

Long-Term Variability of the Caspian Sea Level and Thermohaline Circulation

Rashit A. Ibrayev^{1,2},
Gleb S. Dyakonov²

¹Marchuk Institute of Numerical Mathematics of the Russian Academy of Sciences

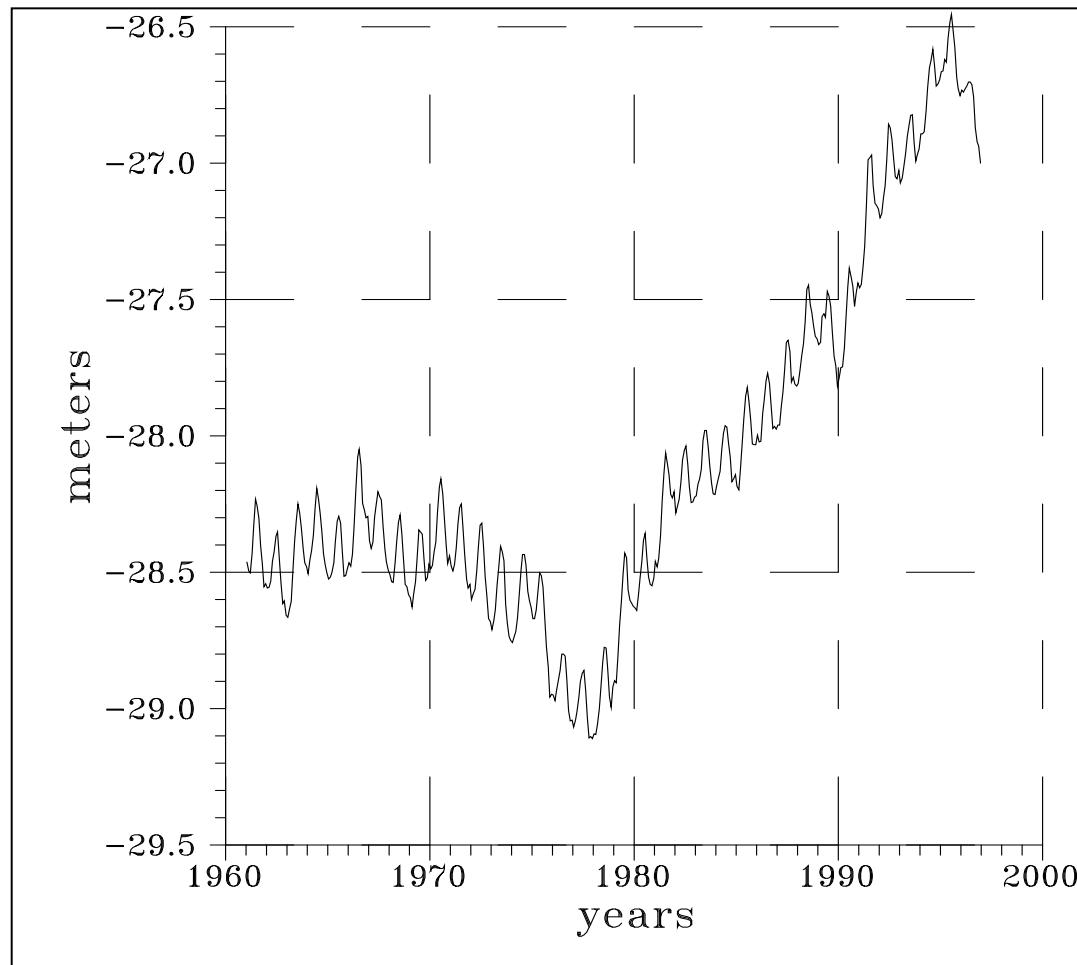
²P.P.Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences

The aim: The model for seamless prediction of the Caspian Sea hydrodynamics.

The model will be used in

- Regional climate studies
- System for short-term forecast together with data assimilation procedure

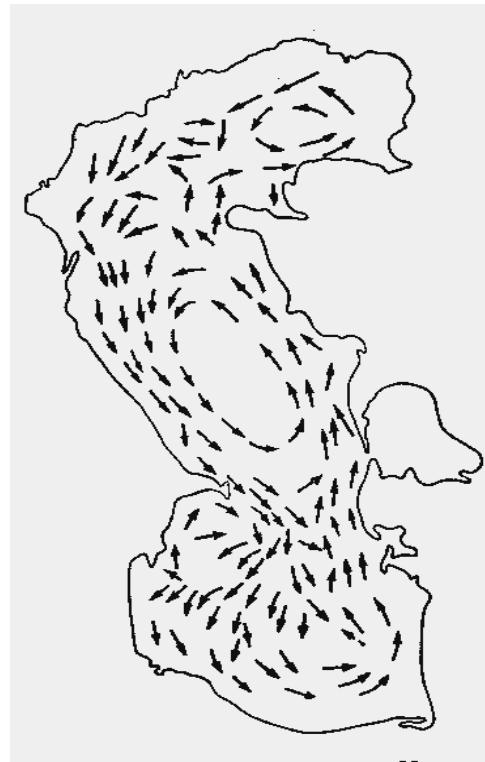
Caspian Sea phenomena



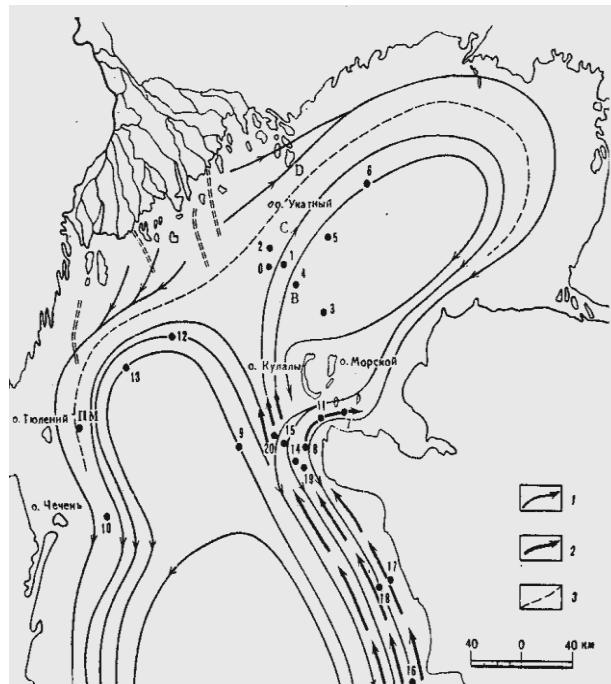
Caspian mean sea level during the 1961–1996 period

Caspian Sea phenomena

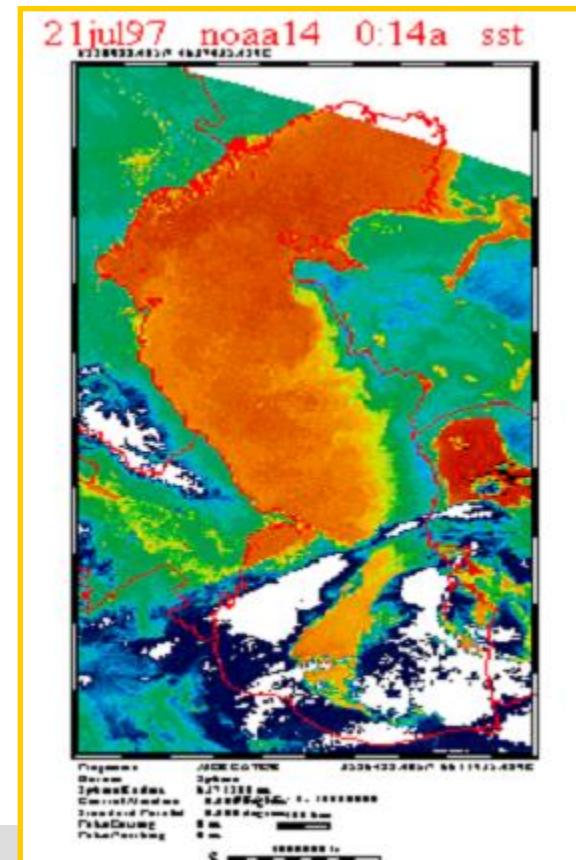
Currents according to traditional measurement



Scheme of the Caspian Sea sea currents (Lednev, 1943)



Scheme of currents of the Northern part of the Caspian Sea (Bondarenko, 1993)



Upwelling along the Eastern coast on Sea Surface Temperature satellite image.

