

**Гинзбург А.И. ¹, Костяной А.Г. ¹,
Лебедев С.А. ²**

**¹ Институт океанологии им. П.П.
Ширшова РАН,**

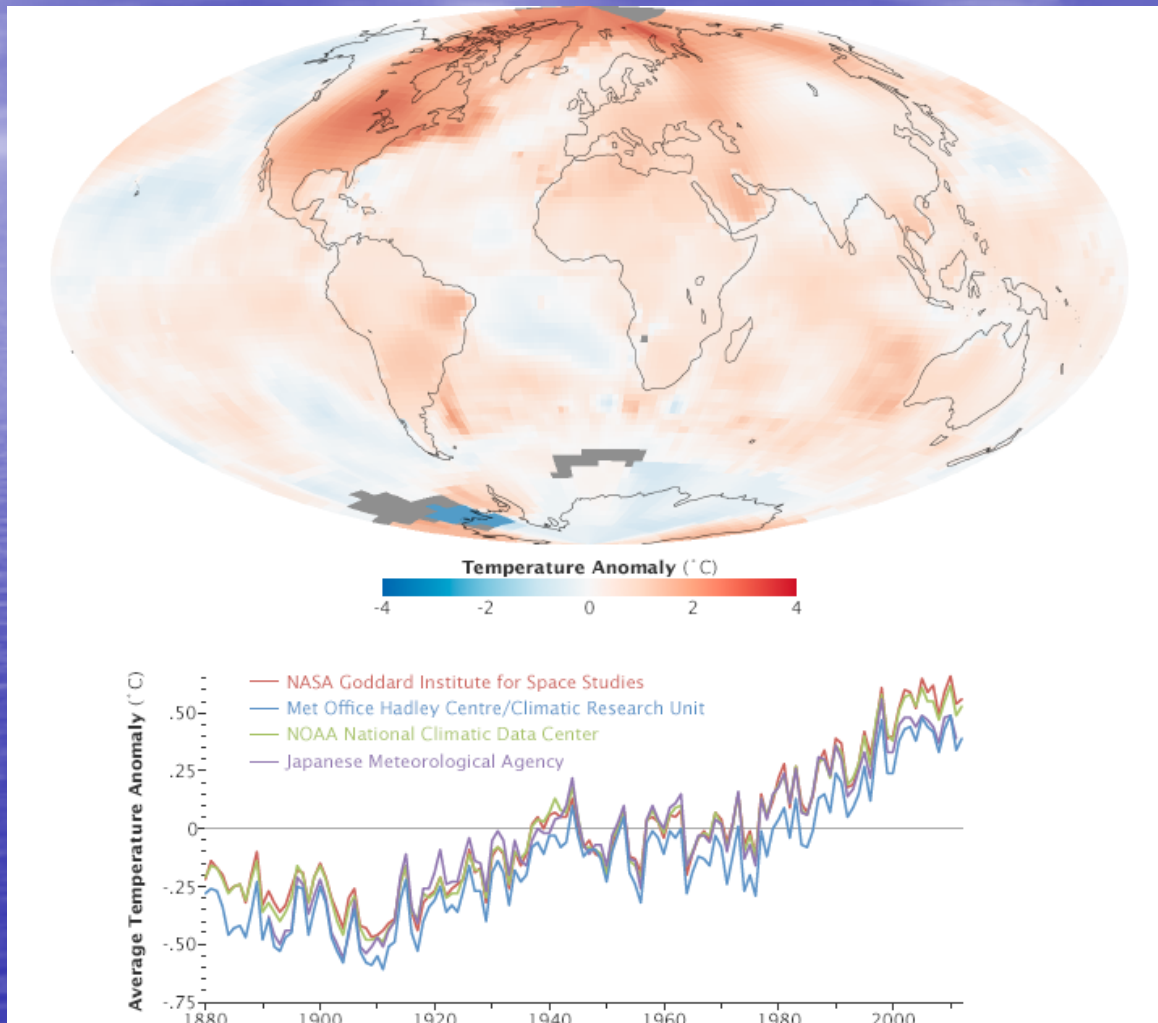
E-mail: kostianoy@ocean.ru

тел. (499) 124-88-10

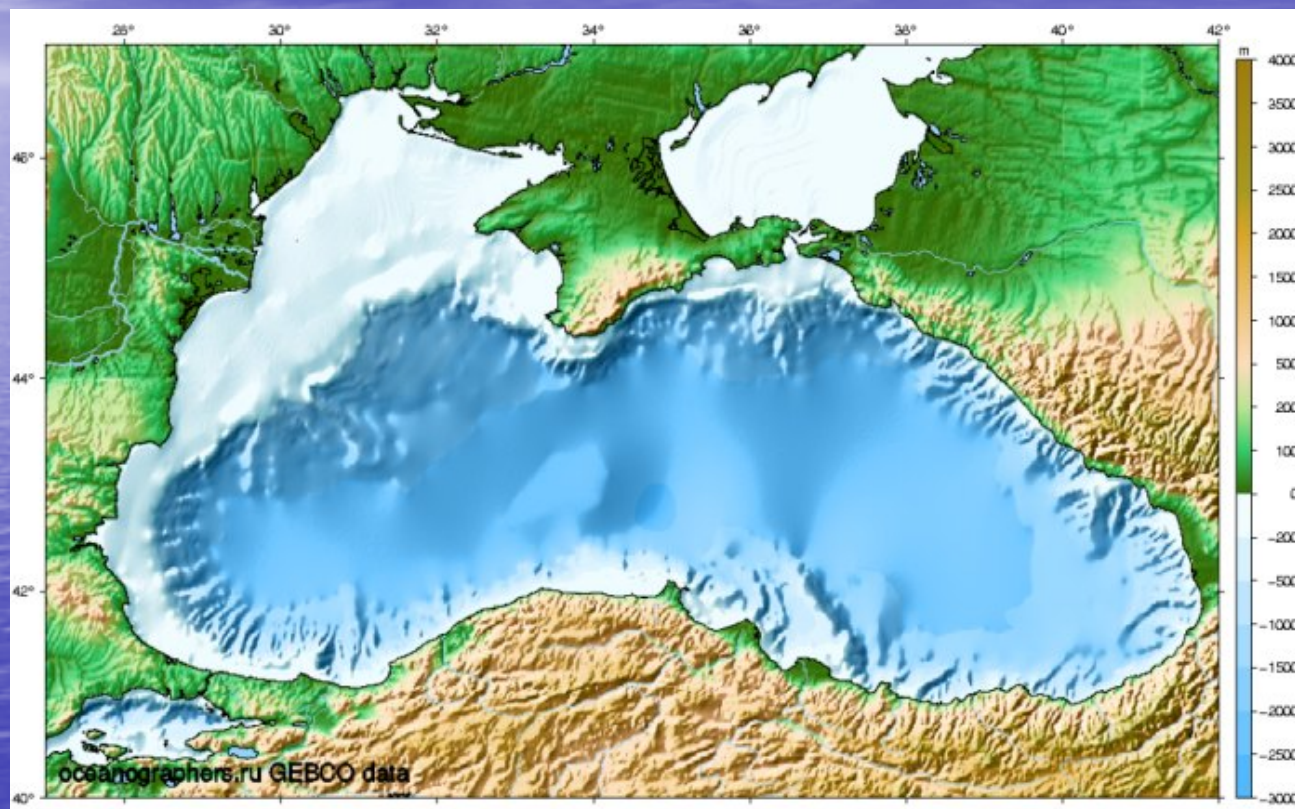
² Геофизический центр РАН/ИКИ РАН

***Климатические
тренды
гидрометеорологи-
ческих параметров
Черного и Азовского
морей***

Глобальное потепление – с середины 1970-х годов



ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКИЙ РЕГИОН



ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИЗМЕРЕНИЙ ДИСТАНЦИОННЫМИ СРЕДСТВАМИ:

Температура поверхности моря (ТПМ) – спутниковые массивы MCSST (с 1982 г.) и проекта Pathfinder (с 1985 г., «предварительные» – с 1982 г.). **32 года!**

Температура холодного промежуточного слоя (ХПС) в Черном море – натурные измерения с 1954 г.

Температура воздуха – массив Giovanni (NASA, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, Giovanni (<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>))

Скорость ветра – массив Giovanni

Соленость воды – натурные измерения в Черном море в 1954–2008 гг. (Белокопытов В.Н., 2010) и в Азовском море в 1960–2006 гг. (Жукова С.В. и др.)

Расход/Сток рек (в основном натурные измерения) – расход р. Дуная в створе 54 миля (1921–2009 гг.) и р. Дон по створу ст. Раздорская (1880–2012 гг.)

