

Сергей А. Лебедев

*Геофизический Центр РАН,
Институт космических исследований РАН*

Светлана Н. Шауро

Геофизический Центр РАН

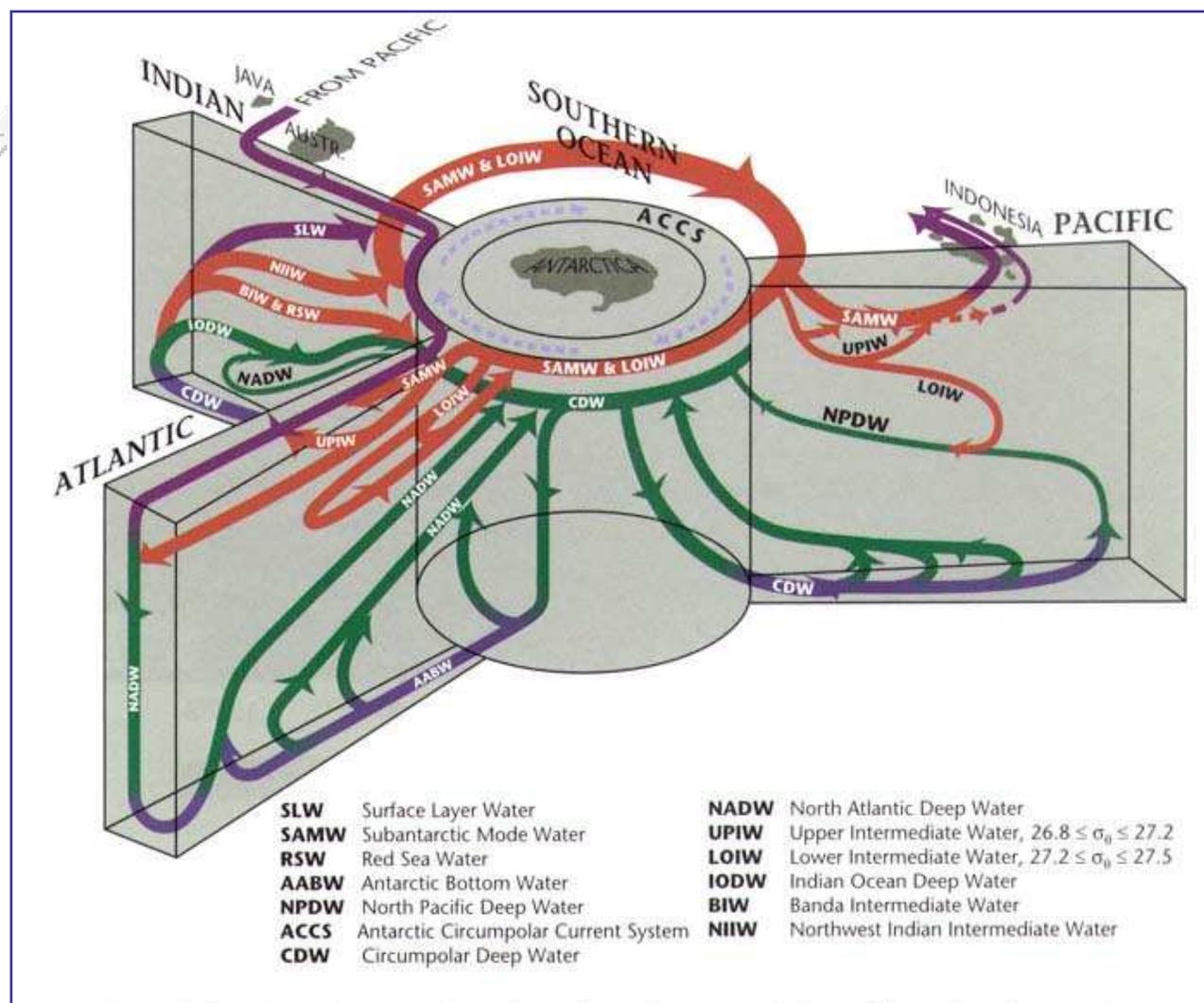
Межгодовая и сезонная изменчивость положения и интенсивности Антарктического циркумполярного течения по данным дистанционного зондирования



Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.

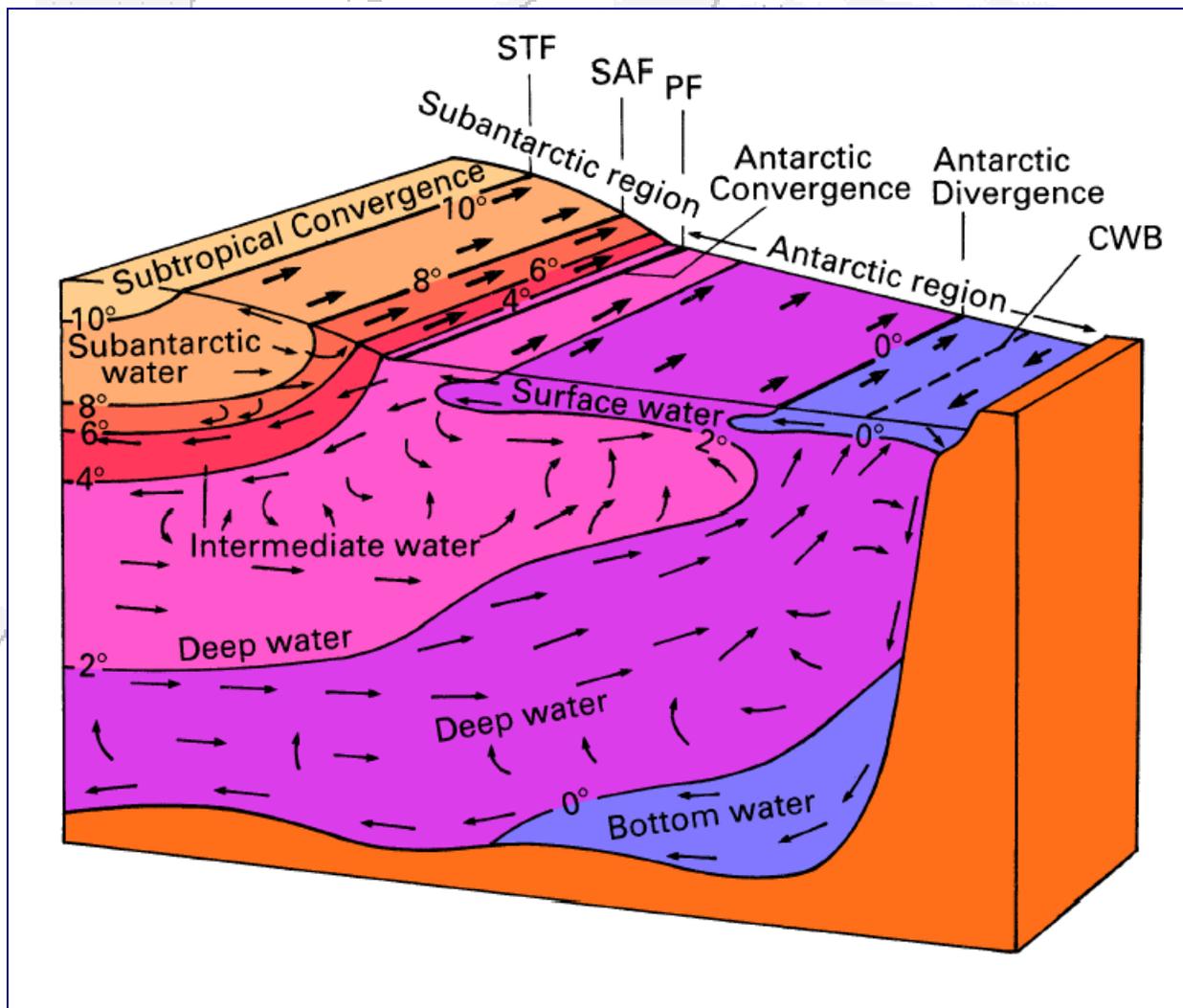
Южный океан



Играет важную роль в тепло- и массообмене между Южным океаном и Атлантическим, Индийским и Тихим океанами

Зоны конвергенции и дивергенции Южного океана

Блок схема
вертикальной
циркуляции Южного
океана и
местоположения
основных фронтов