Content

1. Intra-annual variability of water circulation and the level of the Caspian Sea

- Physical formulation of the problem
- Some results

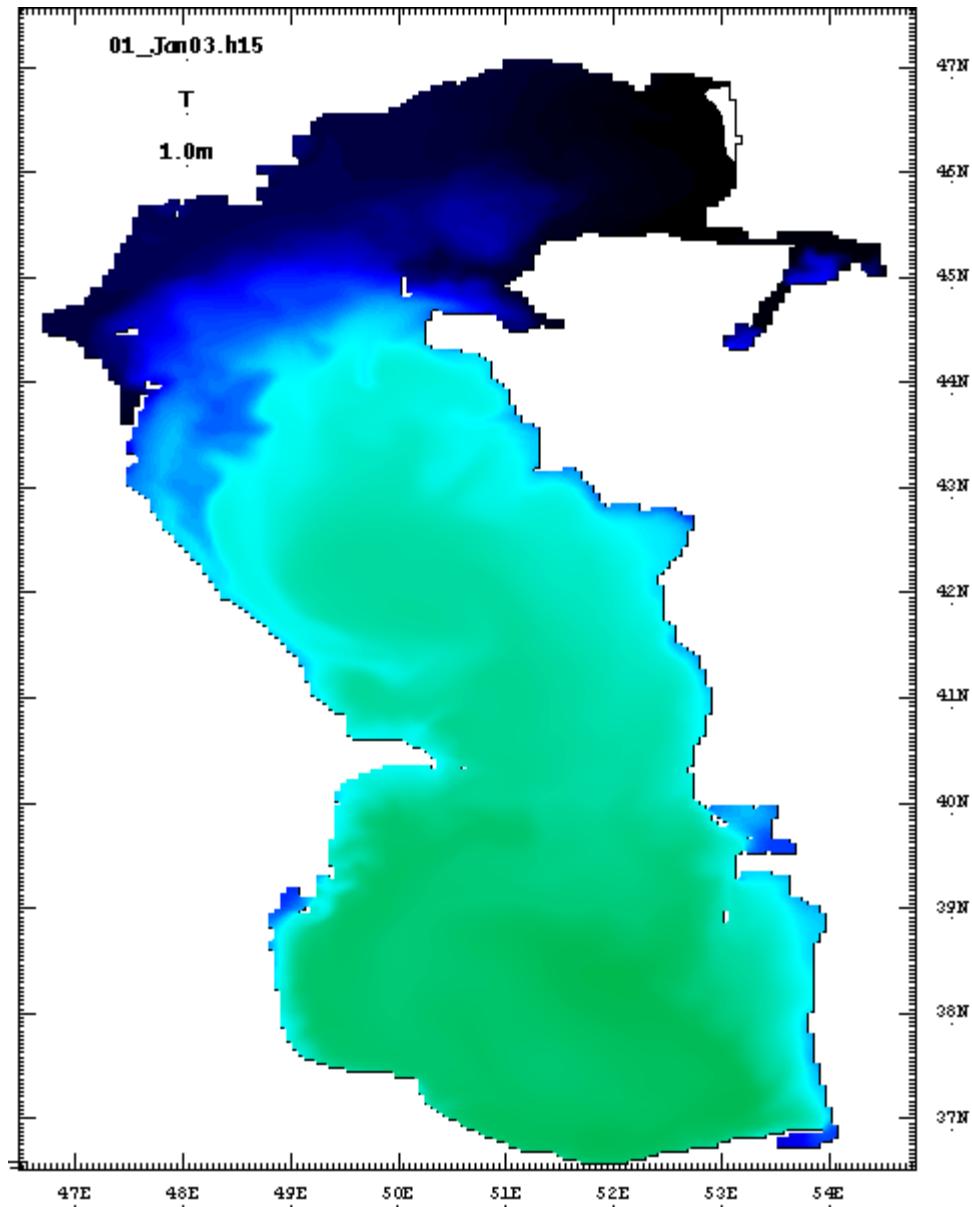
2. Interannual variability of the Caspian Sea

- Sigma-z COMPASS model
- Model results
- Currents
- Sea Level
- Sensitivity to external forcing

3. Summary

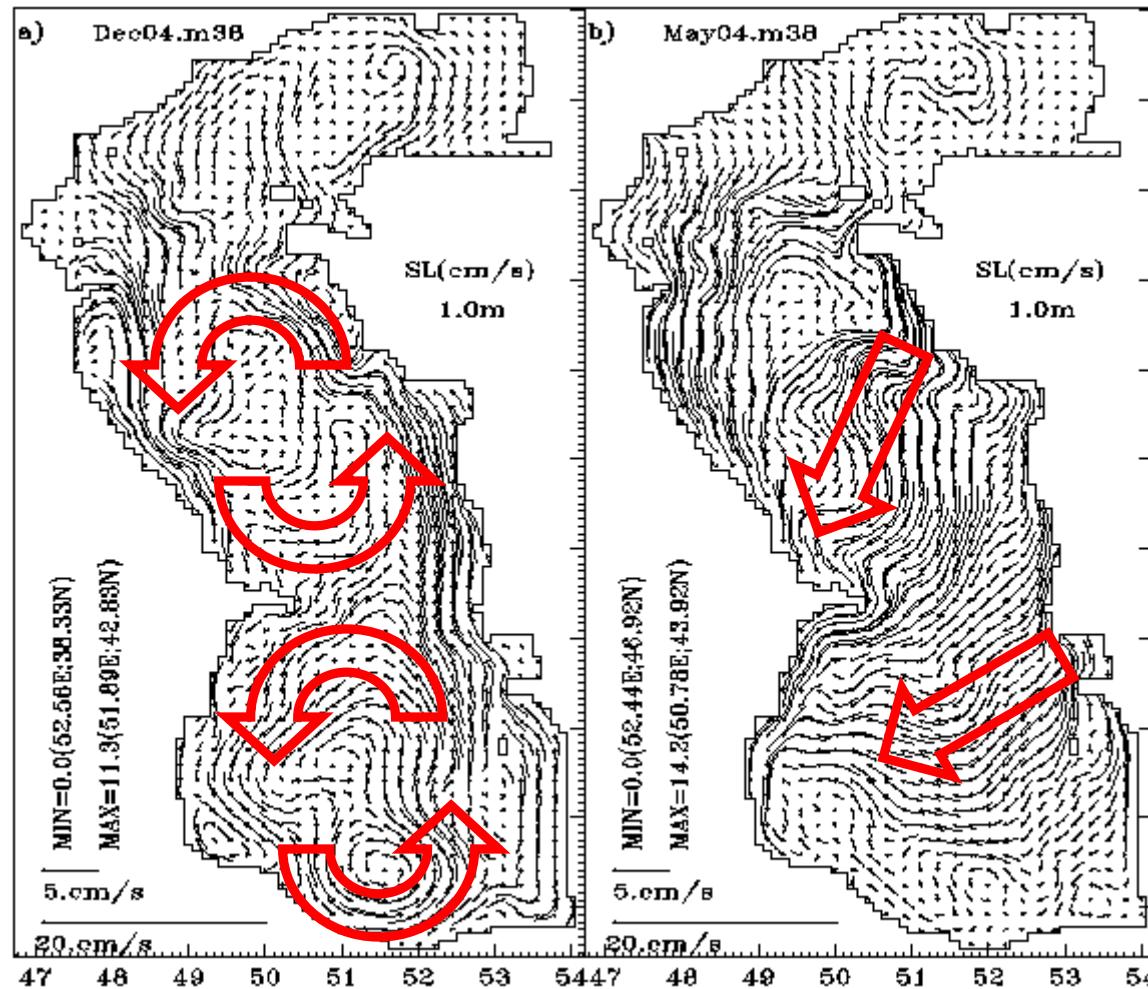
Intra-annual variability of the Caspian Sea

Seasonal variability of the Sea
Surface Temperature (*Ibrayev et al.,
2010*).



