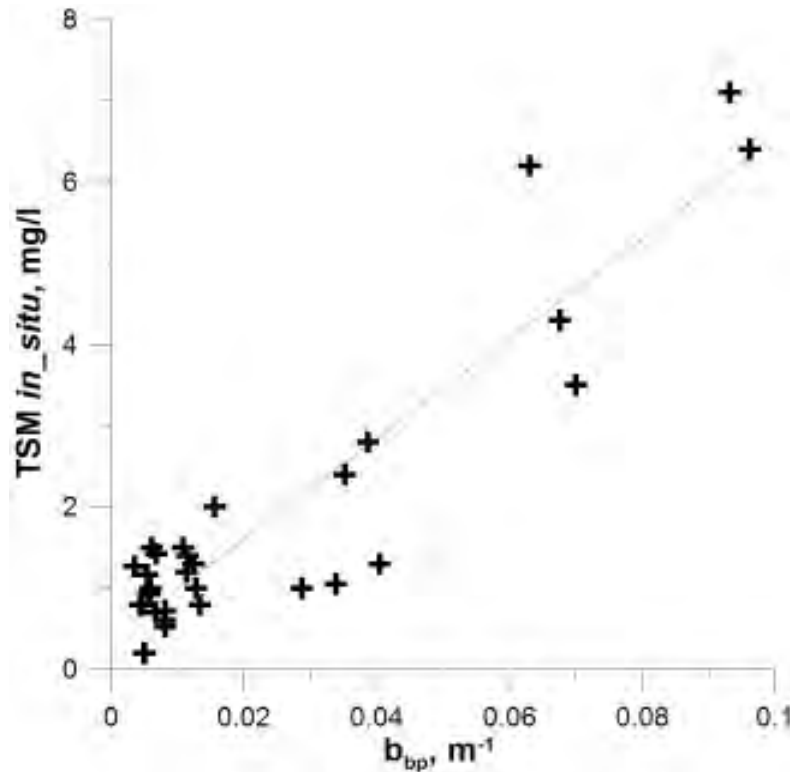
**Оценка трехмерного
распределения взвешенного
вещества в водах Каспийского
моря**

Используемые данные

Спутниковые	Судовые
<ul style="list-style-type: none">- Источник сайт Ocean Color http://oceancolor.gsfc.nasa.gov- Сканер цвета MODIS-Aqua;- Данные второго уровня (2-level);- Спектральное разрешение 1.1x1.1;- Диапазон длин волн 412-678 нм.	<ul style="list-style-type: none">- Экспедиции НИС «Рифт» 2003, 2004, 2008 и 2012 гг.;- Данные плавающего спектрорадиометра;- Данные погружаемого прозрачномера PUM-A;- Данные концентрации взвеси, полученные посредством прямых определений по стандартной методике.

Алгоритм расчета взвешенного вещества по спутниковым данным

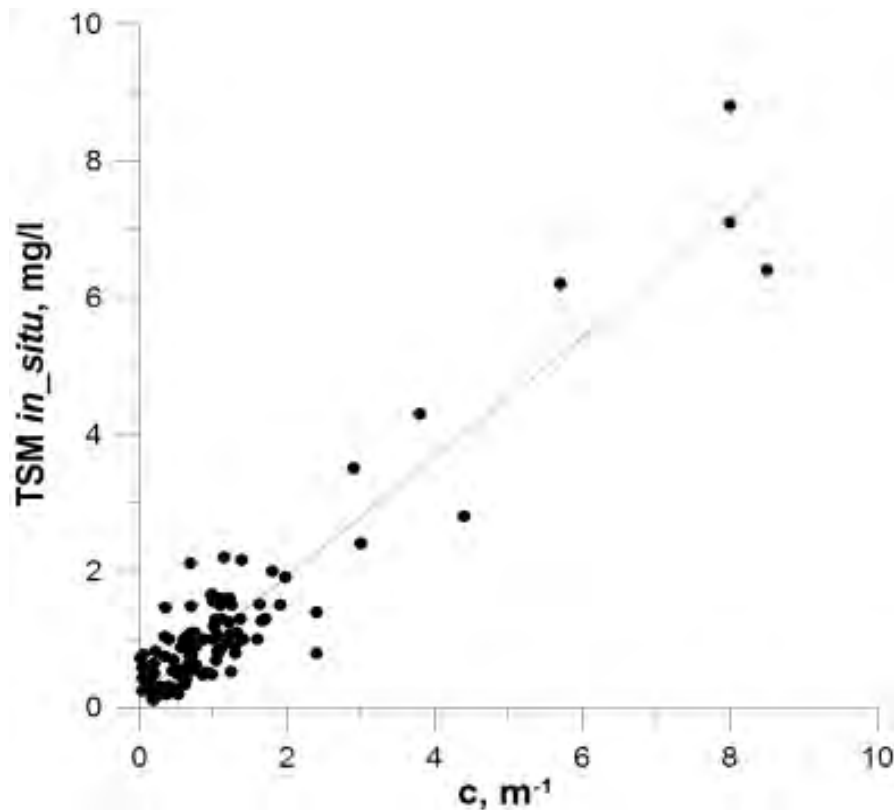
- Разброс точек относительно линии регрессии TSM vs. bbp
 $TSM = 62 * bbp + 0.38$