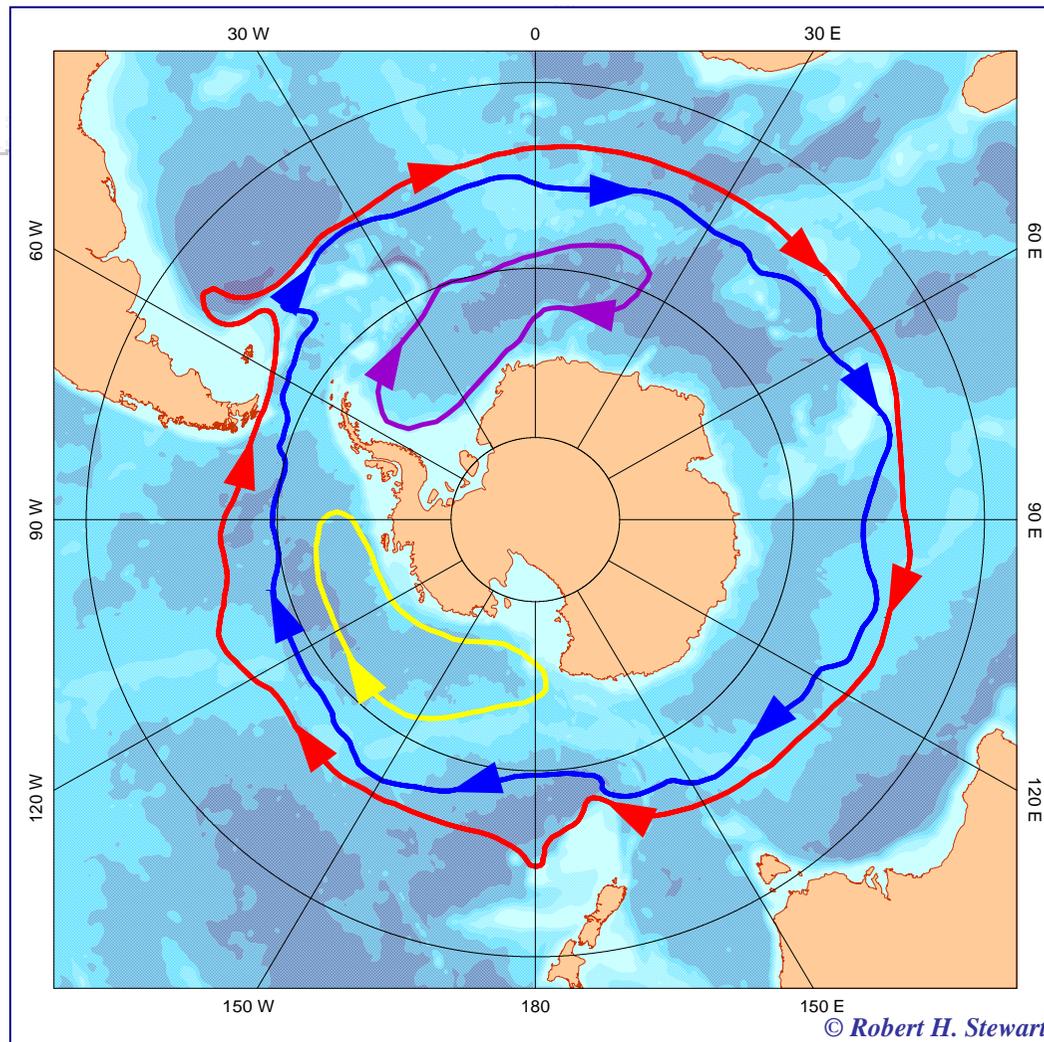
STF – субтропический фронт,
SAF – субарктический фронт,
PF – полярный фронт,
CWB – граница прибрежных вод



Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.

Циркуляция Южного океана



Пространственное
положение
Антарктического
циркумполярного
течения (АЦТ) и
Субарктического и
Полярного фронтов,
являющихся границами
АЦТ

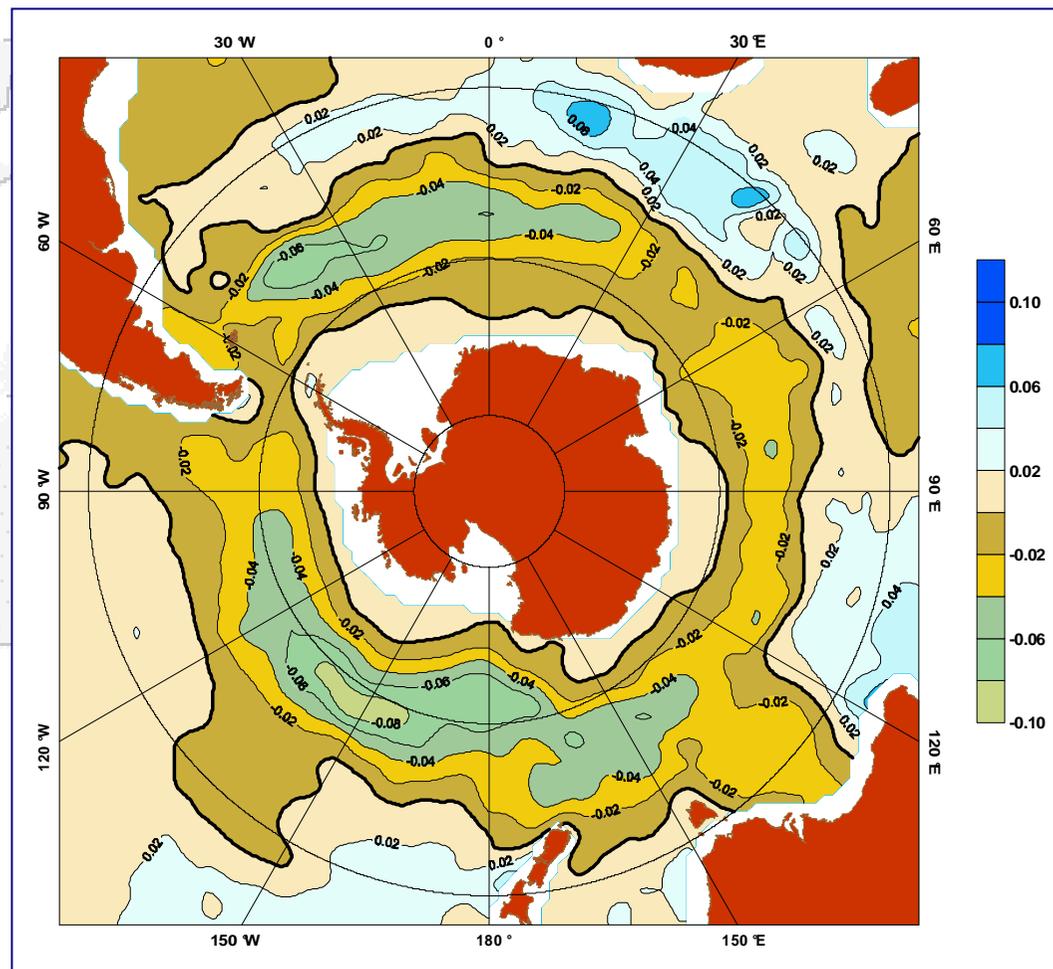
- субарктический фронт
- полярный фронт
- круговорот моря Уэдделла
- круговорот моря Росса