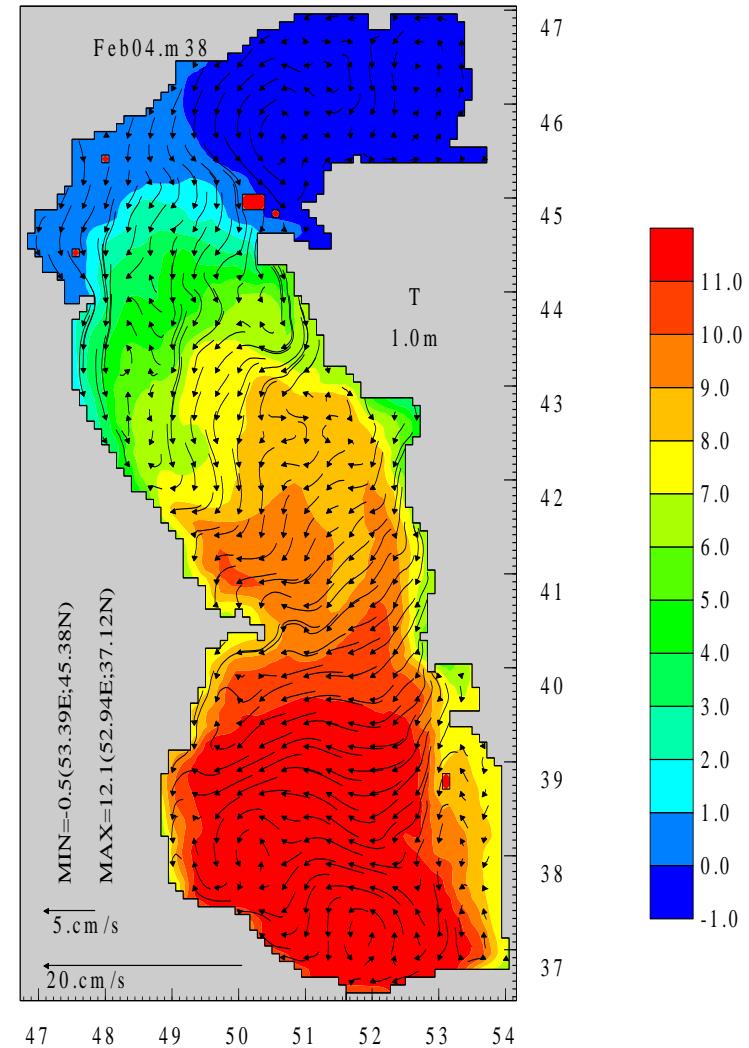
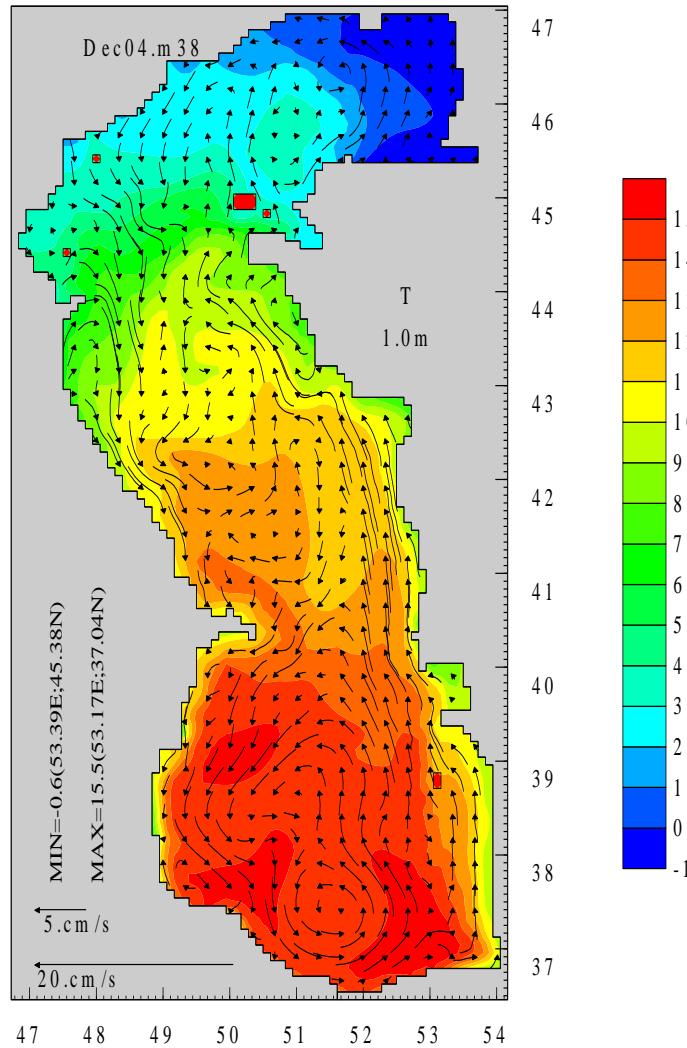
Intra-annual variability of the Caspian Sea

Monthly mean sea surface currents (cm/s) for the months of (a) December, (b) May.



