

Физическая география Мирового океана

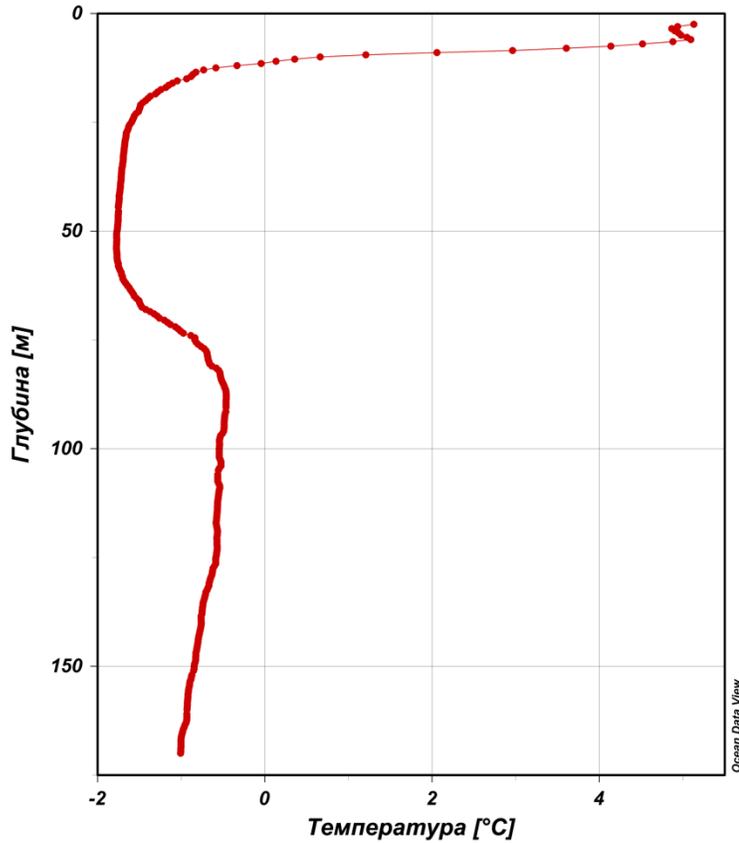
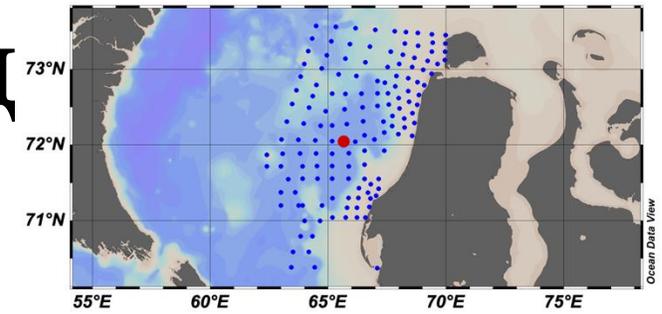
Лекция 2.
Представление о водных массах. Водные массы
Мирового океана.

доц. Ф. Н. Гиппиус
Кафедра океанологии МГУ имени М. В. Ломоносова
gippiusfn@my.msu.ru

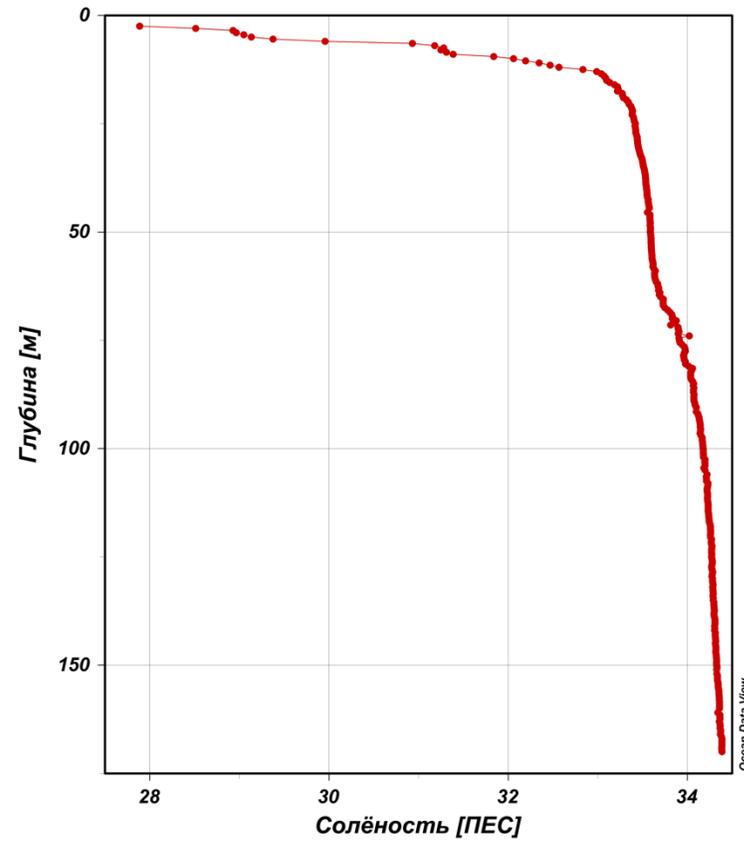
Определения океана и водных масс

- Lebedev, Aizaturlin, Khailov, 1989: «Мировой океан — единое биокосное тело, образованное системой соленых **водных масс**, занимающее большую часть поверхности земного шара и расположенное своим основным объемом в океанических впадинах земной коры».
- Добровольский, 1961: «**Водной массой** следует называть некоторый, сравнительно большой объем воды, формирующийся в определенном районе Мирового океана - очаге, источнике этой массы, обладающий в течение длительного времени почти постоянным и непрерывным распределением физических, химических, биологических характеристик, составляющий единый комплекс и распространяющийся как одно, единое целое»