Межгодовые тренды некоторых климатических параметров

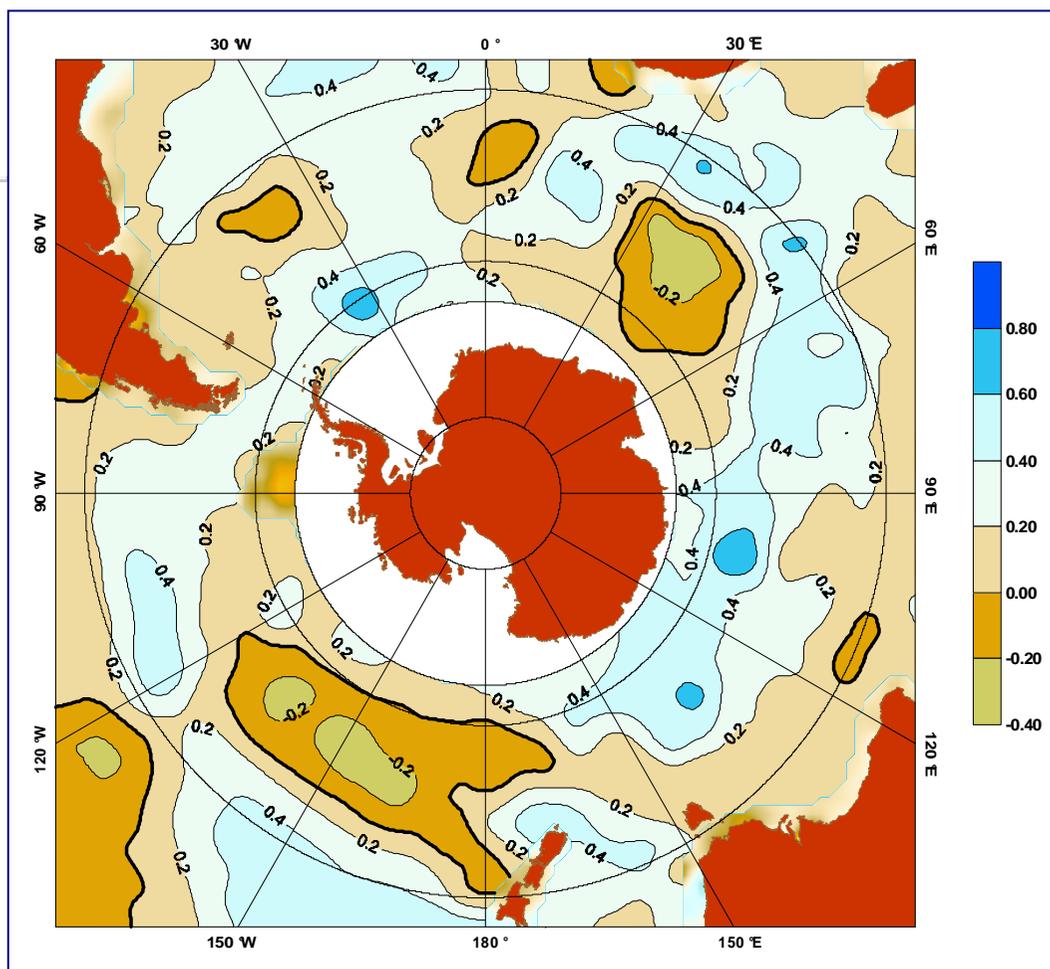
- ⇒ Атмосферное давление на уровне моря по данным NCEP-NCAR Reanalysis, в районе параллели 65° ю.ш. падало со скоростью около -0.166 ± 0.039 гПа/год в течение 1957-1998 годов и -0.177 ± 0.062 гПа/год за период с 1969 по 1998 год. Отрицательная тенденция со временем ослаблялась до -0.123 ± 0.221 гПа/год для интервала времени с 1979 по 1993 год (*Hines et al., 2000*).
- ⇒ По данным дистанционного зондирования толщина льда и его площади в Антарктике изменяются со скоростью -0.3 ± 0.5 % и -0.2 ± 0.6 % в 10 лет соответственно за период с 1979 по 2003 годы (*Comiso, 2004*).
- ⇒ Аналогичную тенденцию имеет и температура воздуха у поверхности Антарктиды. За период с 1979 до 1998 годы она падала со скоростью -0.042 ± 0.067 °C/год (*Comiso, 2004*).

ТПО: Межгодовой тренд

- Для Южного Океана в целом ТПО имеет отрицательный тренд -0.02 ± 0.003 °С/год.
- Однако в районах В пределах 300-1000 километровой полосы к северу от побережья Антарктиды ТПО растет со скоростью 0.01 ± 0.005 °С/год.
- Южно-тихоокеанского поднятия и восточной части Южно-Атлантического хребта скорость падения ТПО более высокая и составляет более -0.065 ± 0.007 °С/год.



Уровень: Межгодовой тренд



- В целом уровень Южного океана растет со средней скоростью около 0.24 ± 0.026 см/год.
- В районе Южно-тихоокеанского поднятия уровень падает со скоростью -0.21 ± 0.05 см/год.
- В восточной части Африканско-Атлантической котловины уровень океана также падает только с более высокой скоростью -0.19 ± 0.07 см/год.
- В районах северо-восточной части Аргентинской котловины, юго-восточной части Капской котловины (на стыке с котловиной Агульяс) и в центральной части Южно-австралийской котловины наблюдается падение уровня со скоростью более чем -0.11 ± 0.03 см/год.

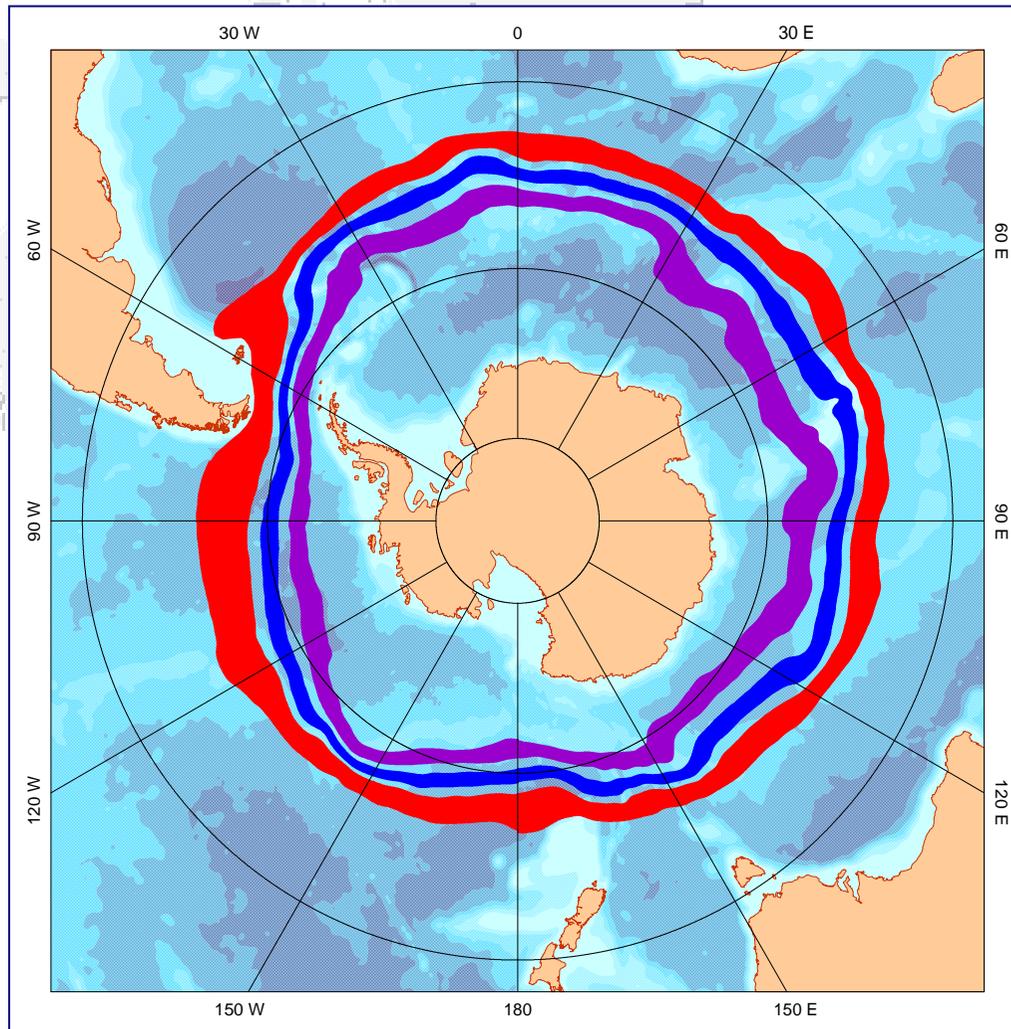
Метод анализа изменчивость АЦТ

Исследование мезомасштабной изменчивости положения Антарктического циркумполярного течения можно проводить следующими методами

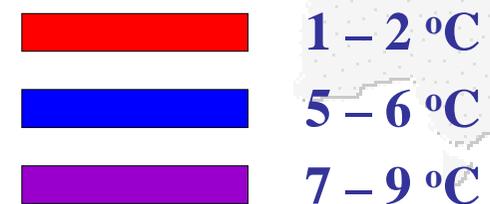
- ⇒ Локализация и анализ положения Субарктического и Полярного фронтов, являющихся границами АЦТ, по температуре поверхности океана (ТПО) и ее градиенту
- ⇒ Анализ пространственного положения изолиний динамической топографии или скорости на поверхности, вычисленных по квазигеострофической модели
- ⇒ Анализ пространственного положения интеграла от спектральной плотности временной изменчивости аномалий уровня