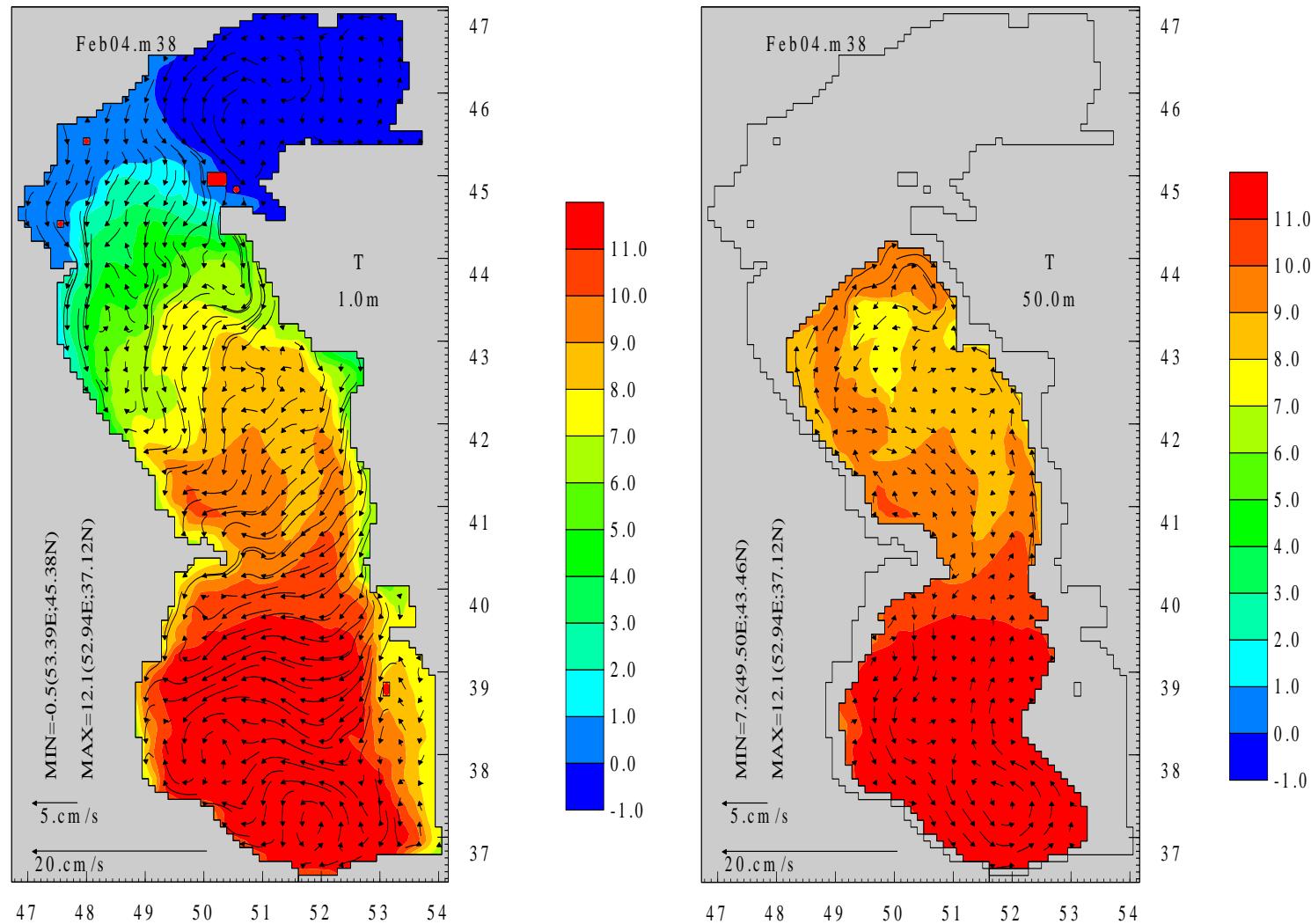
Intra-annual variability of the Caspian Sea

Sea Surface Temperature and currents in December and February 1982



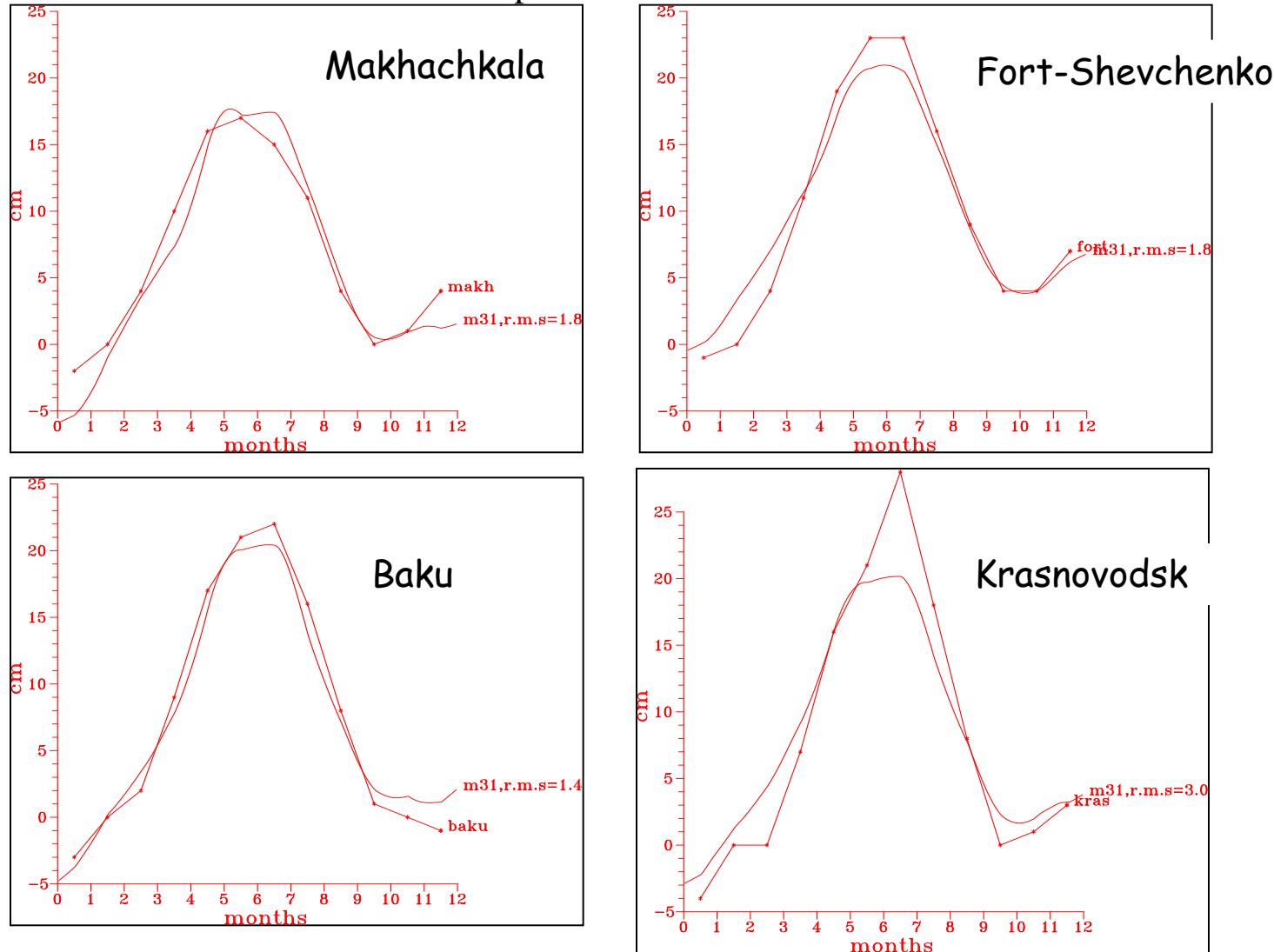
Intra-annual variability of the Caspian Sea