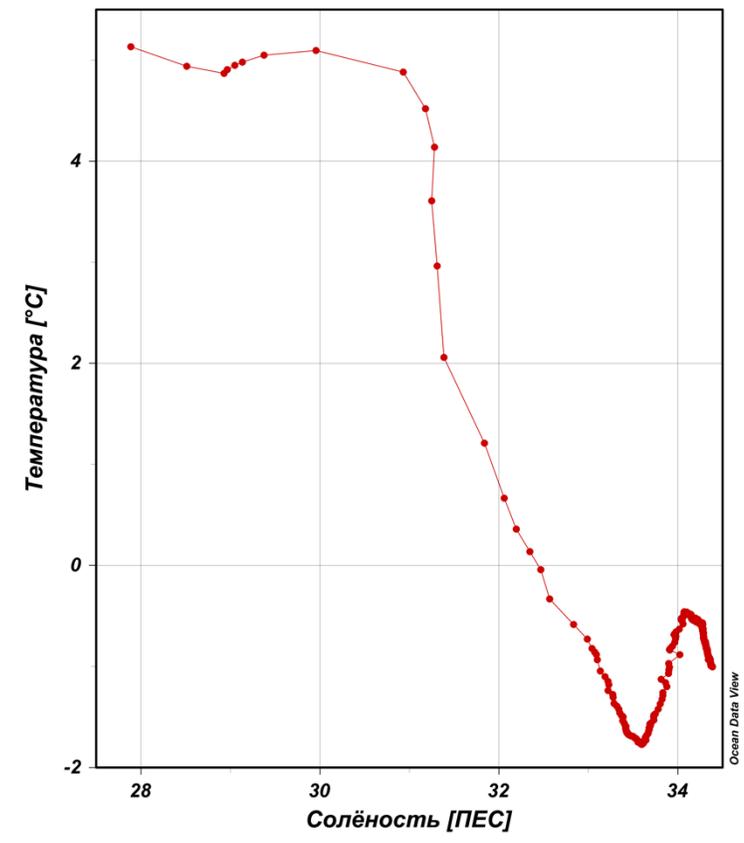
Термохалинный анализ вод (Т,S-анализ)



Профиль Т



Профиль S



Т,S-кривая

Термохалинный анализ вод (Т,S-анализ)

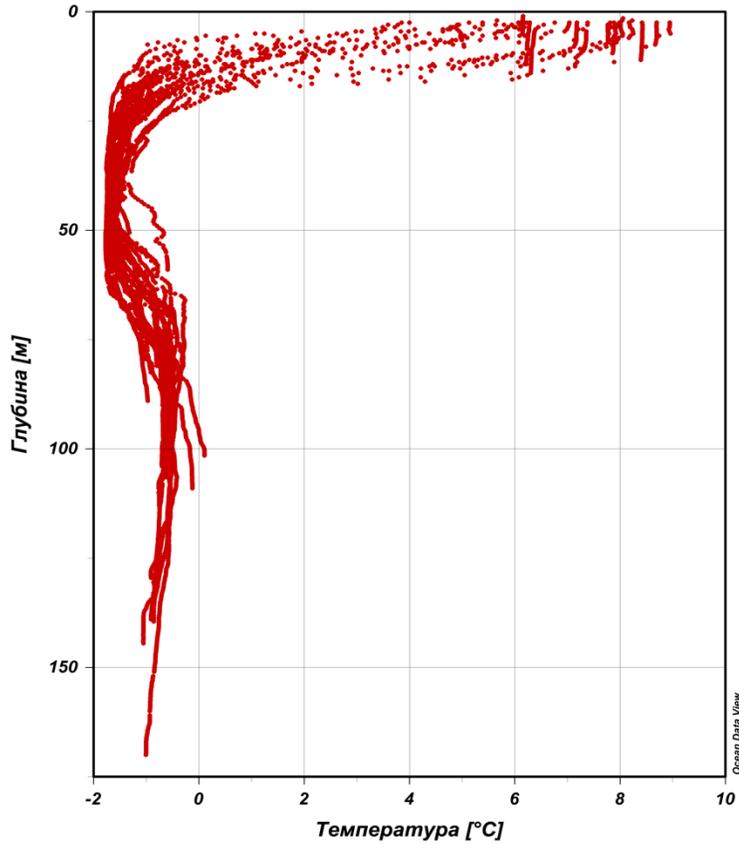
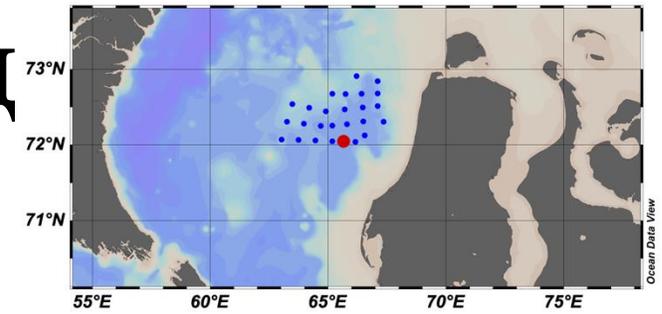