Регулярные спутниковые данные о ТПО и аномалиях уровня имеют такое пространственное и временное решение, которое позволяет нам изучать структуру и изменчивость главных фронтов и динамической топографии по всему бассейну Южного Океана

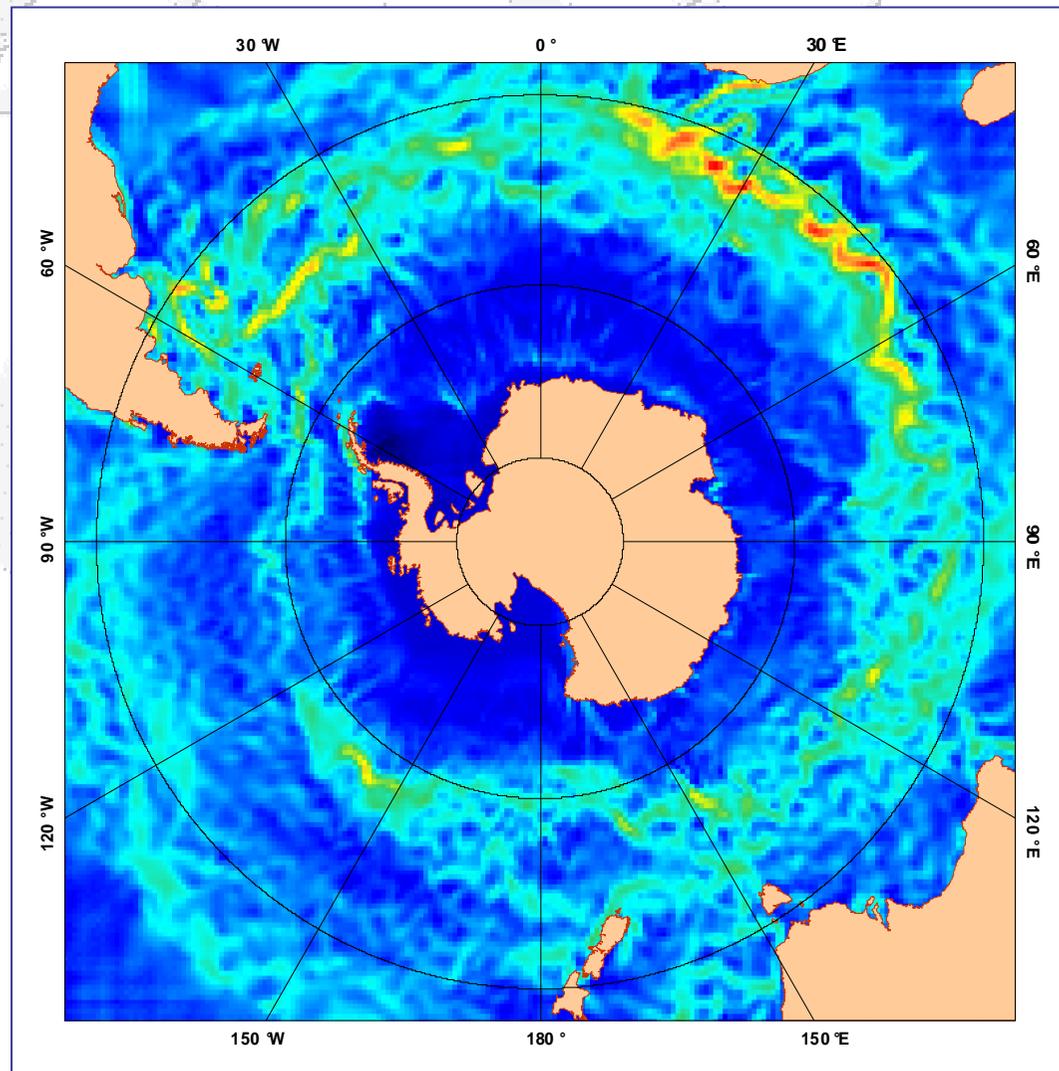
Анализ температуры поверхности океана



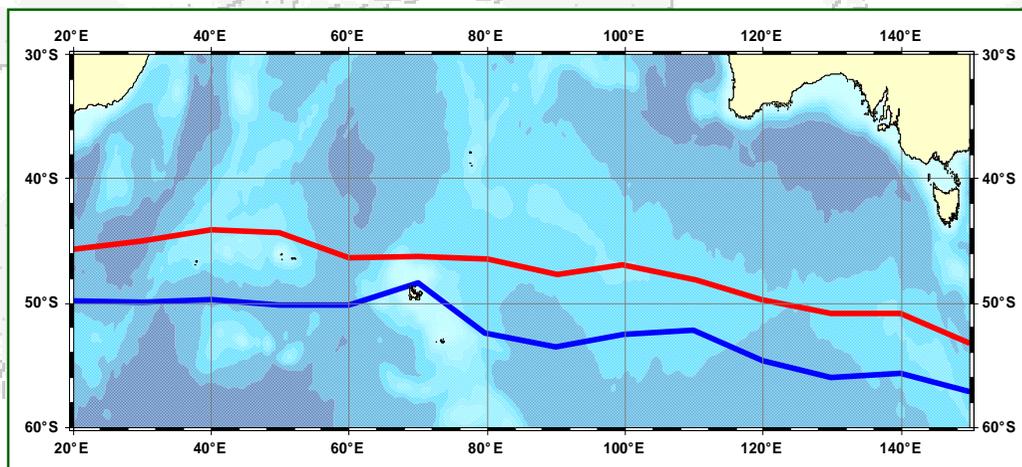
Положение изотерм
ТПО за временной
интервал 1982 – 2009



Локализация положения фронтов по градиенту ТПО



Локализация положения фронтов по градиенту ТПО



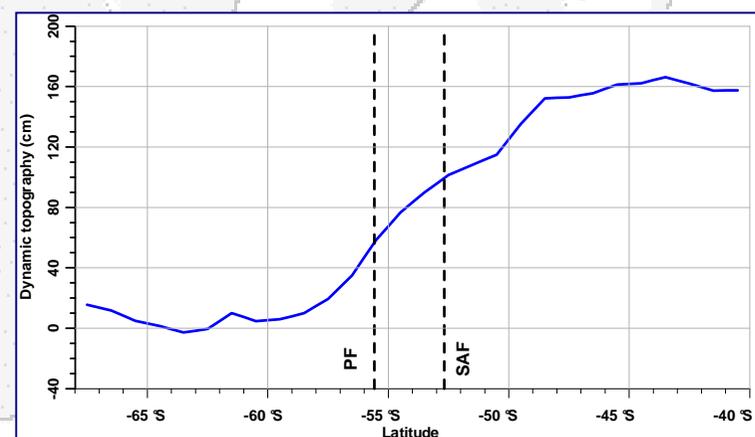
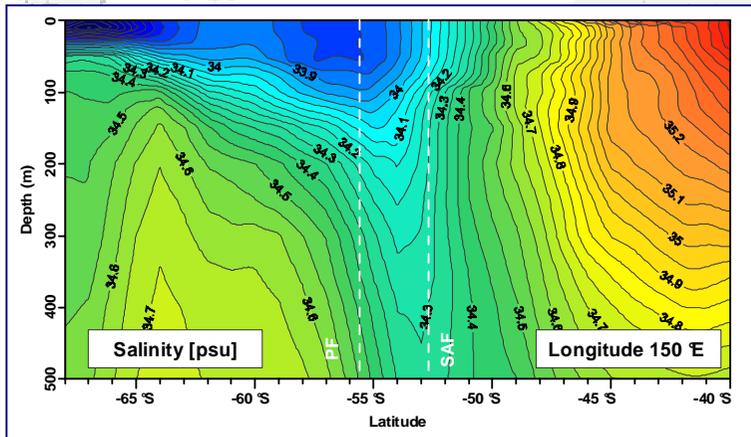
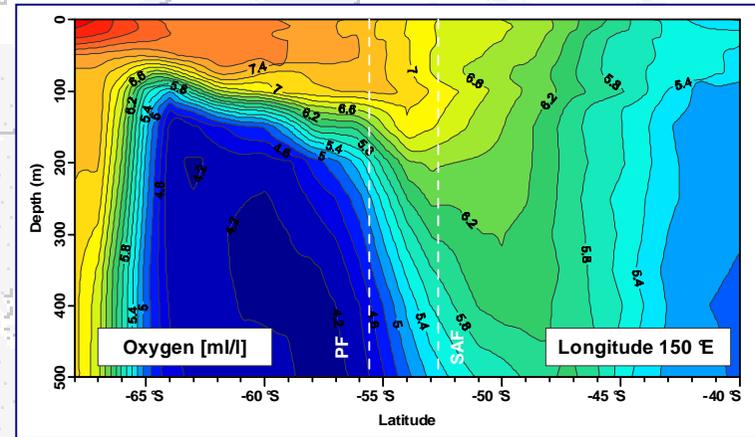
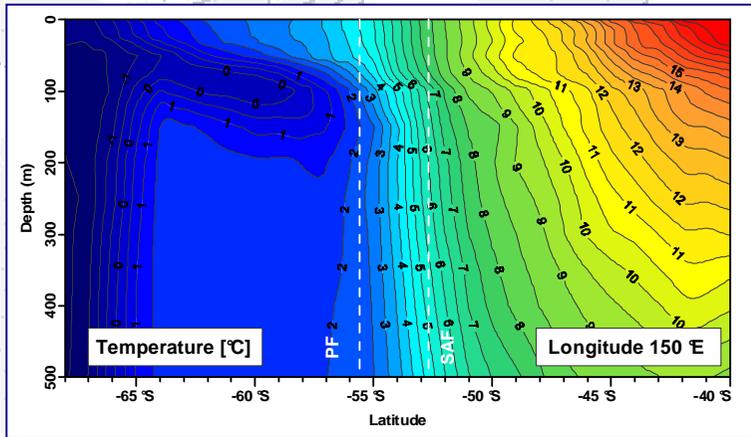
Основная статистика показывает, что в среднем фронты Южной части Индийского океана имеют следующие диапазоны ТПО и ее градиенты.