Temperature and currents at the sea surface and at 50 depth for February 1982



Intra-annual variability of the Caspian Sea

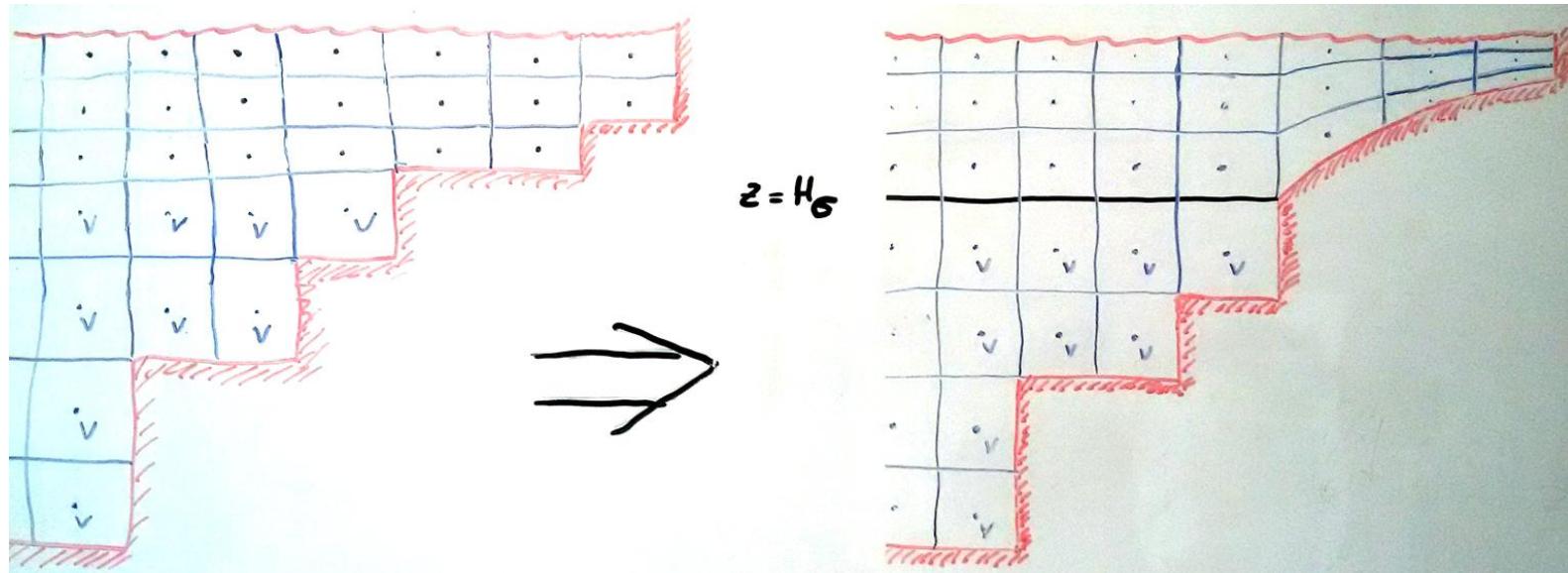
Sea level anomaly (cm) in 1982 at different locations around the Caspian Sea: (a) Makhachkala; (b) Fort-Shevchenko; (c) Baku and (d) Krasnovodsk. Smooth curves show model results and the broken lines correspond to observations.



Особенности модели sigma-z КОМПАС:

- z-координата заменена на гибридную σ -z;
- Дискретизация операторов выполнена на сетке «C»;
- Добавлен блок описания процессов затопления/осушения;
- По-новому параметризовано донное трение на мелководье.

Переход от z- к σ -z-координате



Реконструкция изменчивости Каспийского моря в XX веке

Параметры модели океана:

Пространственное разрешение: (3800 - 4300 м);

Разрешение по вертикали: 2-30 м;

Временное разрешение: 2.5 мин;

Турбулентное замыкание: схема Манка-Андерсона.

Скорость счета – 35 лет / сутки на 312 ядрах.

Период реконструкции: 1958-2001:

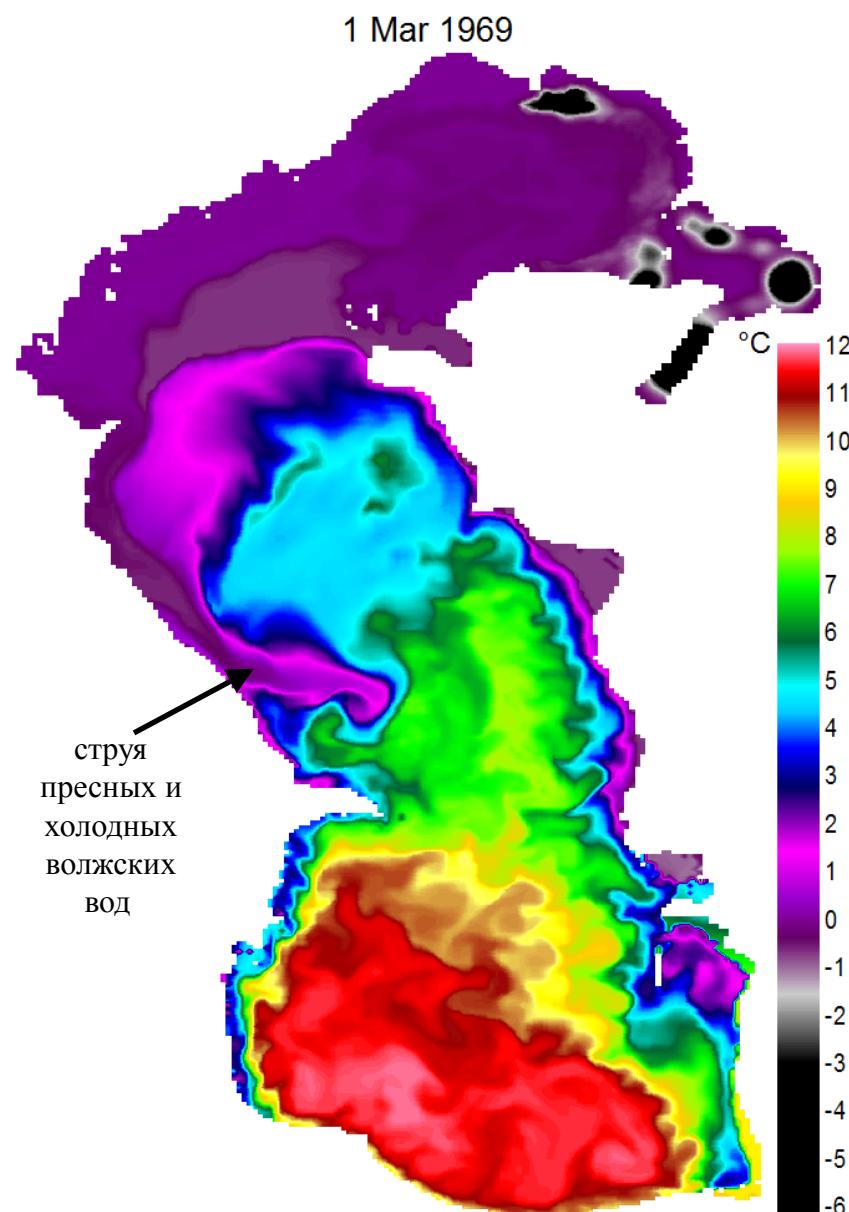
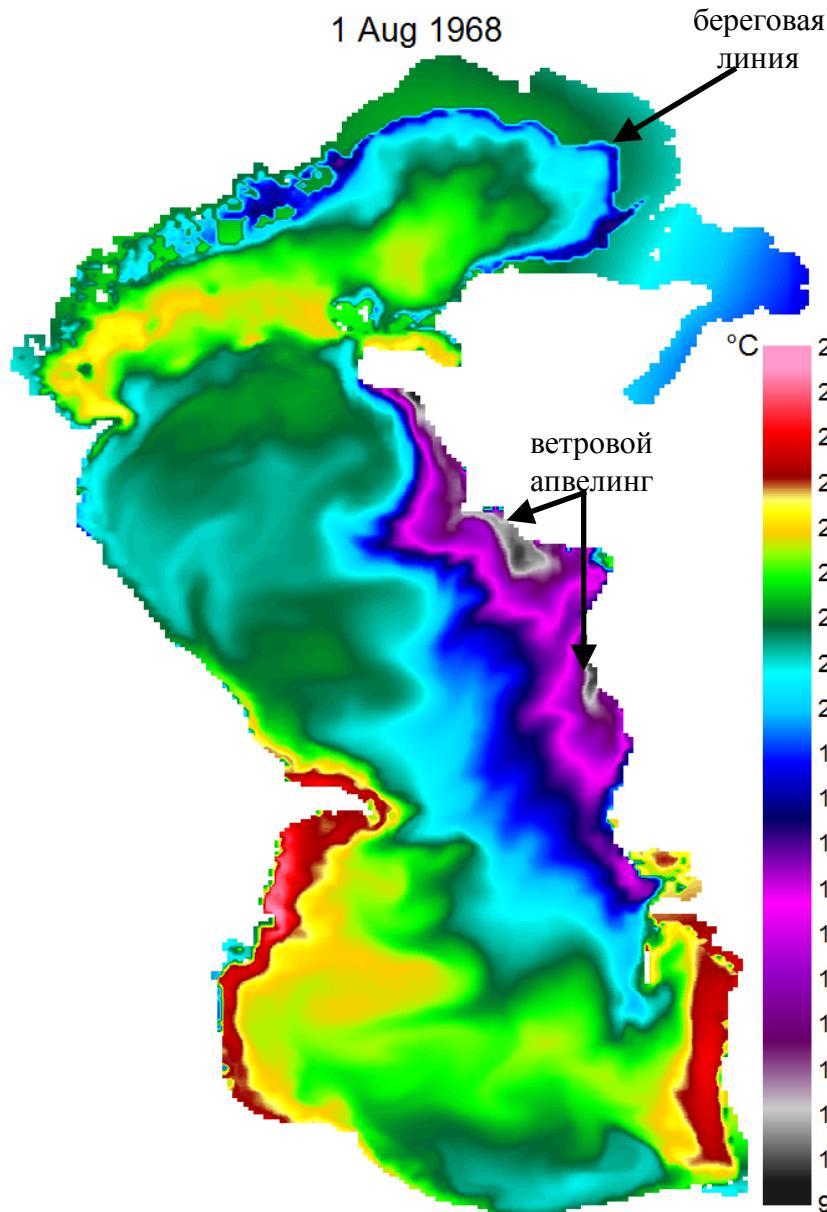
Поверхностный форсинг – синоптические (каждые 6 часов) данные ERA 40