Атмосферные осадки – массив Giovanni

Испарение – оценивание

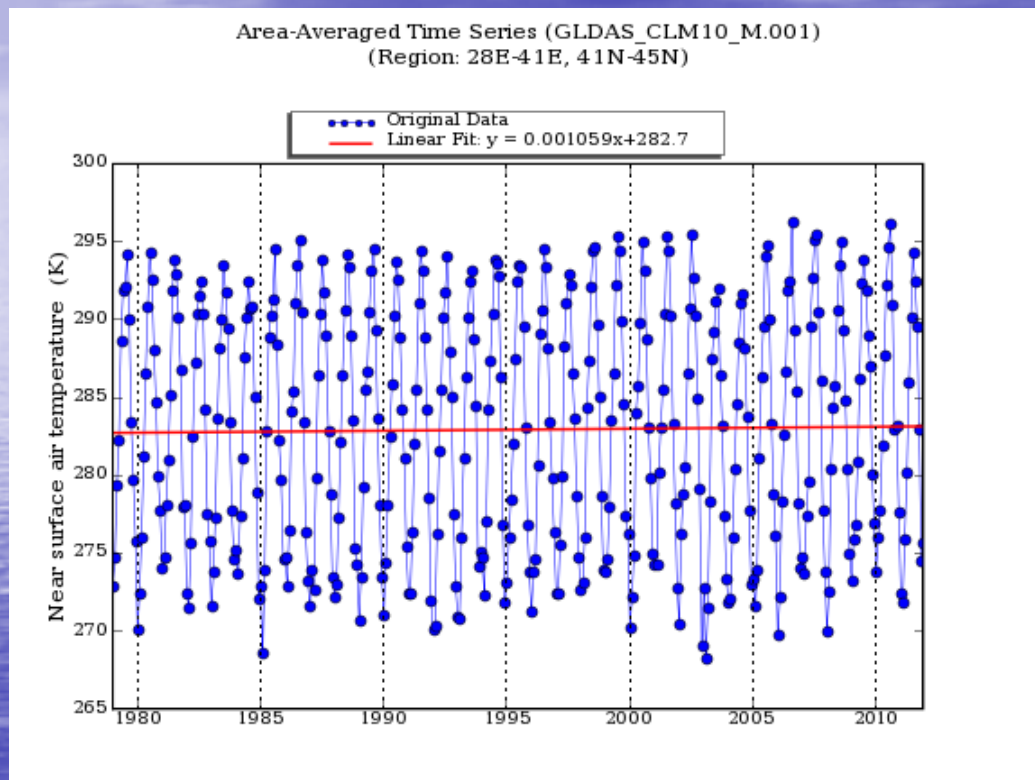
Уровень моря – спутниковая альтиметрия с октября 1992 г. (TOPEX/Poseidon и Jason-2). **22 года!**

Атмосферное давление – массив Giovanni

Водообмен через проливы (Босфор и Керченский) – соображения об интенсивности водообмена на основе спутниковой альтиметрии

Ледяной покров – в основном для Азовского моря: время появления и исчезновения, продолжительность на основе спутниковых данных

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА НАД ЧЕРНЫМ МОРЕМ



ТРЕНДЫ:

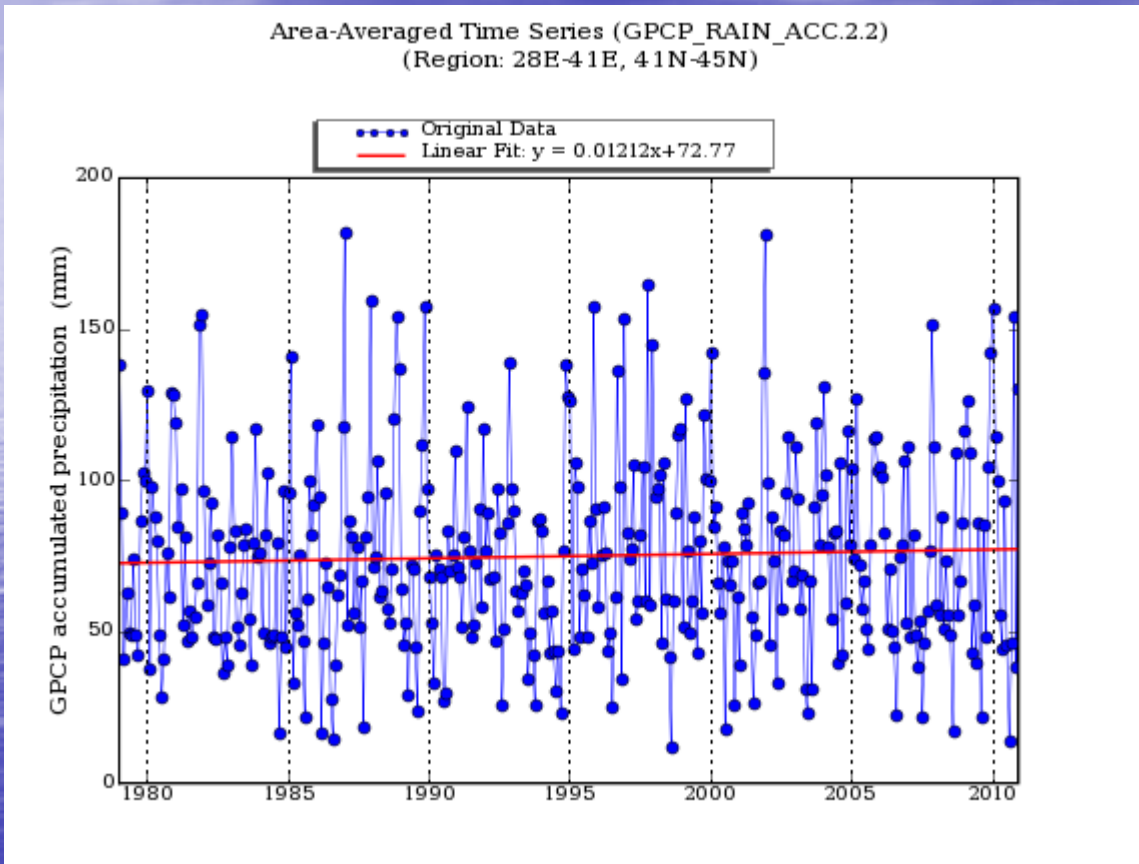
+0.0127°C/год, $\Delta T_{\text{в}} = 0.42^\circ\text{C}$
(1979-2011),

В ГЕЛЕНДЖИКЕ
(Мельников и др., 2011):

+0.011°C/год (1938-2009),

+0.051°C/год (1980-2009)

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ НАД ЧЕРНЫМ МОРЕМ



ТРЕНДЫ:

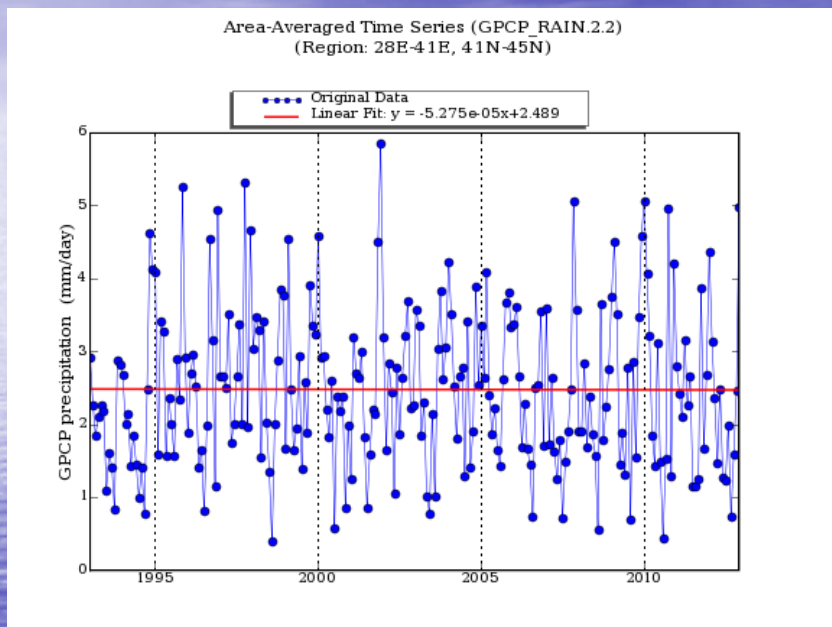
+0.1454 мм/мес/год=
+1.74 мм/год (1979-2010)
 $\Delta P = 56$ мм

+1.67 мм/год (1923-1998)