Диаграмма Т

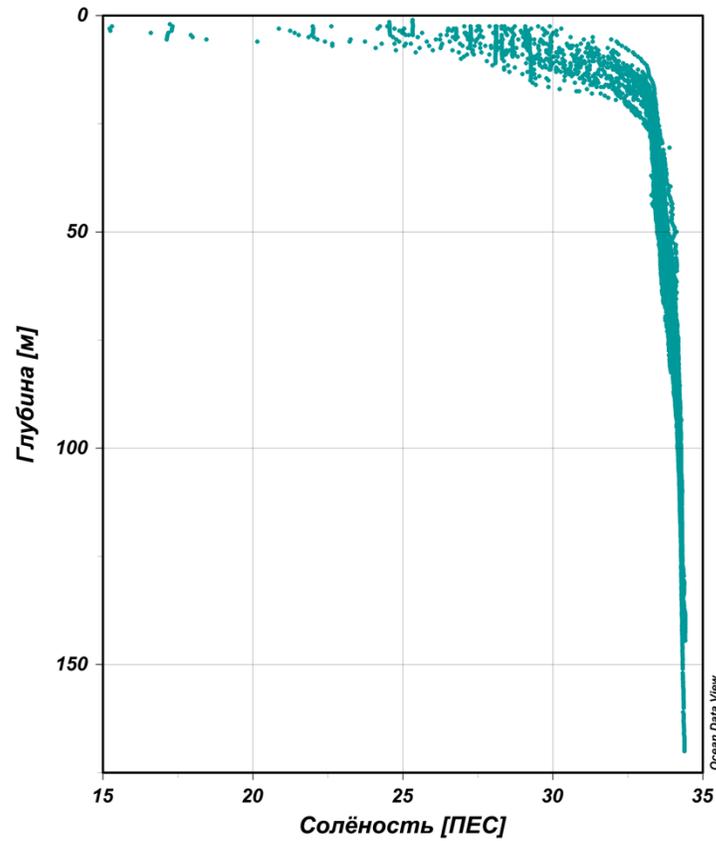
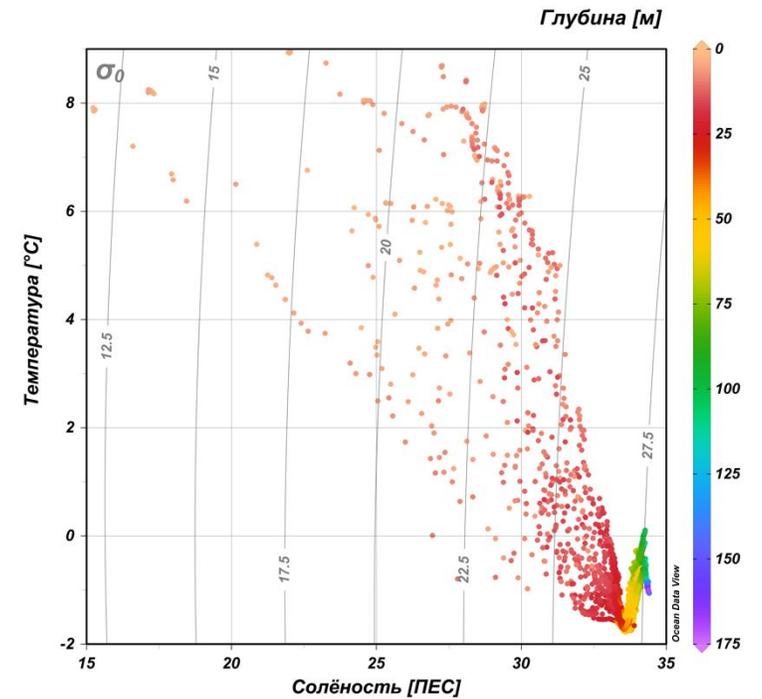
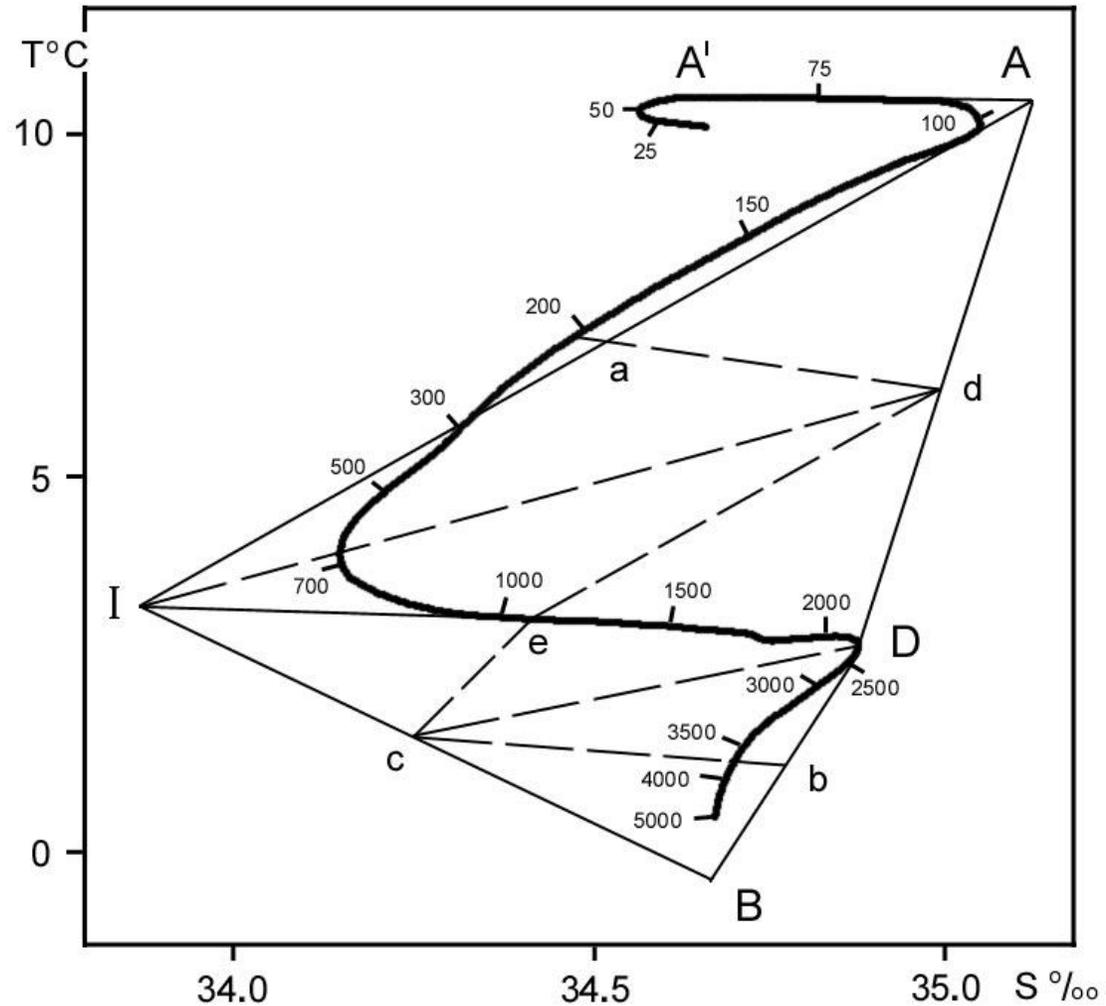