Речной форсинг: среднемесячные данные о стоке рек Волги, Куры, Урала, Тerek'a и Сулака;

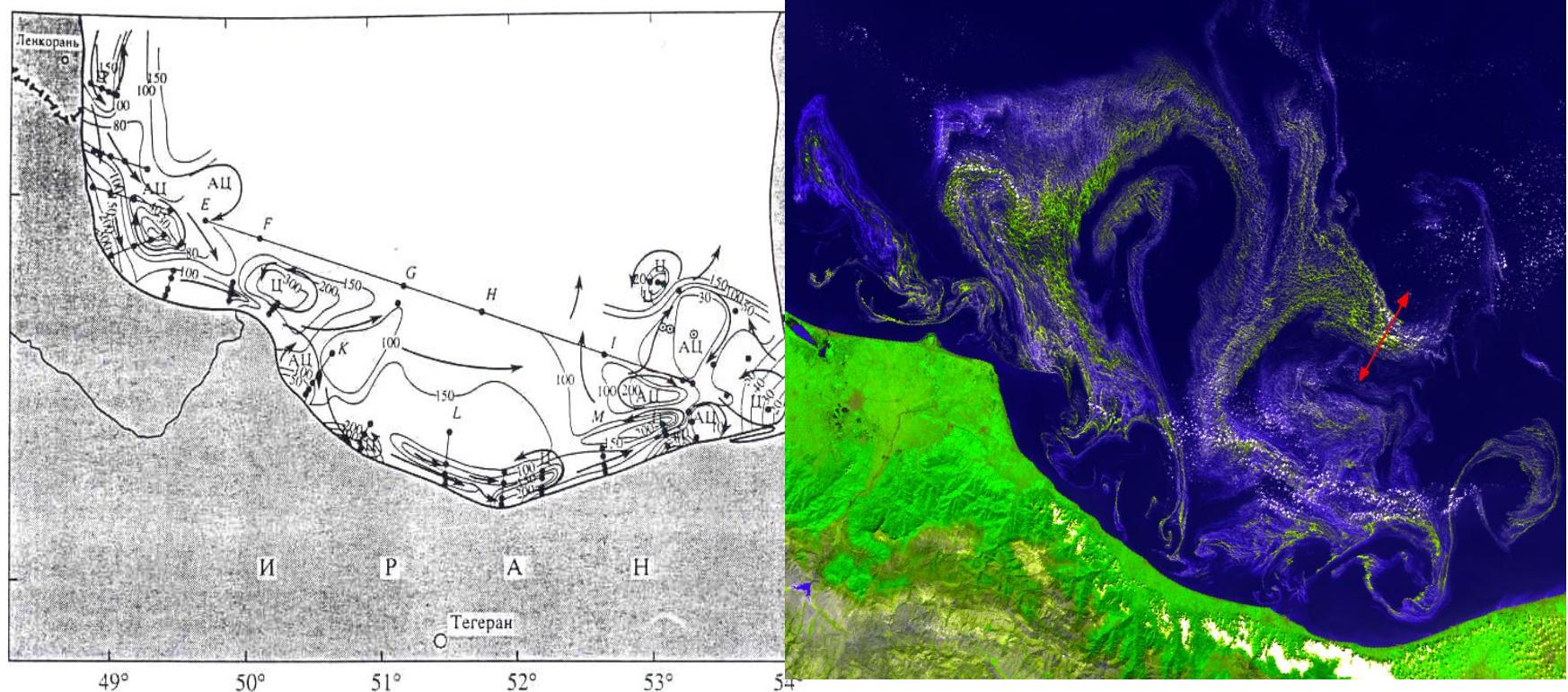
Среднегодовые данные о стоке в залив Кара-Богаз-Гол.

Interannual variability of the Caspian Sea

Температура поверхности моря в летний и зимний периоды



Interannual variability of the Caspian Sea



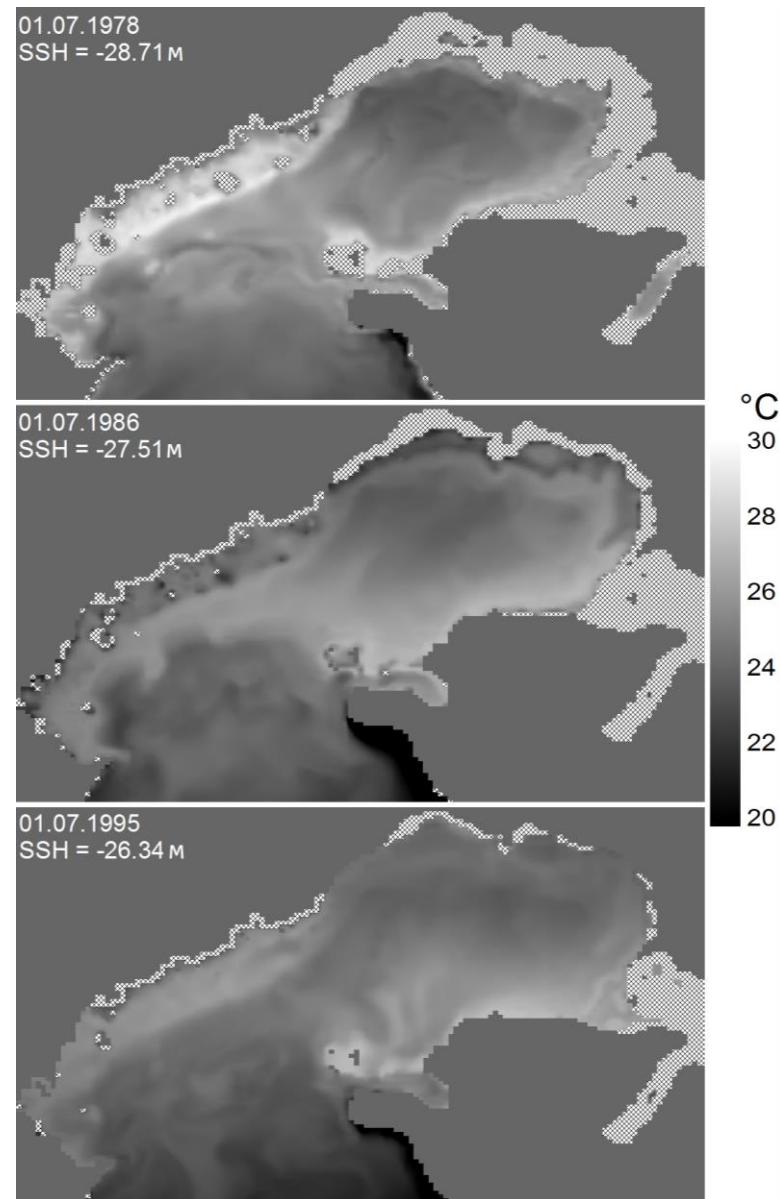
Карта – схема станций и распределение кремния на горизонте 10 м. Стрелками и обозначениями (Ц – циклон, АЦ – антициклон) выделены мезомасштабные вихревые образования.