— субарктический фронт
— полярный фронт

Район	Диапазон ТПО (°C)	
	Субантарктический фронт (SAF)	Полярный фронт (PF)
20°E – 60°E	4,8 – 14,9	1,2 – 7,8
60°E – 100°E	4,4 – 13,5	0,9 – 7,8
100°E – 150°E	4,8 – 11,4	1,1 – 6,2
ИТОГО	4,4 – 14,9	0,9 – 7,8

Фронт	Градиент ТПО (°C/км)
Субантарктический фронт (SAF)	0,030 ± 0,003
Полярный фронт (PF)	0,025 ± 0,005

Локализация положения АЦТ по динамической топографии



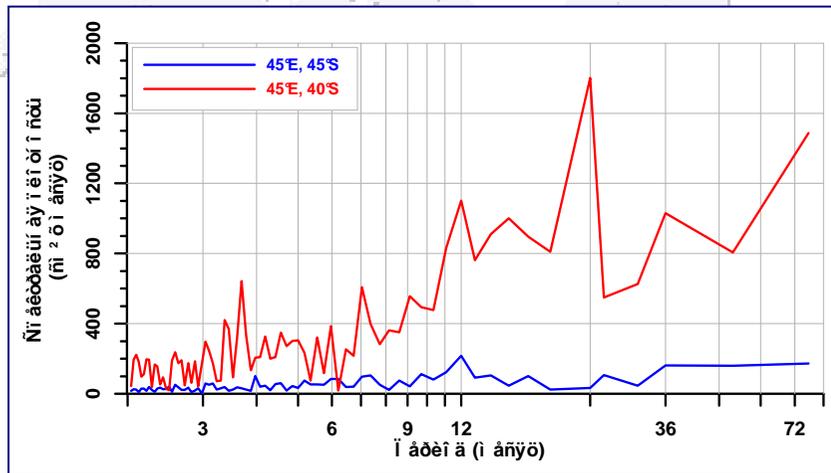
Анализ вертикальной структуры различных полей показал, что границами АЦТ можно считать изолинии 80 и 100 см в поле динамической топографии, рассчитанной относительно 1500 мб.



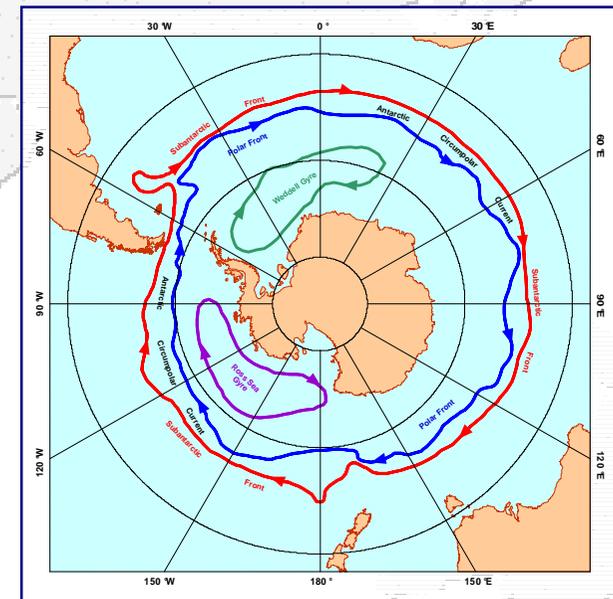
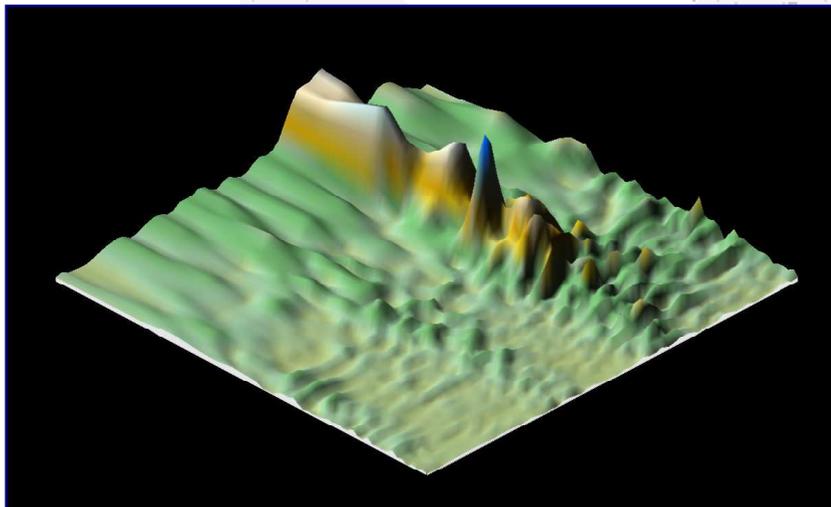
Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.