Диаграмма S



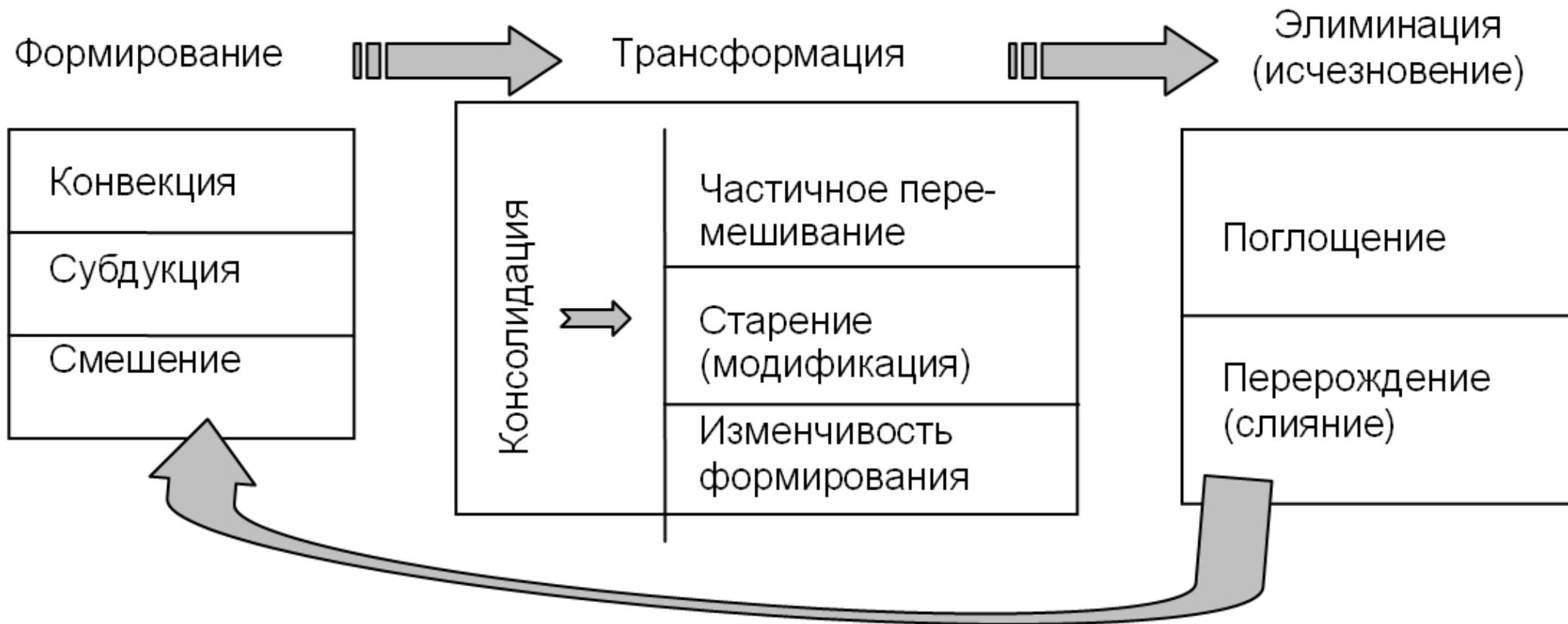
Т,S-диаграмма

Термохалинный анализ вод (Т,S-анализ)



Т, S-кривая, характерная для западной части бассейна Южной Атлантики (в районе 40° ю.ш., 50° з.д.).

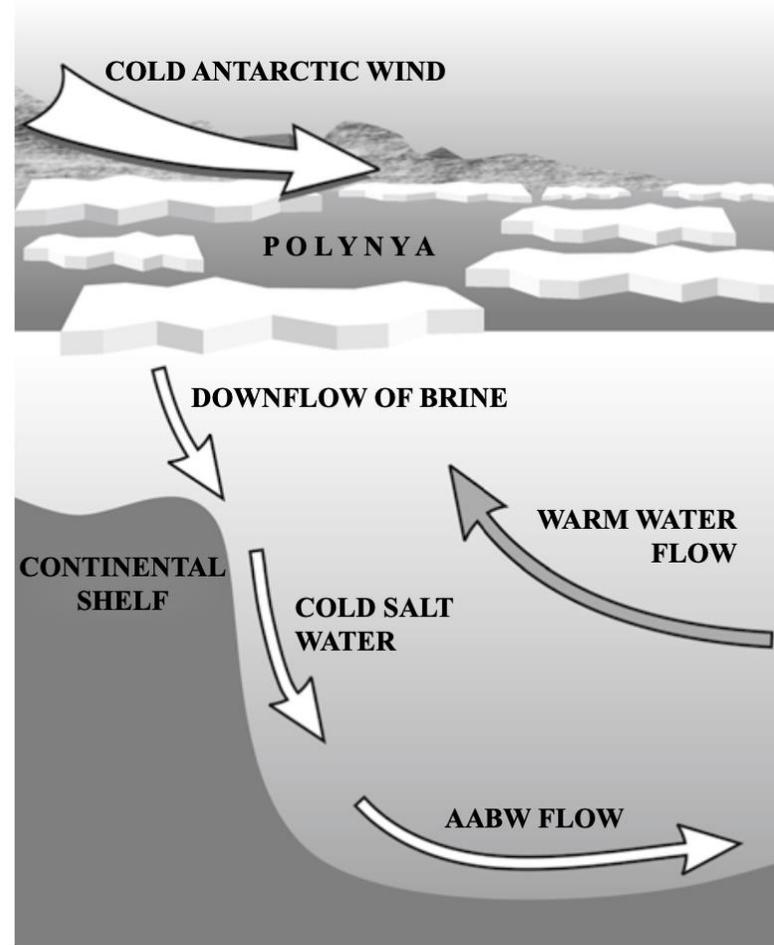
«Жизненный цикл» водных масс



Этапы жизненного цикла водной массы

Механизм формирования Антарктической донной воды (ААДВ)