(Stanichni, 2006)

(Katunin, Sapozhnikov, 1997)

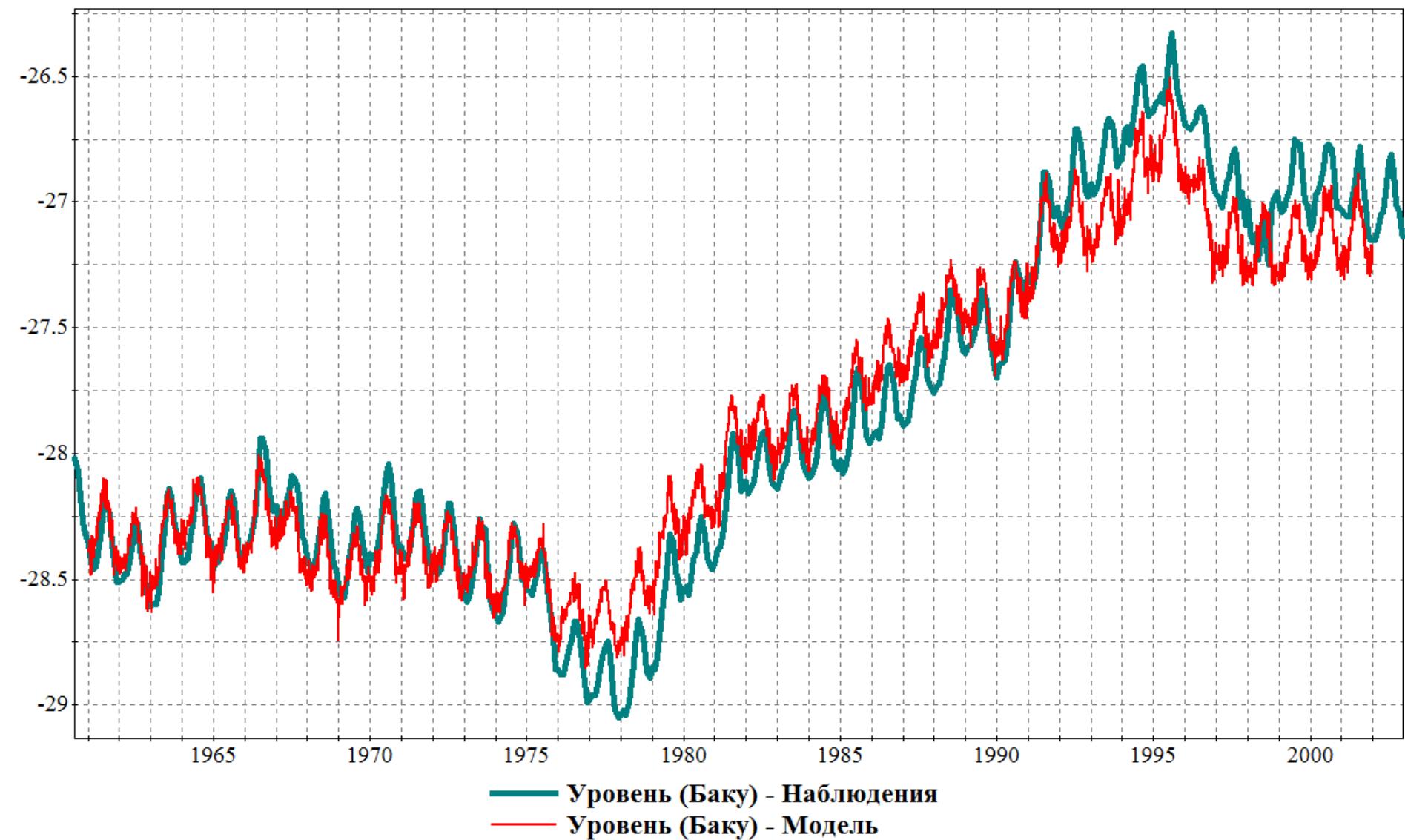
Interannual variability of the Caspian Sea

Sea Surface Temperature and the Coastal Line



Interannual variability of the Caspian Sea

Sea Level evolution in Baku

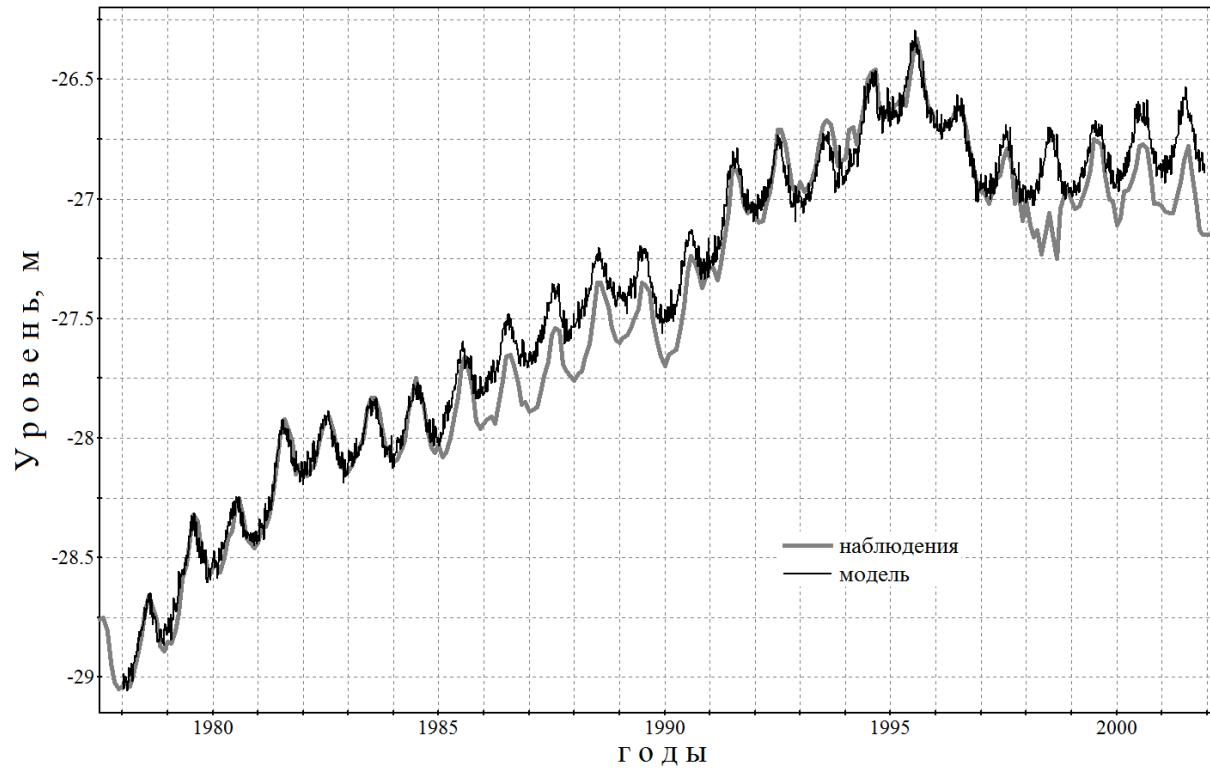


Summary

- A coupled sea hydrodynamics – air/sea interaction – sea ice thermodynamics model has been developed to simulate intra- and interannual variability of the Caspian Sea circulation and sea level.
- The model reveal some fundamental features of the Caspian Sea large- and meso-scale circulation
- Our results show a persistent northward transport by subsurface currents along the eastern shelf slope, while the surface currents are more often directed southward.
- The model is able to simulate climatological sea level changes.