$\Delta P = 125$ мм

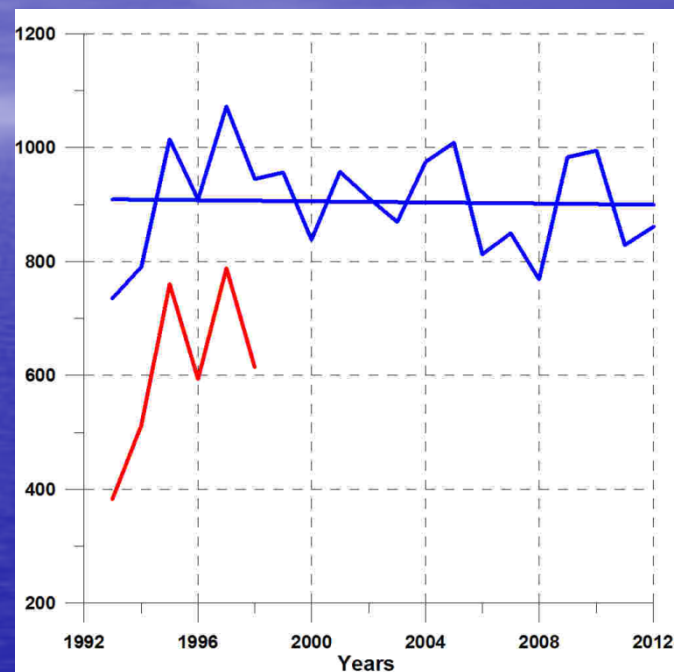
(Горячкин и Иванов, 2006)

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ НАД ЧЕРНЫМ МОРЕМ (1993-2012)



ТРЕНД: -0.0006 мм/день/год =
 -0.231 мм/год

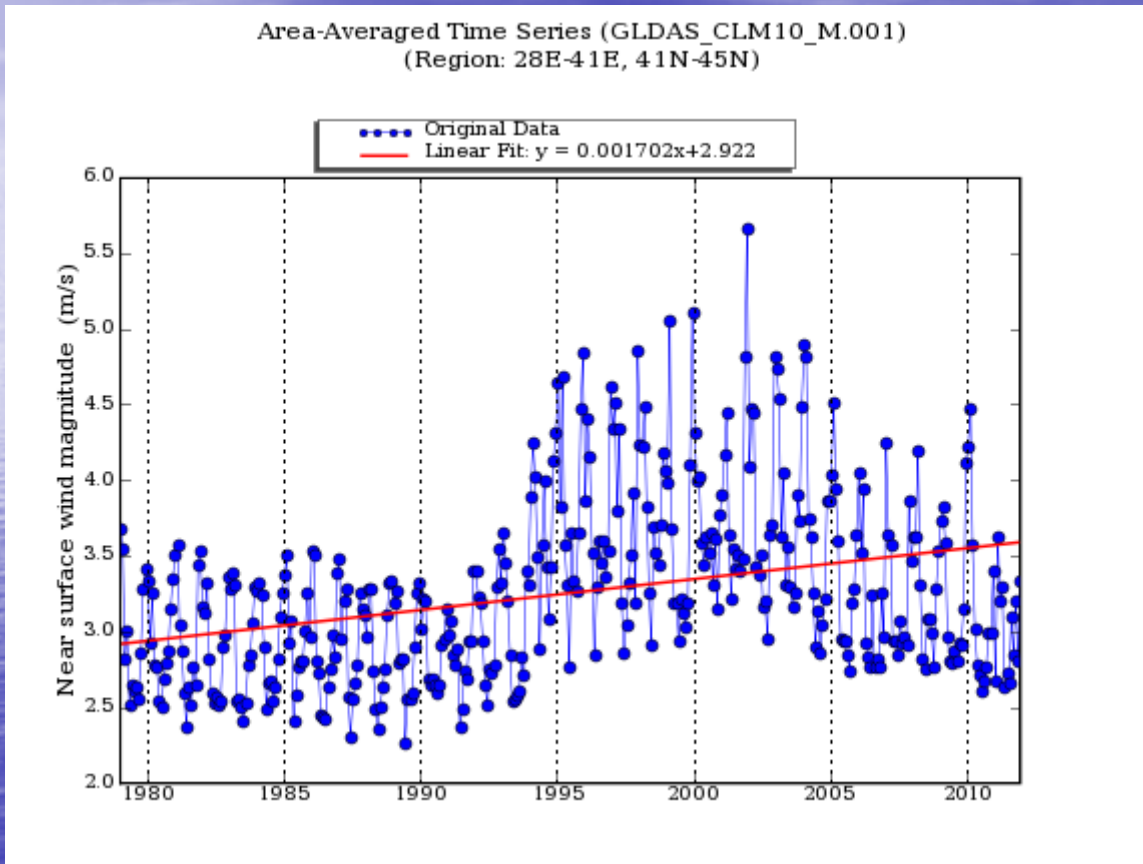
$\Delta P = -4.4$ мм



ТРЕНД: -0.492 мм/год
 $\Delta P = -9.3$ мм

Красная линия – данные Горячкина и
Иванова (2006)

СКОРОСТЬ ВЕТРА НАД ЧЕРНЫМ МОРЕМ



ТРЕНДЫ:

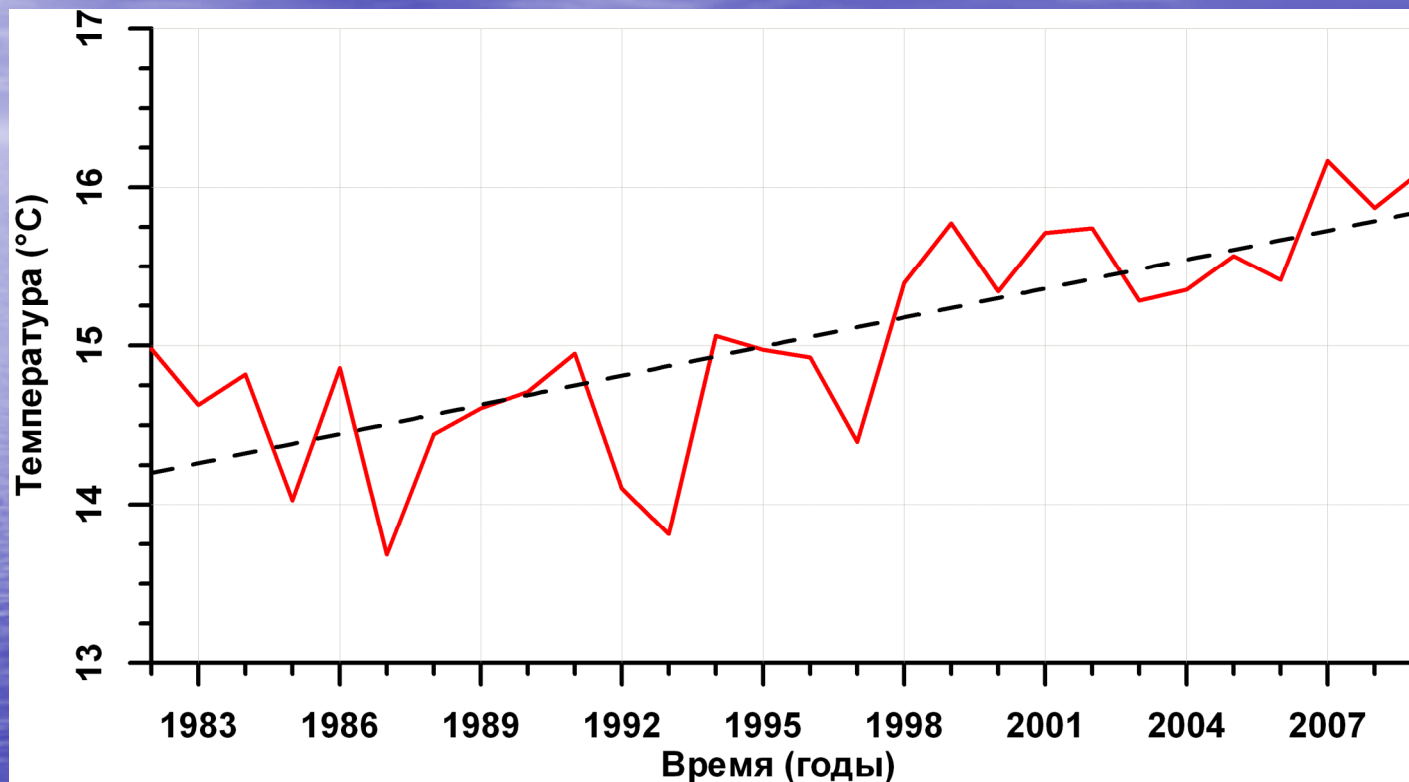
+0.0204 м/с/год (1979-2011),
 $\Delta u = 0.67$ м/с

от -0.007 до -0.023 м/с/год
(1915-2005)
(Репетин и Белокопытов,
2008)