Fig. 2.10 Scheme of Antarctic Bottom Water formation

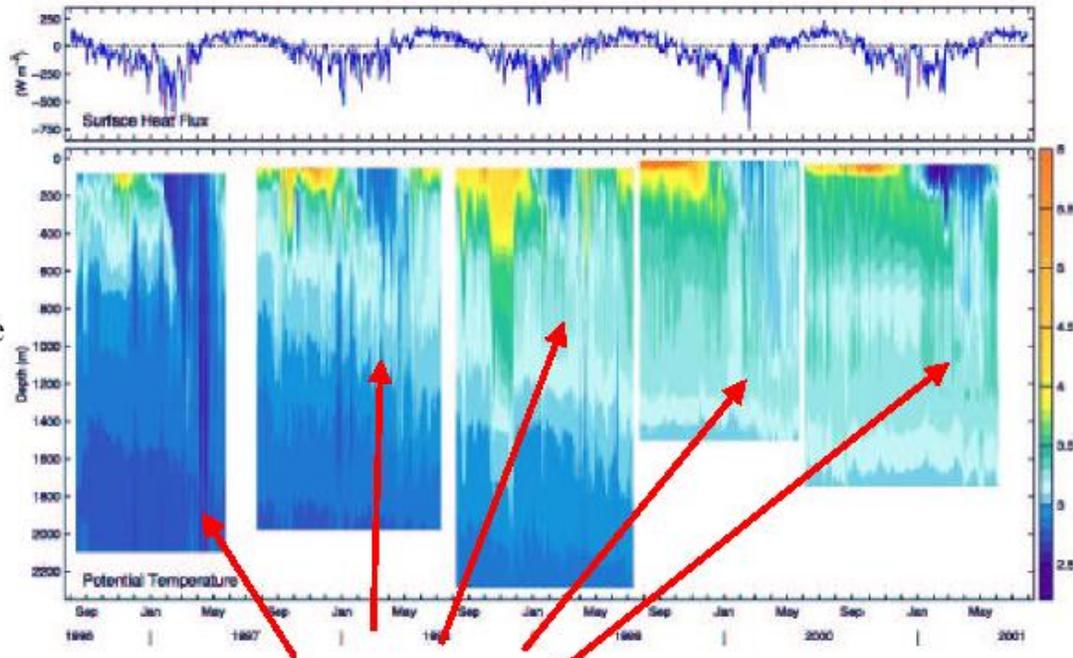


[Morozov et al., 2010]