Локализация положения АЦТ по спектральной плотности уровня

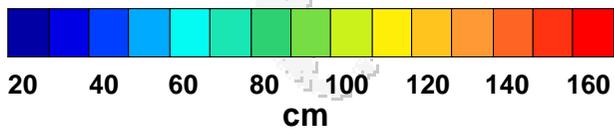
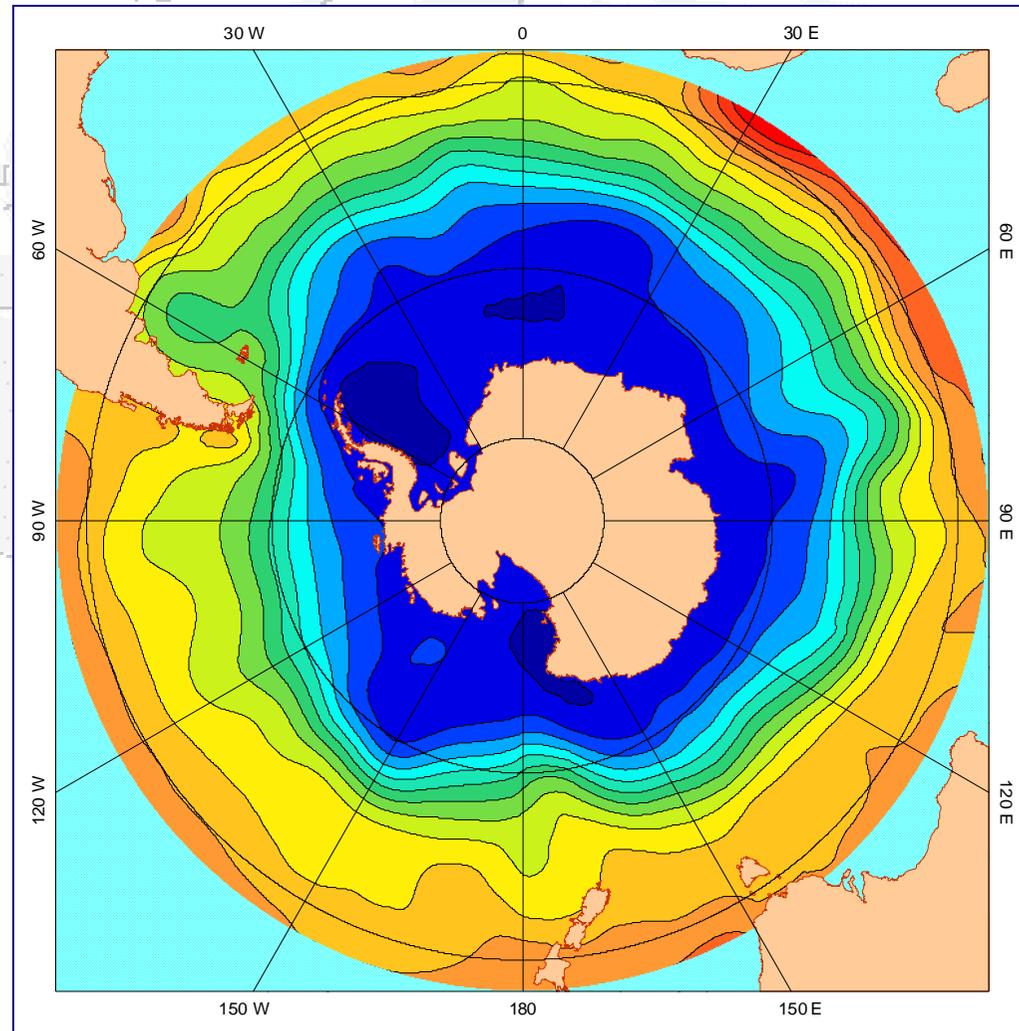


Спектральная плотность уровня также анализировалась как в каждой точке расчетной области, так и вдоль каждого меридиана.



Спектральная плотность уровня вдоль меридиана 45° в.д.

Климатическая динамическая топография



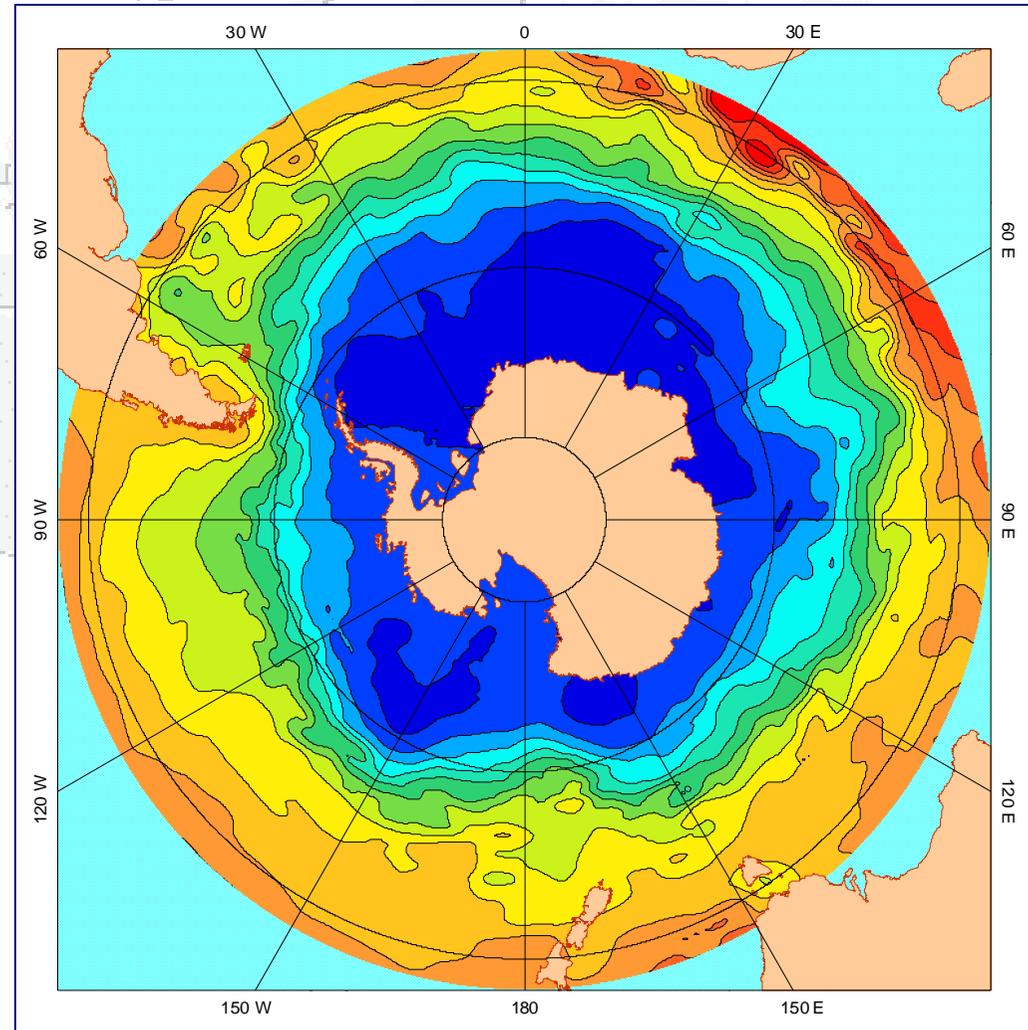
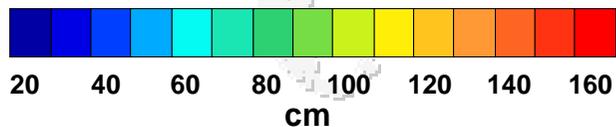
Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.

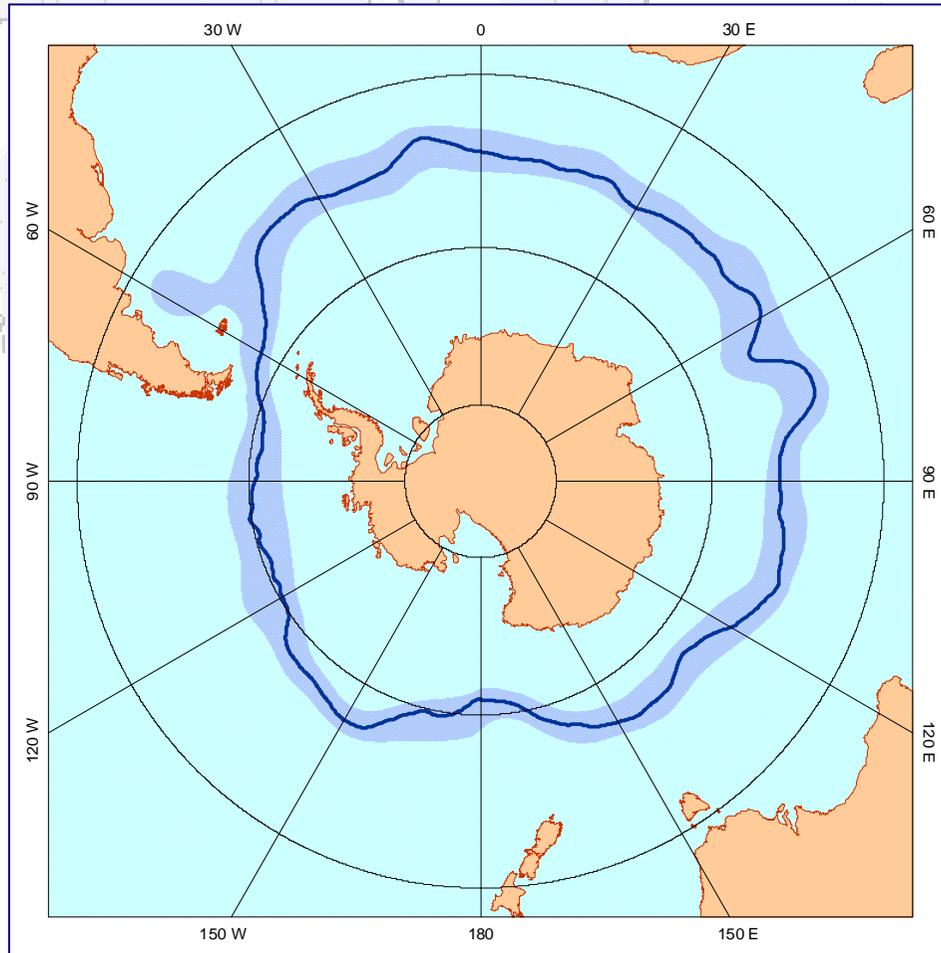
Синоптическая динамическая топография

Синоптическая динамическая топография определялась как суперпозиция климатической динамической топографией и аномалиями уровня, рассчитанного по данным спутниковой альтиметрии