ОБЩАЯ ТЕНДЕНЦИЯ – УМЕНЬШЕНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА СО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА

ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

NASA JPL PO.DAAC AVHRR-Pathfinder с пространственным разрешением 4 км

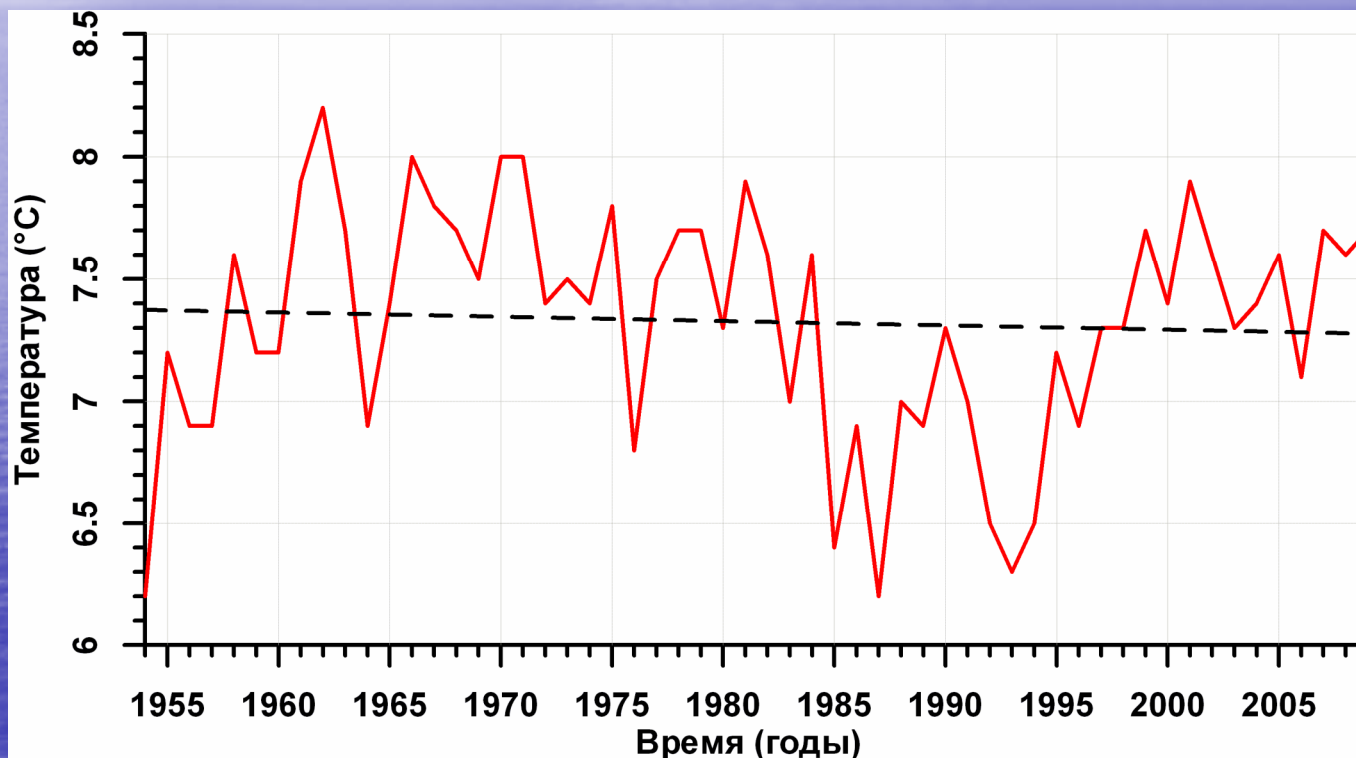


ТРЕНДЫ: $+0.06^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (в регионах – от $+0.05$ до $+0.08^{\circ}\text{C}/\text{год}$) (1982-2009)

в Геленджике: в 1980-2010 - $+0.07^{\circ}\text{C}/\text{год}$,
в 1938-2009 - $+0.009^{\circ}\text{C}/\text{год}$
(Мельников и др., 2011)

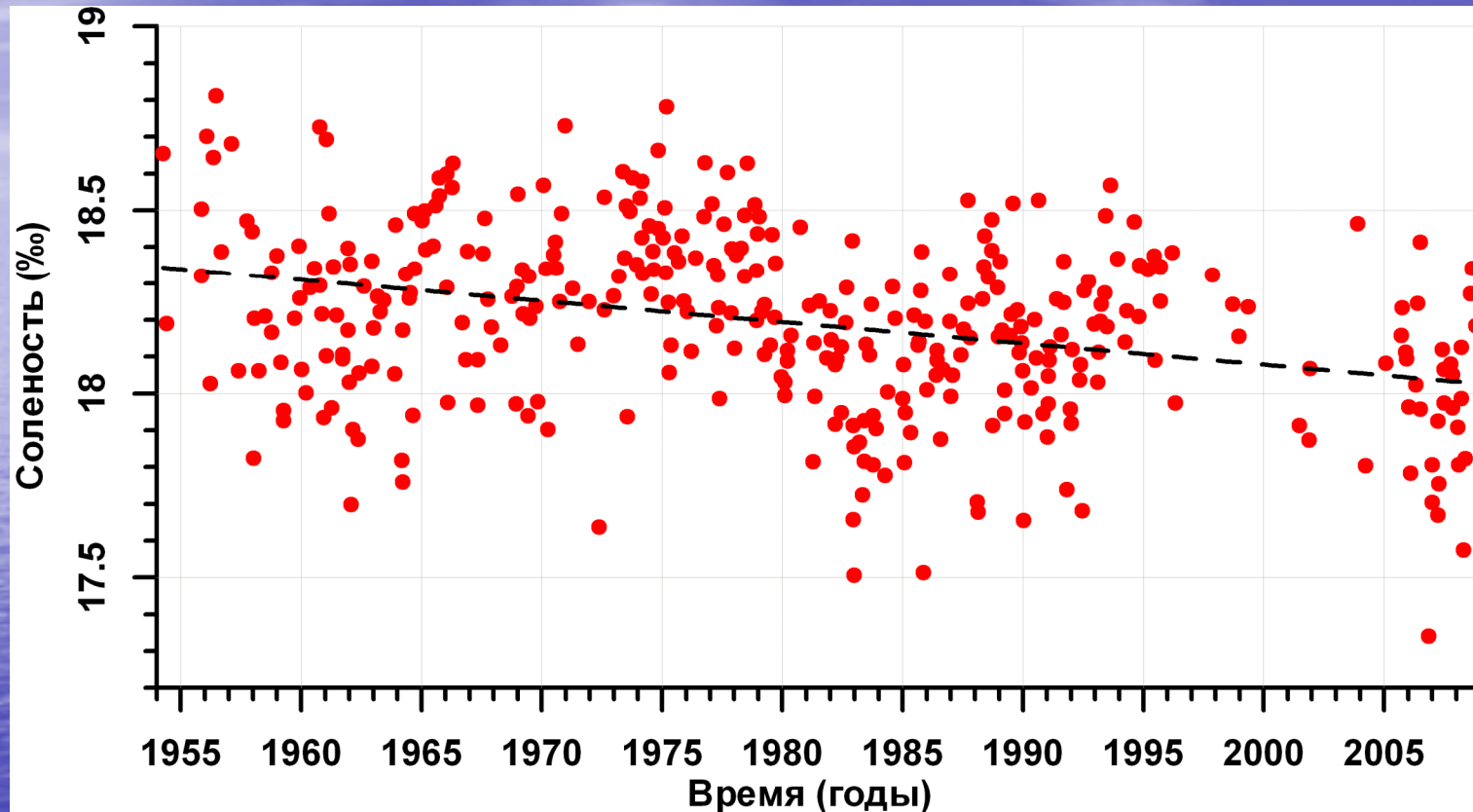
ТЕМПЕРАТУРА ХПС В ЧЕРНОМ МОРЕ

(комбинированные данные инструментальных измерений в (Belokorytov, 1998;
Белокопытов, 2010; Кривошея и др., 2012)