Формирование глубинных вод в результате конвекции

Observations from mooring at a convective location:
the Central Labrador Sea

Surface
Heat Loss

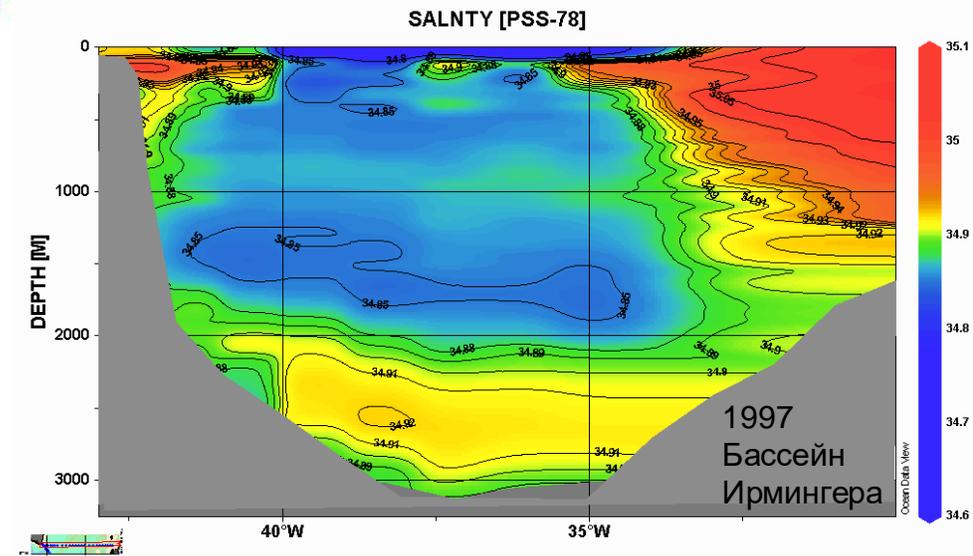


Temperature
of the water
column

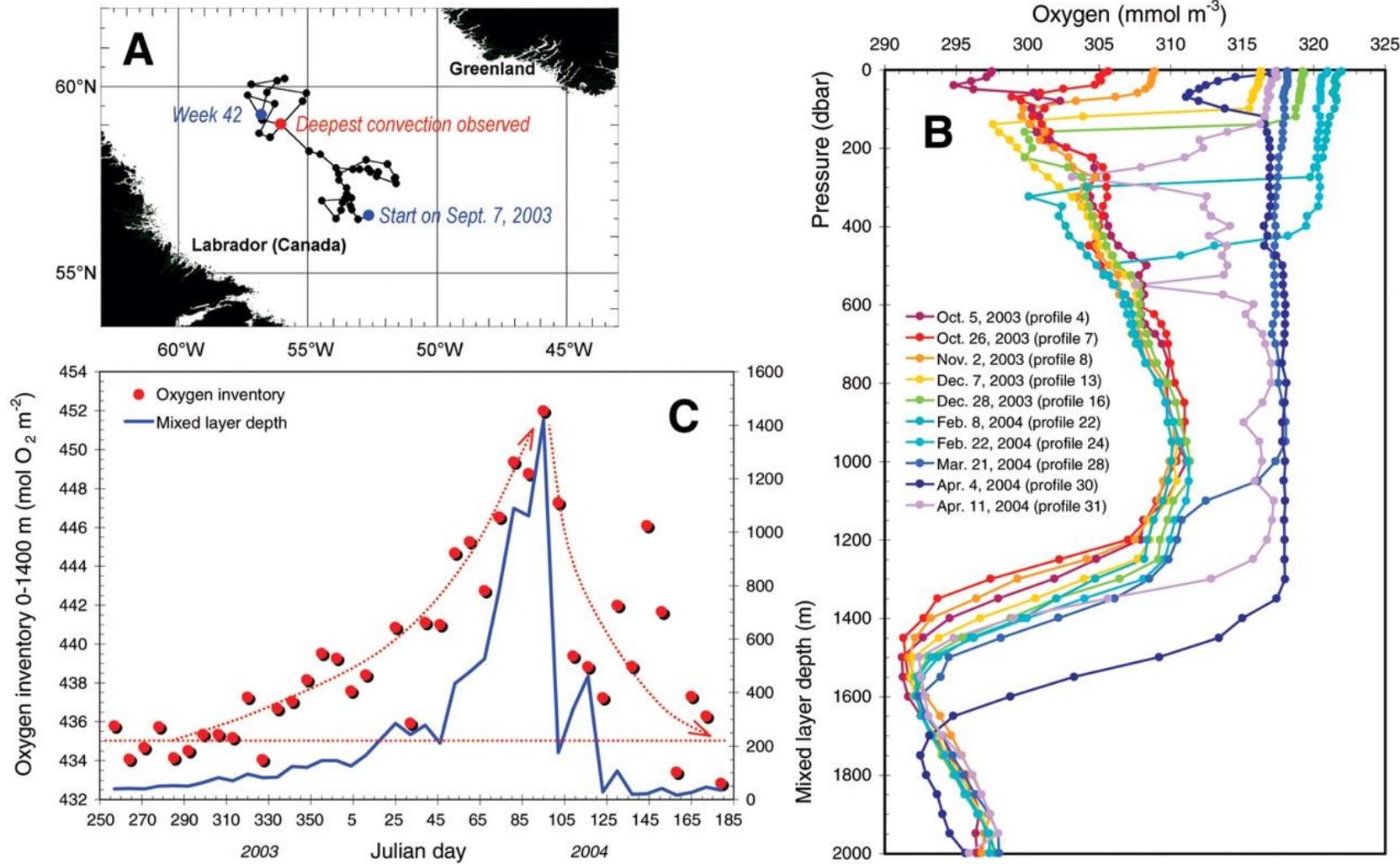