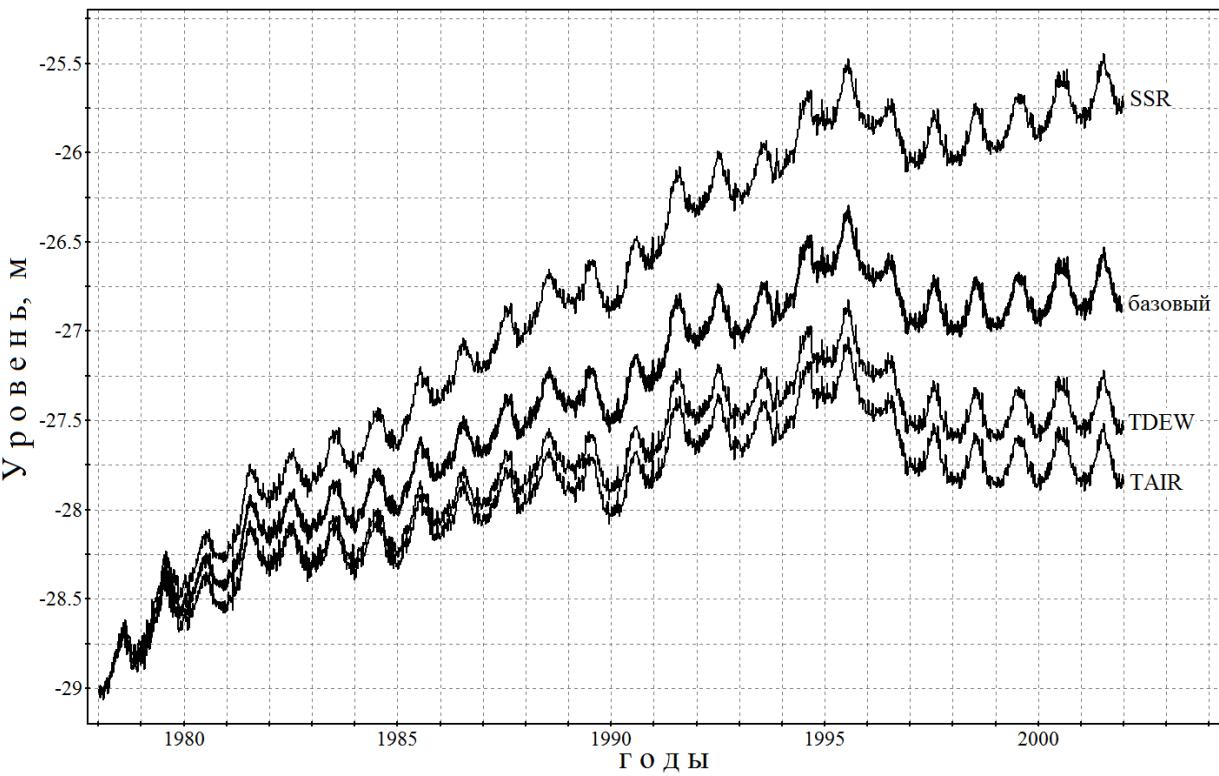
Межгодовая изменчивость Каспийского моря

Эволюция уровня в базовом эксперименте



Межгодовая изменчивость Каспийского моря

Эволюция уровня в экспериментах с вариацией параметров атмосферы



$$SSR = SSR - 5\%$$

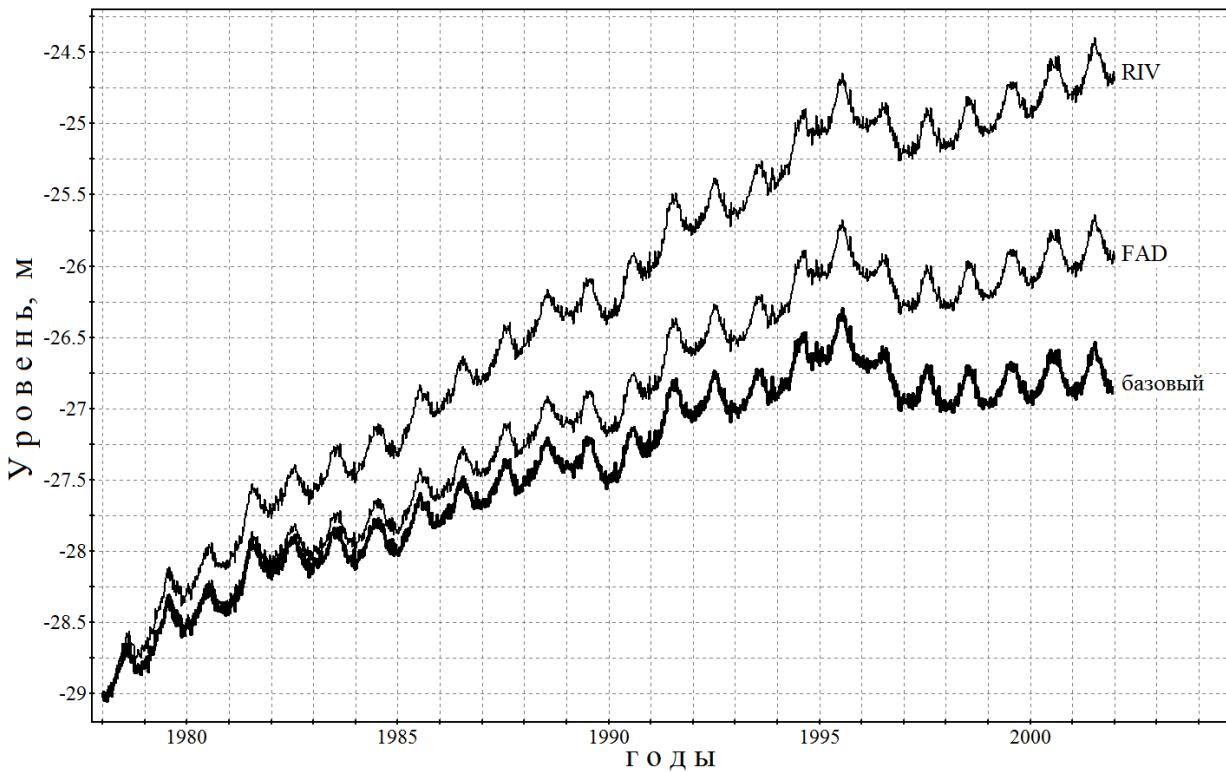
$$TDEW = TDEW - 1\text{deg.C}$$

$$TAIR = TAIR + 1\text{deg.C}$$

$$\begin{aligned} WIND &= WIND - 13\% \Rightarrow \\ d(ssl) &\sim +9\text{cm} \end{aligned}$$

Межгодовая изменчивость Каспийского моря

Эволюция уровня в экспериментах с вариацией внешних параметров



$$RIV = RIV - 12\%$$