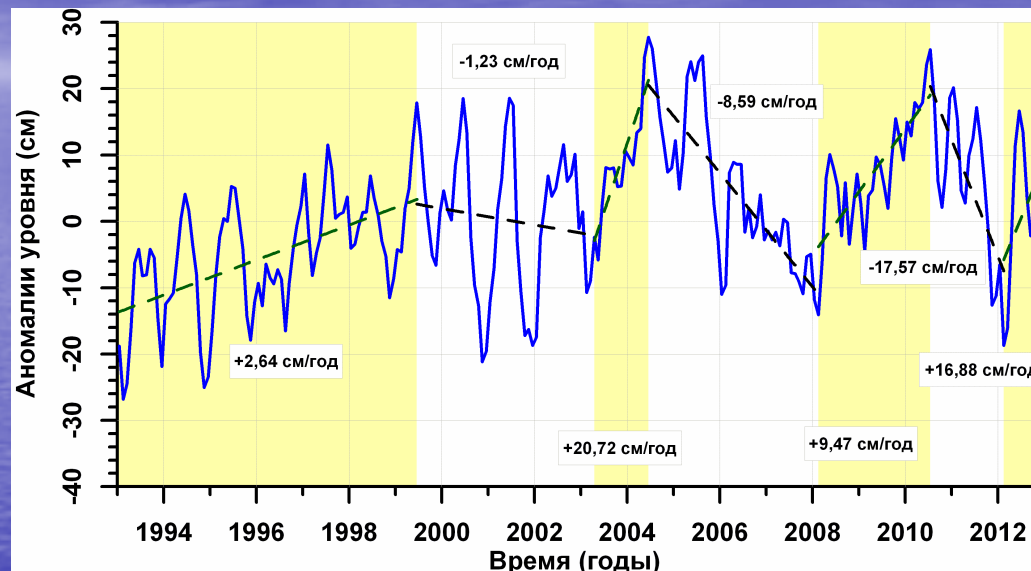
ТРЕНД: $-0.002^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (1954-2009)

СОЛЕННОСТЬ ЧЕРНОГО МОРЯ (Белокопытов, 2010)



ТРЕНД: -0.004‰/год , $\Delta S = -0.2\text{‰}$ (1954-2008 гг.)

УРОВЕНЬ ЧЕРНОГО МОРЯ (Т/Р и J1/2)



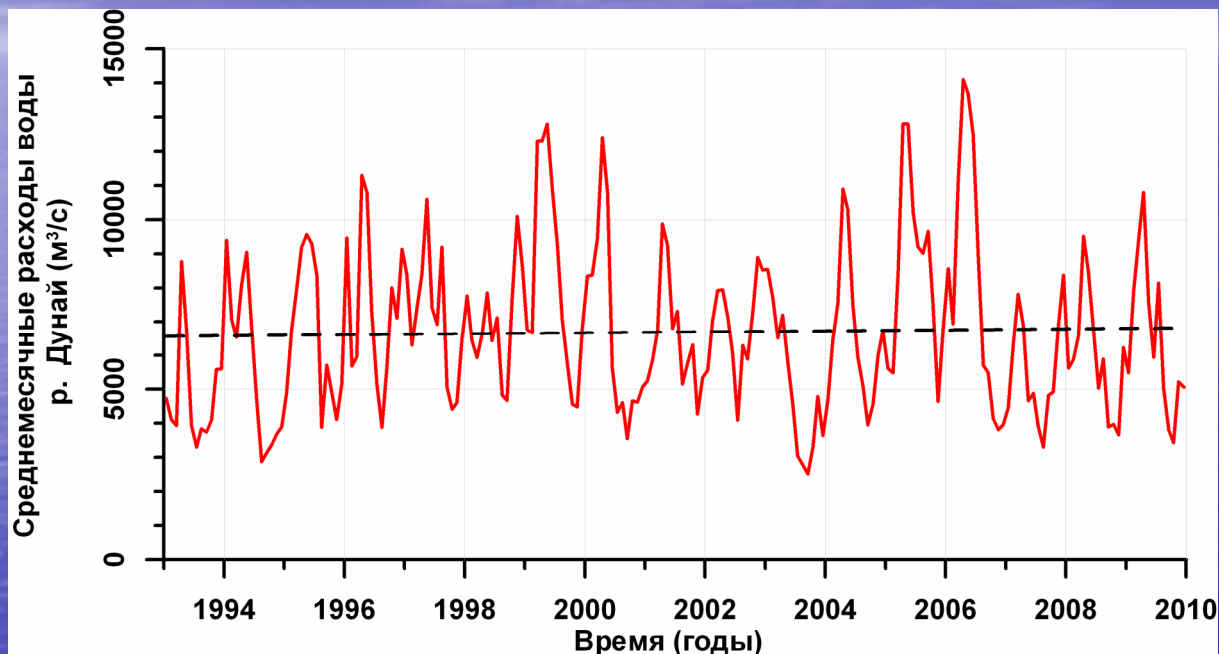
Средняя скорость подъема уровня
Черного моря – $+0.82 \pm 0.18$ см/год
в 1993–2012 гг.

Скорость роста уровня Мирового океана
в 1993–2012 гг. - $+0.32$ см/год
(Лебедев, 2013)

$+0.17$ – 0.18 см/год в 1920-х – 1990-х гг. -
(Рева, 1997; Горячкин и Иванов, 2006).

СТОК ДУНАЯ (60% стока рек в море)

(Данные Дунайской гидрометеорологической обсерватории в г. Измаил (Украина) по створу «54 миля»)



ТРЕНДЫ:

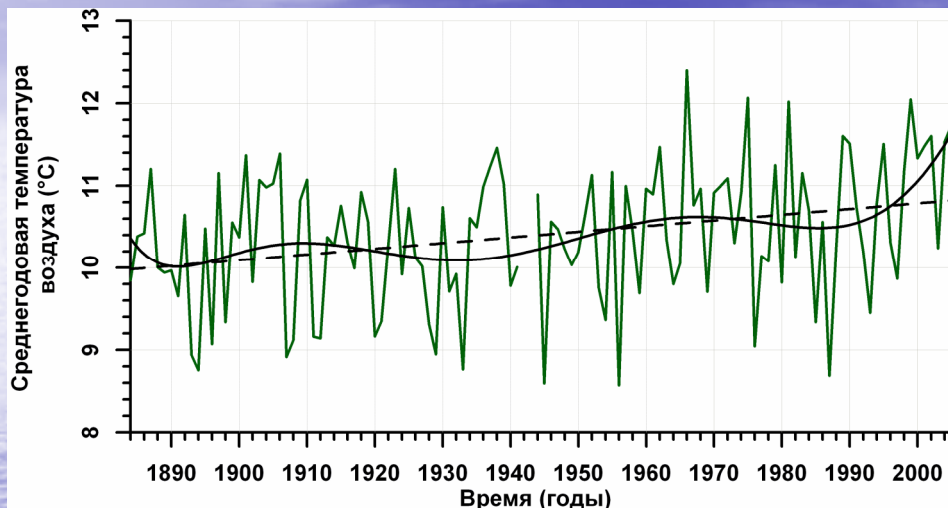
+0.464 км³/год в 1993-2009 гг.,

+0.126 км³/год в 1860-1996 гг. (Горячкин и
Иванов, 2006)

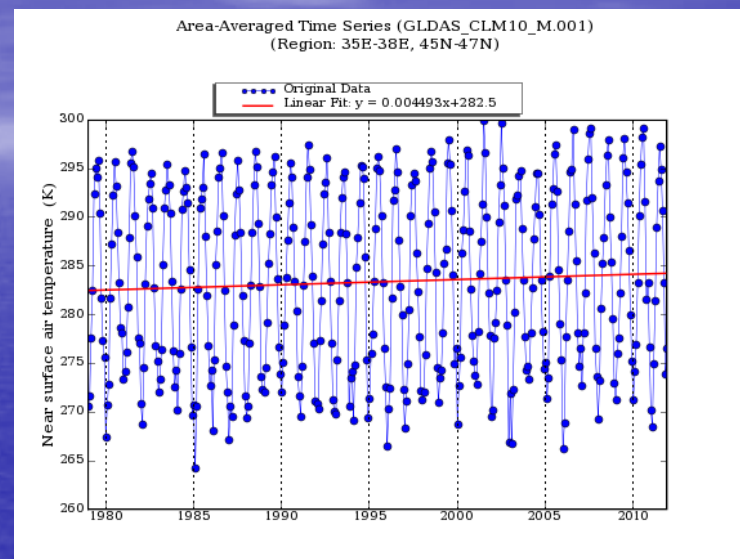


В ДЕЛЬТЕ ДУНАЯ В РУМЫНИИ (31 августа 2012 г.)