Mooring Location



**Выявление
конвекции по
распределению
температуры и/или
солёности**

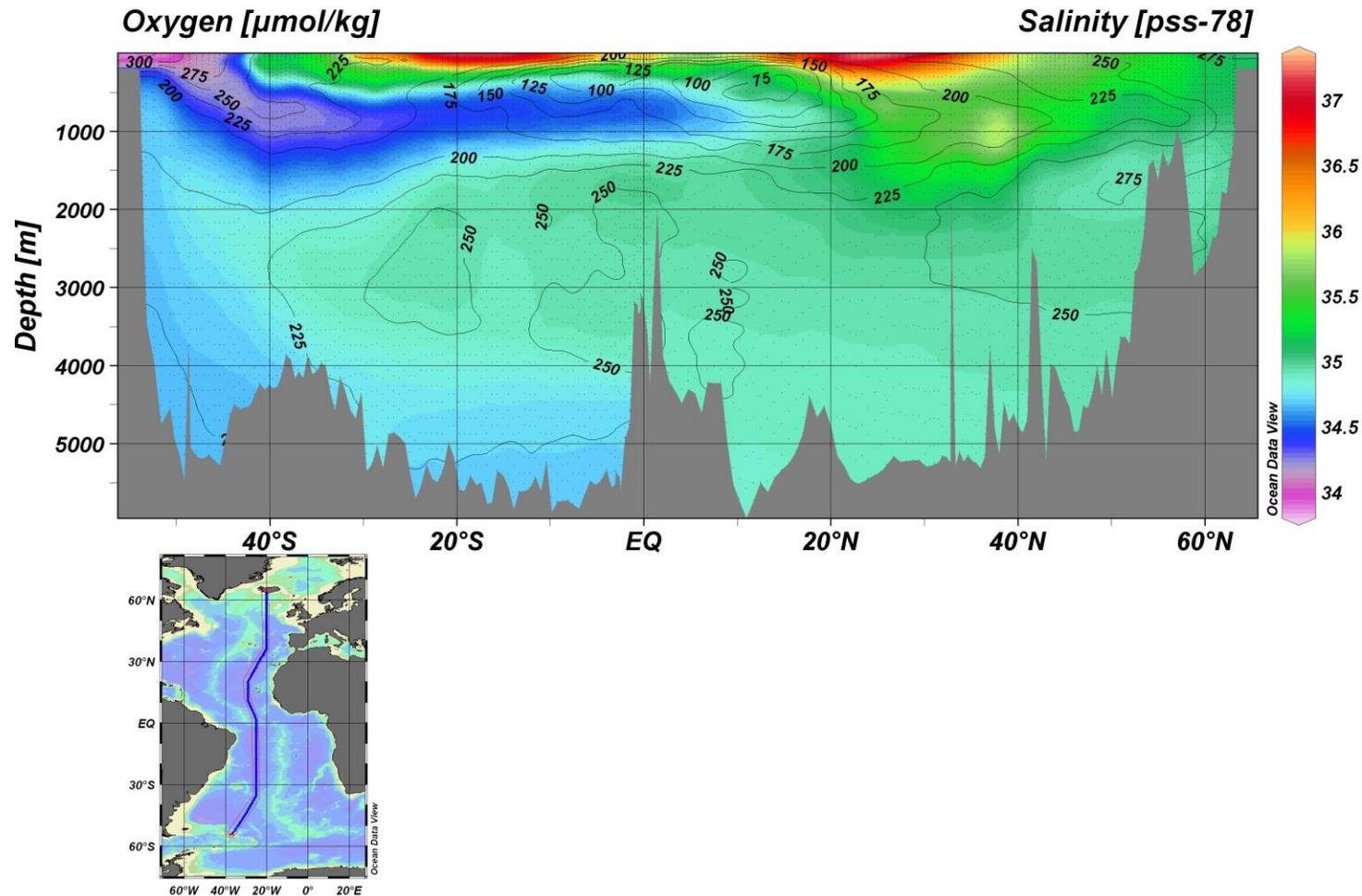


Формирование глубинных вод в результате конвекции



Распределение растворённого кислорода как показатель глубины конвекции [Körtzinger et al. (2004)]