Синоптическая динамическая топография на 1 января 2005



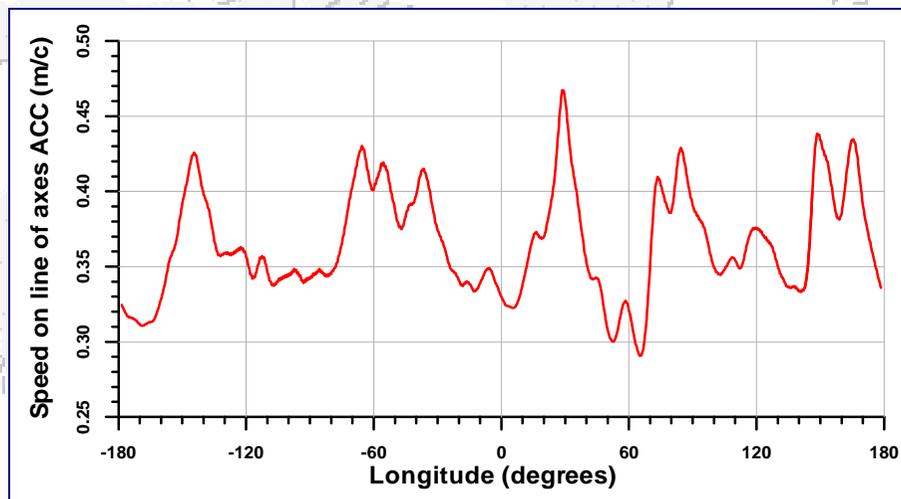
Локализация положения АЦТ по динамической топографии



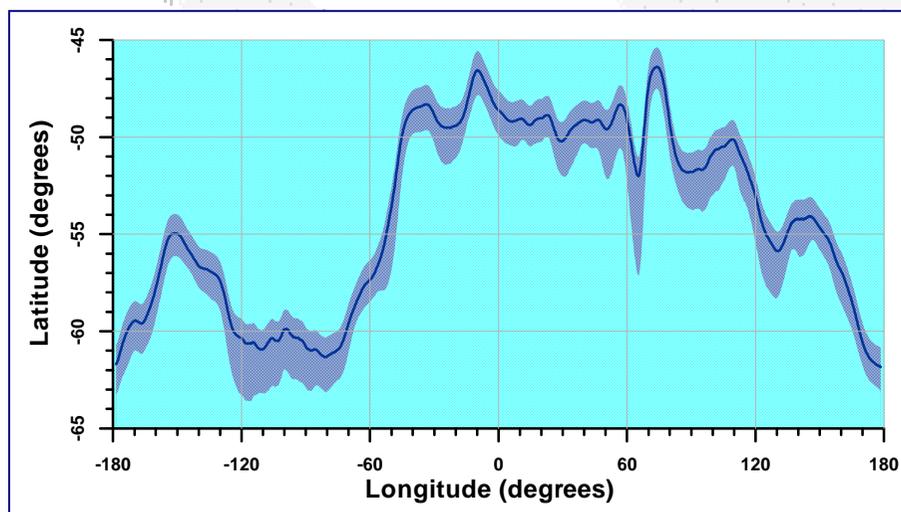
— Среднеклиматическое положение оси АЦТ или максимума геострофических скоростей на поверхности

▨ Область между изолиниями 80 и 100 см в поле климатической динамической топографии

Сезонная и годовая изменчивость положения оси АЦТ



Временная изменчивость средней скорости на оси АЦТ



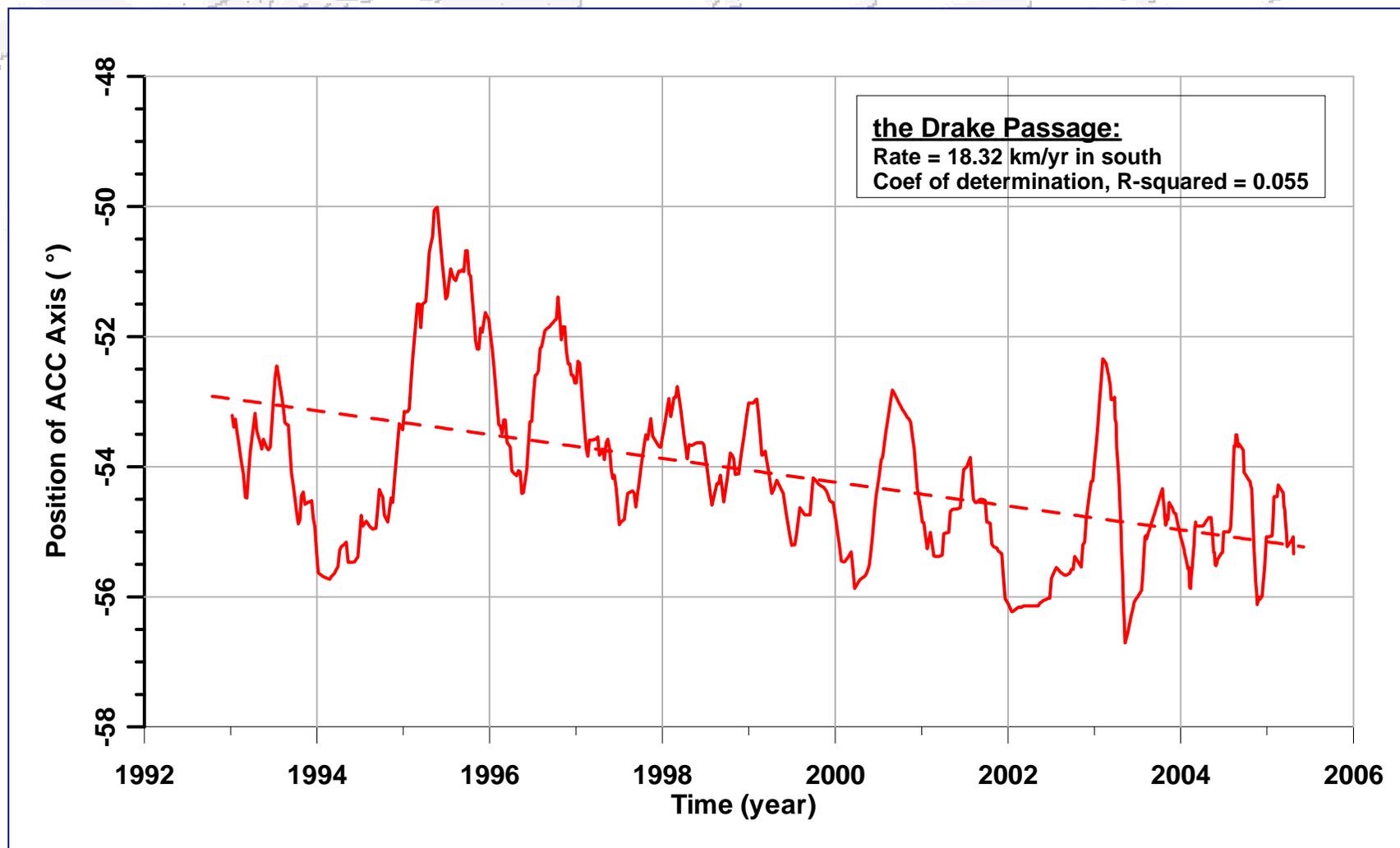
Среднее положение и вариации расположения оси АЦТ