Алгоритм расчета взвешенного вещества по данным прозрачномера

- *Разброс точек относительно линии регрессии TSM vs. c; TSM в мг/л, c - м⁻¹*

$$TSM = 0.84 * c + 0.34$$



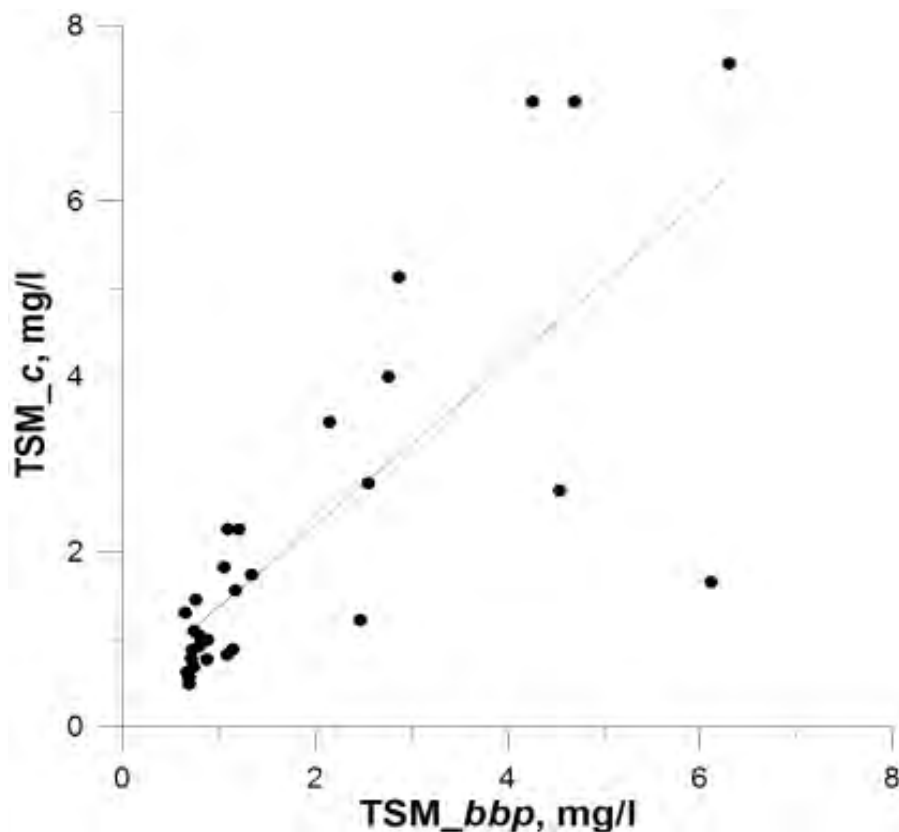
- Данные 32 станций экспедиций НИС «Рифт»;
- 2003, 2004, 2008 и 2012 гг.;
- 132 пары данных;
- Коэффициент детерминации равен 0.88;
- Ошибка регрессии составляет 0.14 мг/л