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА НАД АЗОВСКИМ МОРЕМ



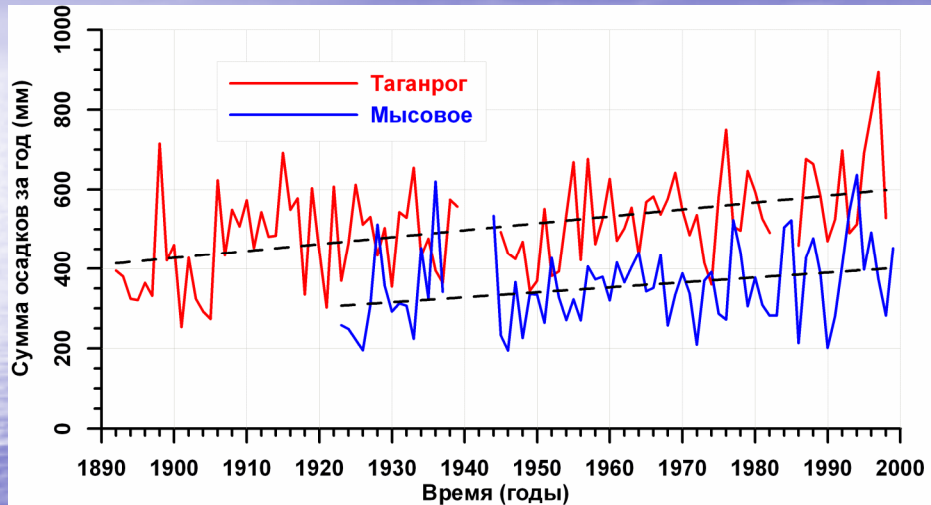
ТРЕНДЫ: $+0.0066^{\circ}\text{C}/\text{год}$, $\Delta T_{\text{в}} = +0.8^{\circ}\text{C}$
(1884-2005) (Моисеева, 2006)



$+0.0539^{\circ}\text{C}/\text{год}$, $\Delta T_{\text{в}} = +1.78^{\circ}\text{C}$
(1979-2011)

(в Черном море за этот период
 $\Delta T_{\text{в}} = +0.42^{\circ}\text{C}$)

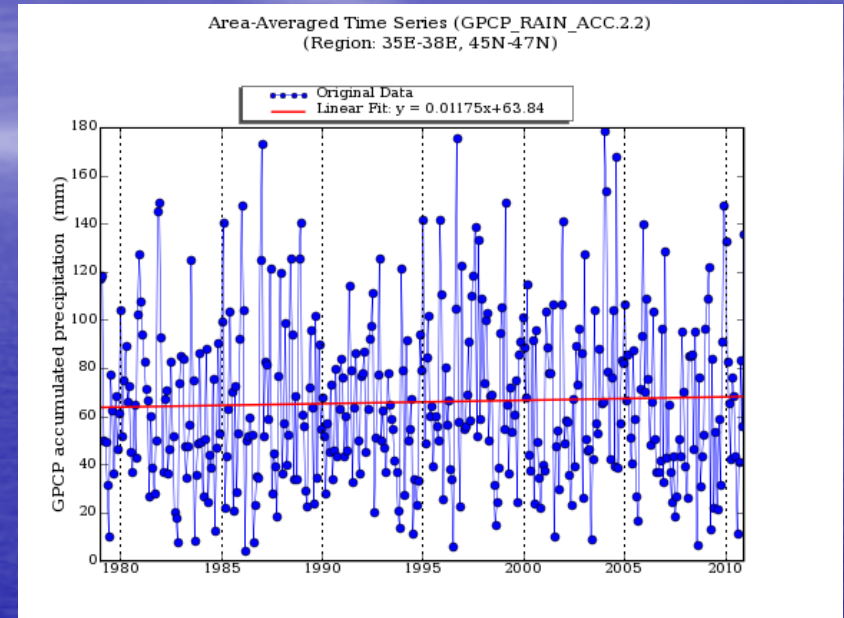
АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ НАД АЗОВСКИМ МОРЕМ



ТРЕНДЫ (Горбач и др., 2004):

в Мысовом в 1926–2000 гг. – +1.3 мм/год, а в 1971–2000 гг. – +4.7 мм/год;

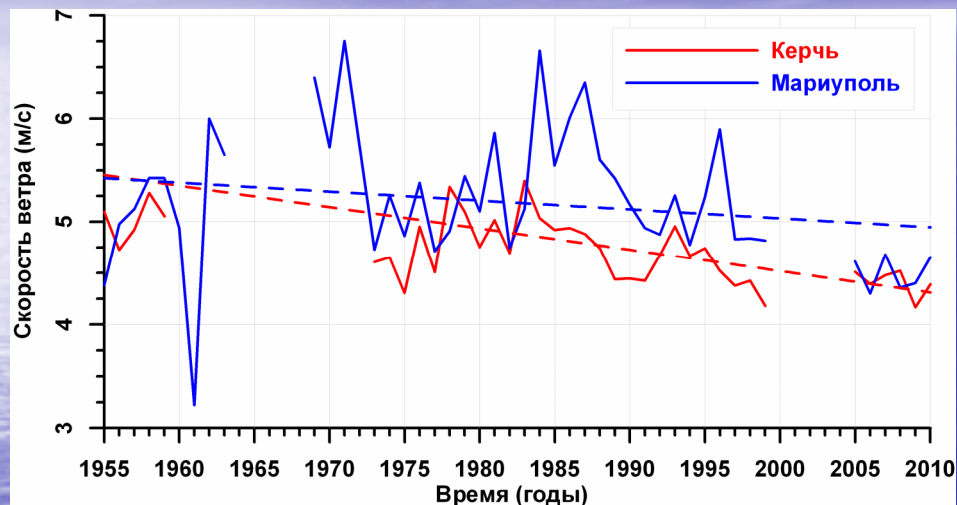
в Таганроге в 1891–1998 гг. – +1.7 мм/год, а в 1971–1998 гг. – +6.5 мм/год



ТРЕНД:

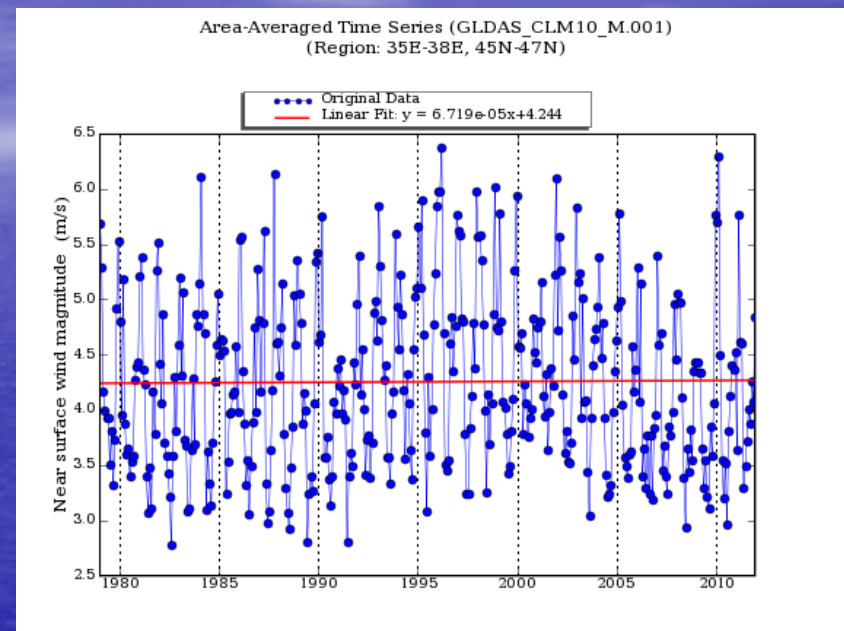
+0.141мм/мес/год=+1.69 мм/год
(1979-2010) $\Delta P=54$ мм

СКОРОСТЬ ВЕТРА НАД АЗОВСКИМ МОРЕМ



ТРЕНДЫ (1955-2010):

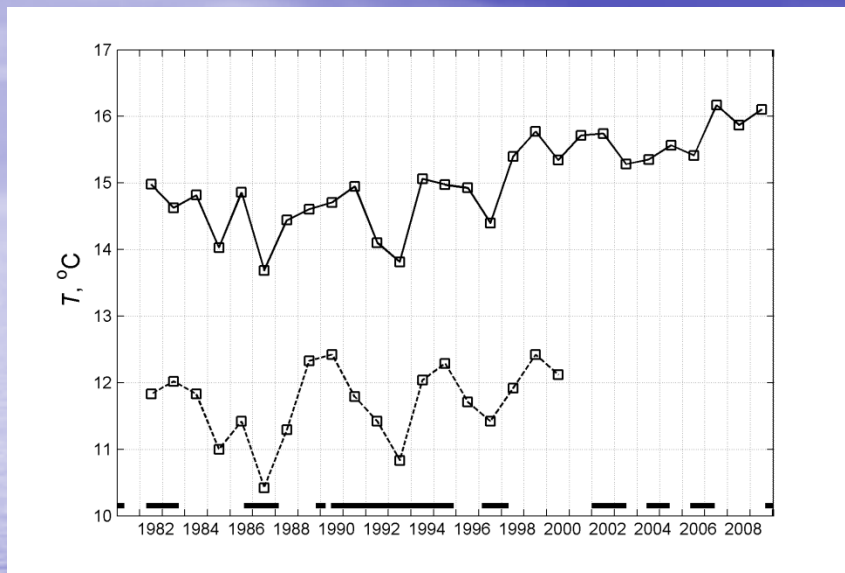
в Мариуполе - -0.009 м/с/год,
в Керчи — -0.021 м/с/год
(Дьяков, 2010)