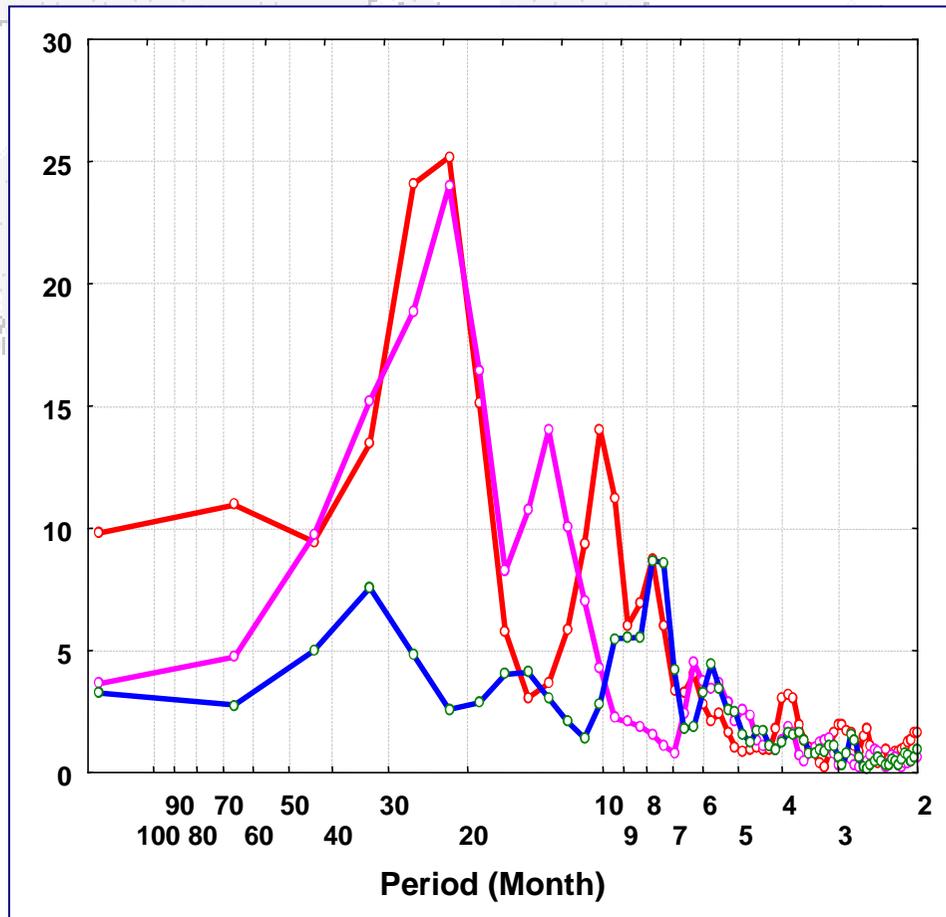
Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.

Сезонная и межгодовая изменчивость положения оси АЦТ

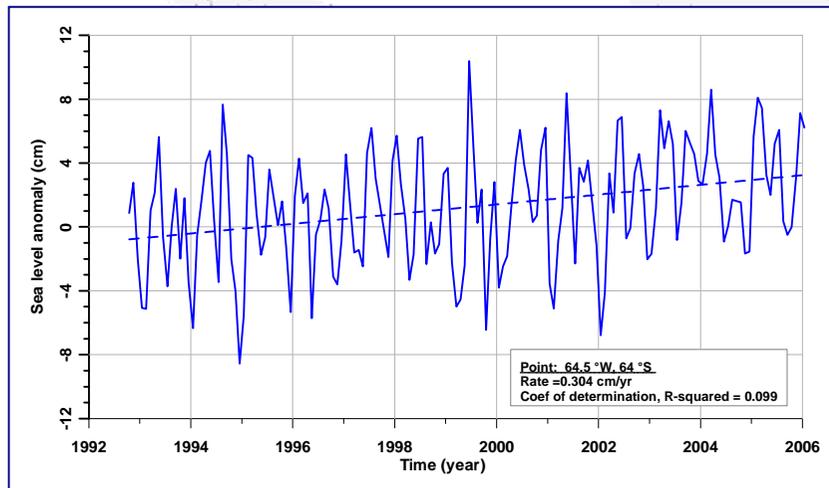
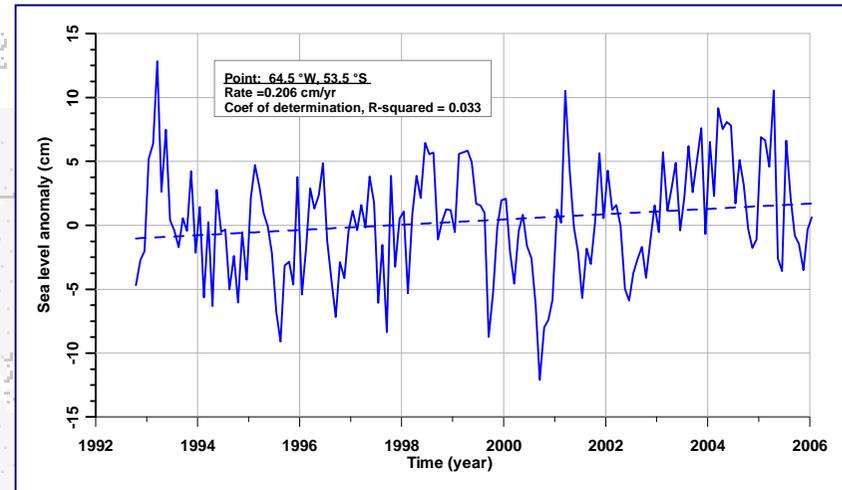
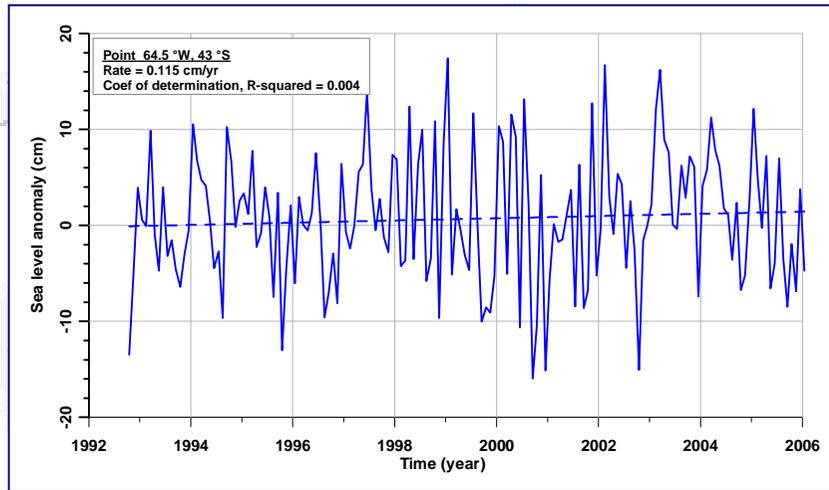


Спектральный анализ изменчивости положения оси АЦТ



- Пролив Дрейка (60°W)
- Индийский океан (30°E)
- Тихий океан (150°W)

Сезонная и годовая изменчивость уровня



**Временная изменчивость
аномалий уровня в некоторых
точках в проливе Дрейка**



Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.

Источники информации

- ⇒ Среднемесячные поля ТПО с пространственным разрешением $1/2^\circ$ по данным ИК- и СВЧ- радиометрии международного проекта GODAE (Global Ocean Data Assimilation Project) High Resolution SST Pilot Project (GHRSSST-PP)
(PODAAC, JPL, NASA)
- ⇒ Среднемесячные поля аномалий уровня с пространственным разрешением $1/2^\circ$ по данным альтиметрических измерений спутников TOPEX/Poseidon, ERS-2, ENVISAT, Jason-1 и Jason-2
(CLS-CNES)
(Проекты Еврокомиссии: AGORA: ENV4-CT9560113 и DUACS: ENV44-T96-0357)
- ⇒ Данные и программное обеспечение Интегрированной базы данных Спутниковой Альтиметрии (ИБДСА)
(Геофизический Центр РАН)

**Спасибо за
внимание**



Выездной семинар-школа. «Спутниковые методы и системы исследования Земли», Таруса, 15-20 февраля 2011 г.

© 2011, Лебедев С.А., Шауро С.Н.