Погружаемый прозрачномер

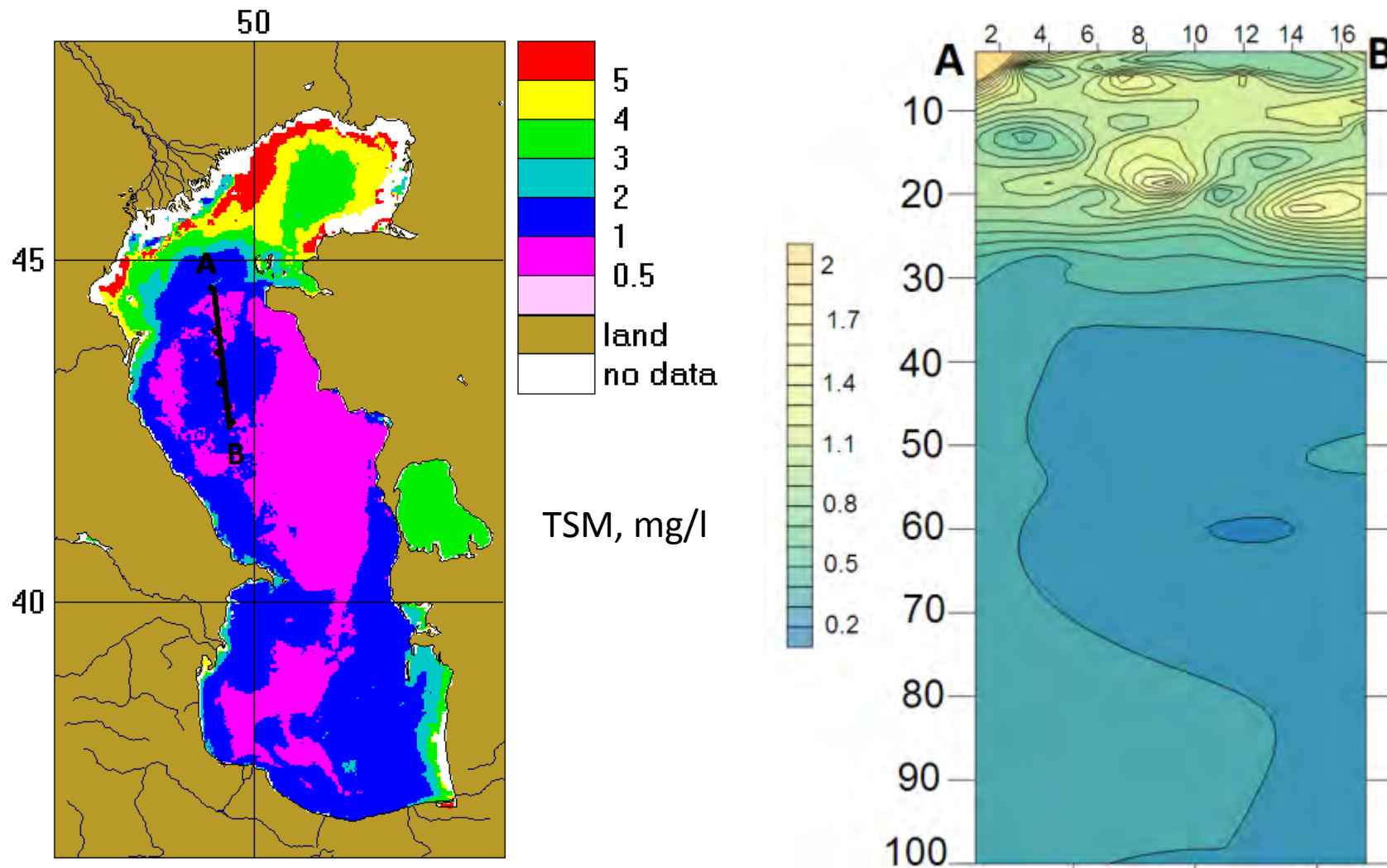
Стыковка значений концентрации взвеси по спутниковым и судовым данным

- Сравнение значений концентрации взвешенного вещества, рассчитанных через измеренные величины показателя ослабления света (TSM_c) и через показатель рассеяния назад взвешенными частицами (TSM_{bbp}) по спутниковым



- Данные, измеренные в приповерхностном слое 0-3 м;
- 30 пар данных;
- Коэффициент детерминации (r^2) равен 0.58;
- Ошибка регрессии = 0.35 мг/л;
- Стандартное отклонение данных: 2.3 мг/л для TSM_c и 1.7 мг/л для TSM_{bbp} ;
- Средние значения были близкими: 2.1 мг/л для величин TSM_c , и 1.9 мг/л для TSM_{bbp} ;

Пример построения пространственного распределения взвешенного вещества на разрезе АВ



Результаты:

- Выявлена взаимосвязь между среднемесячными значениями b_{br} в западной части Северного Каспия и западной части Среднего Каспия. Также обнаружена явная связь между изменениями chl в Южном Каспии и восточной части Среднего субрегиона.
- Результаты расчета концентрации взвешенного вещества по спутниковым и судовым данным можно считать адекватными друг другу, что открывает перспективу построения 3-D распределения взвешенного вещества в акватории с помощью совместного использования спутниковых данных и измеренных *in situ*.



Спасибо за внимание!