ТРЕНД:

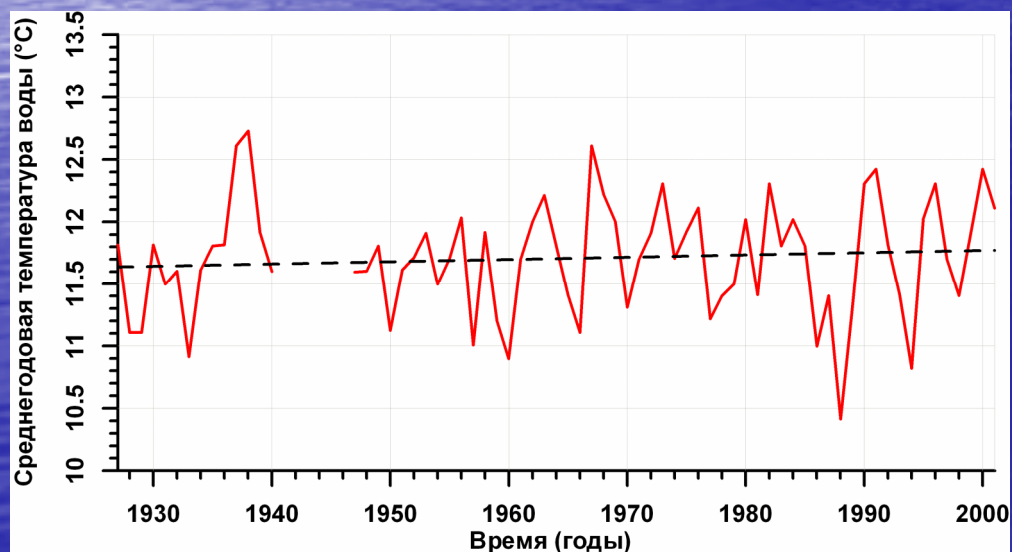
$+0.0008$ м/с/год (1979-2011)

ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ



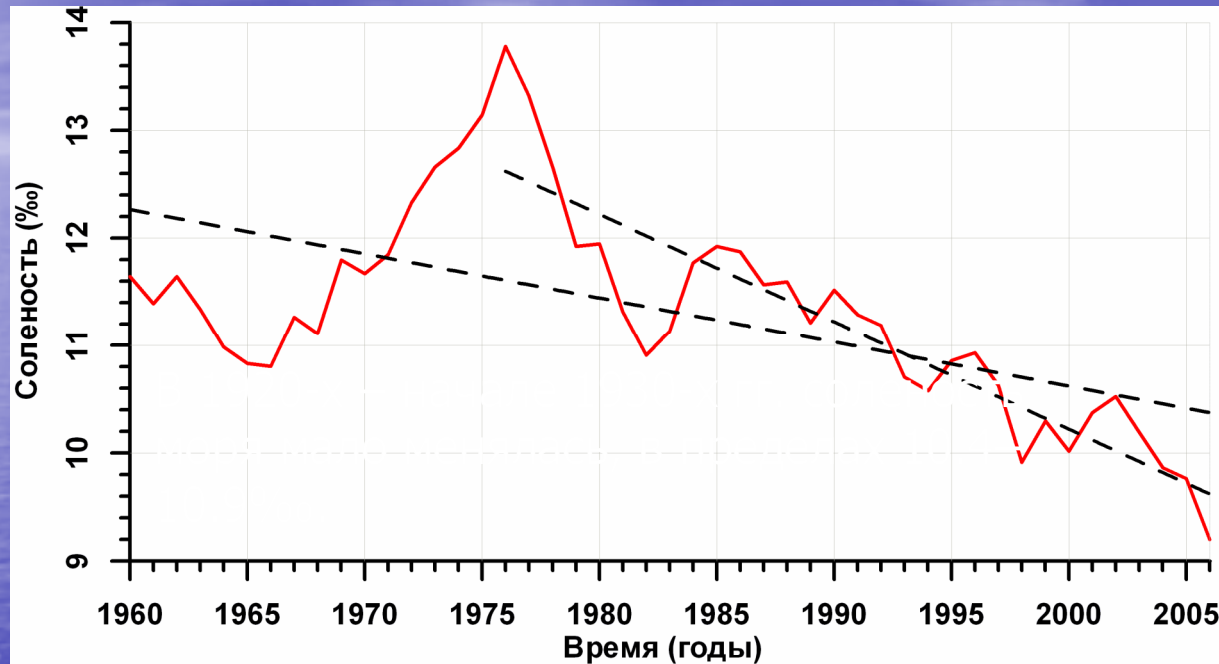
Среднегодовые ТПМ в Черном (верхняя кривая) и Азовском (нижняя) морях

Тренд среднегодовой ТПМ в Азовском море в 1924-2007 гг. - $+0.01^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (Дьяков, 2010)



Тренды среднегодовой ТПМ в Азовском море:
 $+0.0018^{\circ}\text{C}/\text{год}$ в 1927-2000 гг.,
 $+0.06^{\circ}\text{C}/\text{год}$ в 1988-2000 гг.
(Дашкевич, 2008)

СОЛЕННОСТЬ АЗОВСКОГО МОРЯ

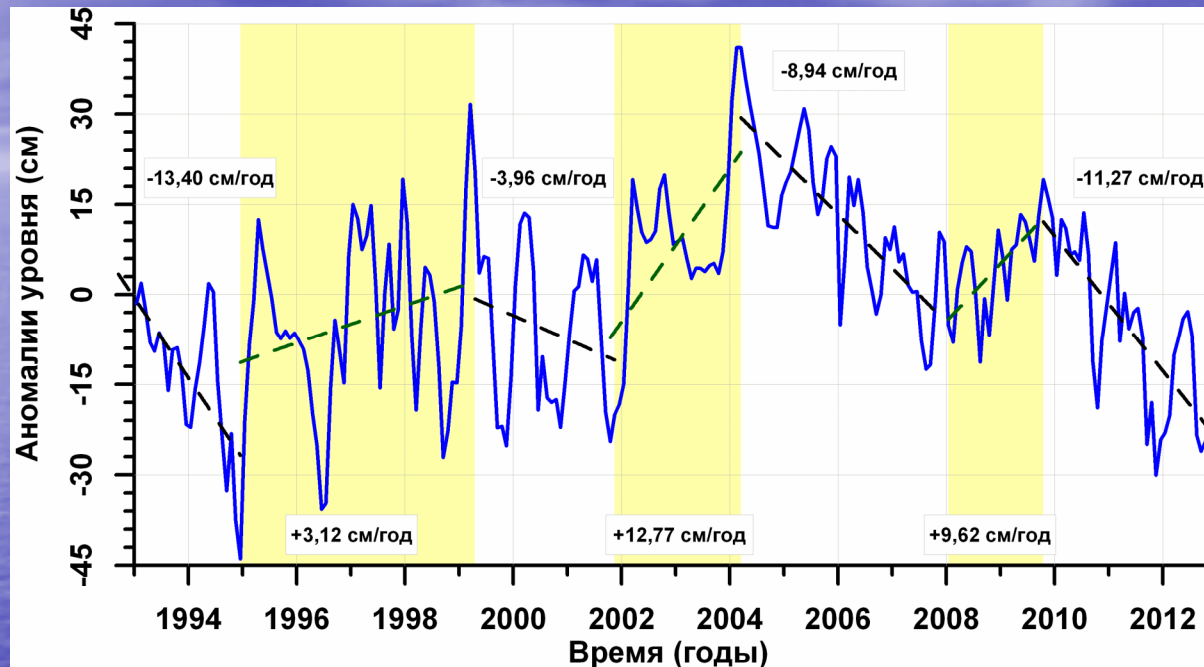


В 1920-х — начале 1930-х гг. S мало менялась, в пределах 10.4–10.9‰.

Пик солености в 1976 г. существенно превышал ее повышение до 12.7‰ в начале 1950-х гг., связанное с зарегулированием стока Дона.

Тренды уменьшения солености составили 0.04‰/год в 1960–2006 гг. и 0.10‰/год на этапе ее снижения после пика 1976 г. (Жукова и др., 2007).

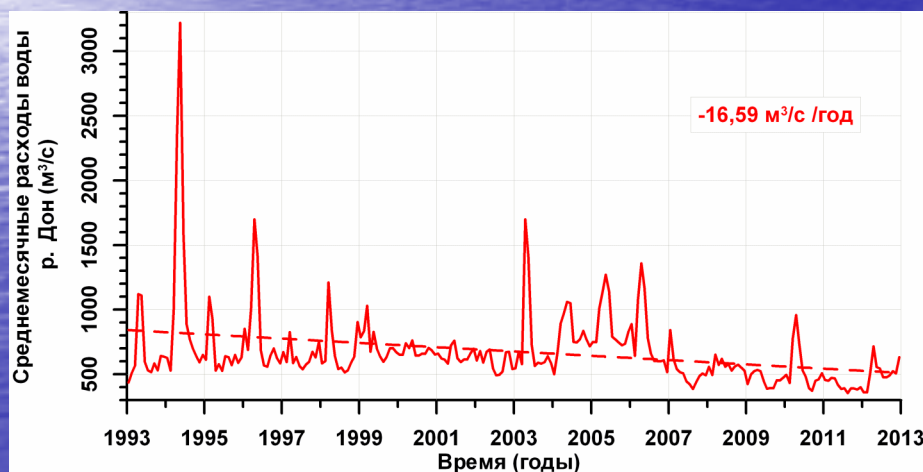
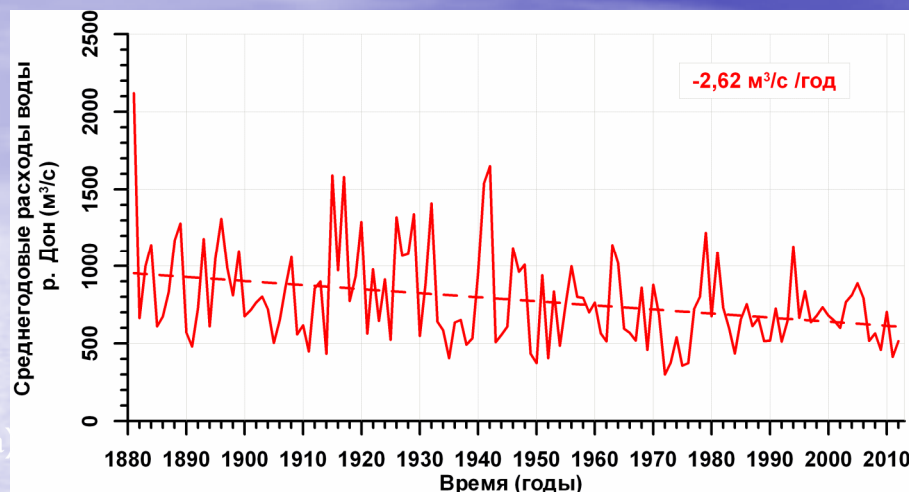
УРОВЕНЬ АЗОВСКОГО МОРЯ



Средняя скорость повышения уровня с 1920-х гг. до 1985 г. - $+0.24$ см/год, а в более короткие периоды наблюдались ее увеличения на порядок: 2.1 см/год в 1992–2004 гг., 2.6 см/год в 2001–2006 гг. (Филиппов, 2006)

Средняя скорость роста уровня в 1993-2012 гг. составила $+0.54$ см/год

СТОК РЕК В АЗОВСКОЕ МОРЕ

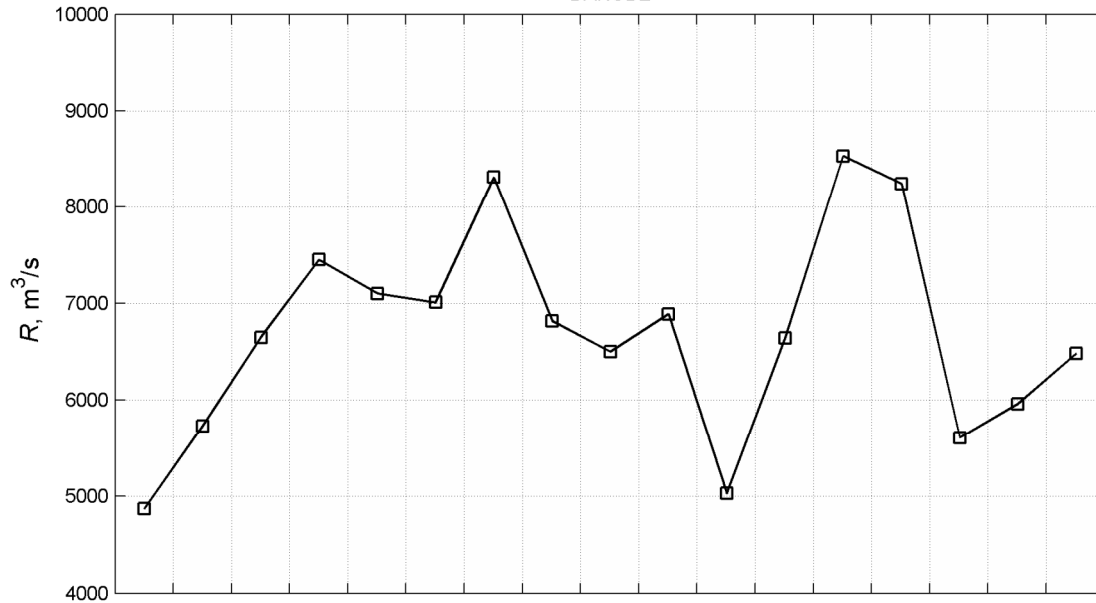


Сток впадающих в море рек с 1911 г. до середины 1970-х гг. в среднем уменьшался, далее до начала 2000-х гг. - фаза повышенной водности рек (Гаргопа, 2001; Матишов и др., 2008б). В последние десятилетия отмечается увеличение стока р. Кубань, особенно в холодное время года

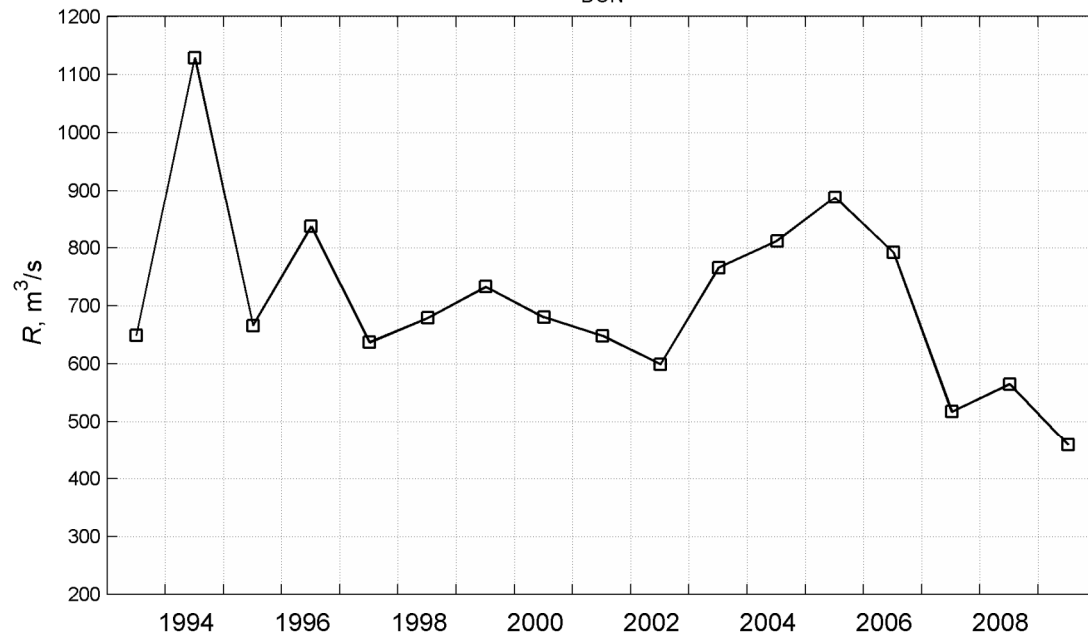
Тренды значений расхода Дона в 1881-2012 гг. $-2.62 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{год})$, в 1993-2012 гг. - $-16.59 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{год})$ ($-0.516 \text{ км}^3/\text{год}$)

Данные расхода Дона по створу ст. Раздорская (Л.П. Остроумова, ГОИН)

DANUBE



DON



Межгодовая
изменчивость
расхода рек
Дунай и Дон

ПУБЛИКАЦИИ

- 1. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. М.:ИКИ, 2011. 470 с.
- 2. Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Лебедев С.А. Климатическая изменчивость гидрометеорологических параметров морей России в 1979–2011 годах // Труды ГГО. 2014. Вып. 570. С. 50–87.
- 3. Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Лебедев С.А., Шеремет Н.А. Южные моря России // В кн.: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. т. II. Последствия изменений климата. М.: ГУ "НИЦ Планета", 2014. С. 644–683.