Трансформация водных масс



Трансформация – процесс потери индивидуальных свойств по мере удаления от источника формирования.

Причины трансформации – вертикальное перемешивание (внутренние волны, турбулентное перемешивание, диапикнический перенос)

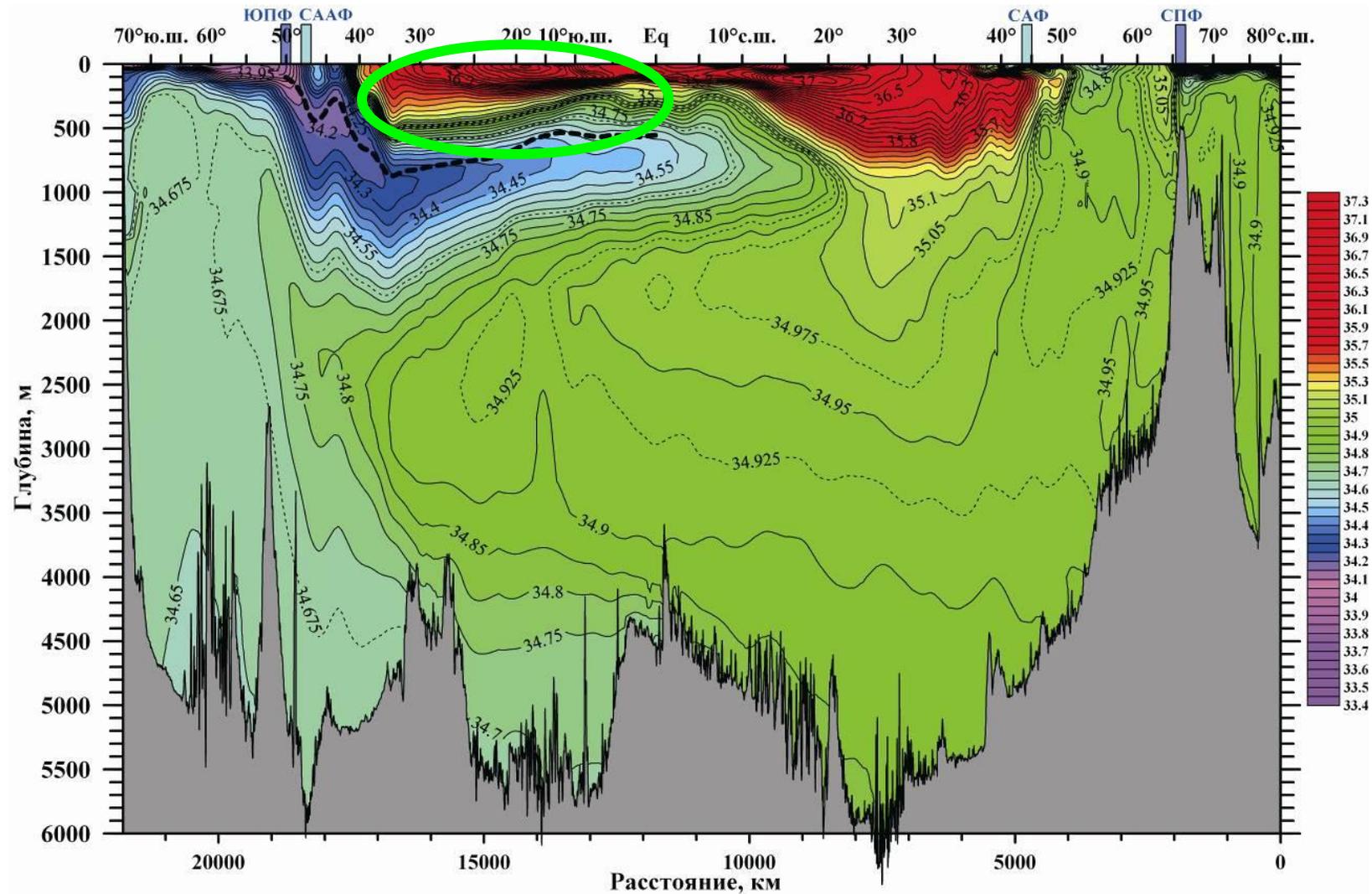
Классификация водных масс

- Тропосферные
- Промежуточные
- Стратосферные

Тропосферные ВМ

- Располагаются на глубинах 100–900 м
- Приурочены к океанским антициклоническим круговоротам
- Часто характеризуются приповерхностным максимумом солёности

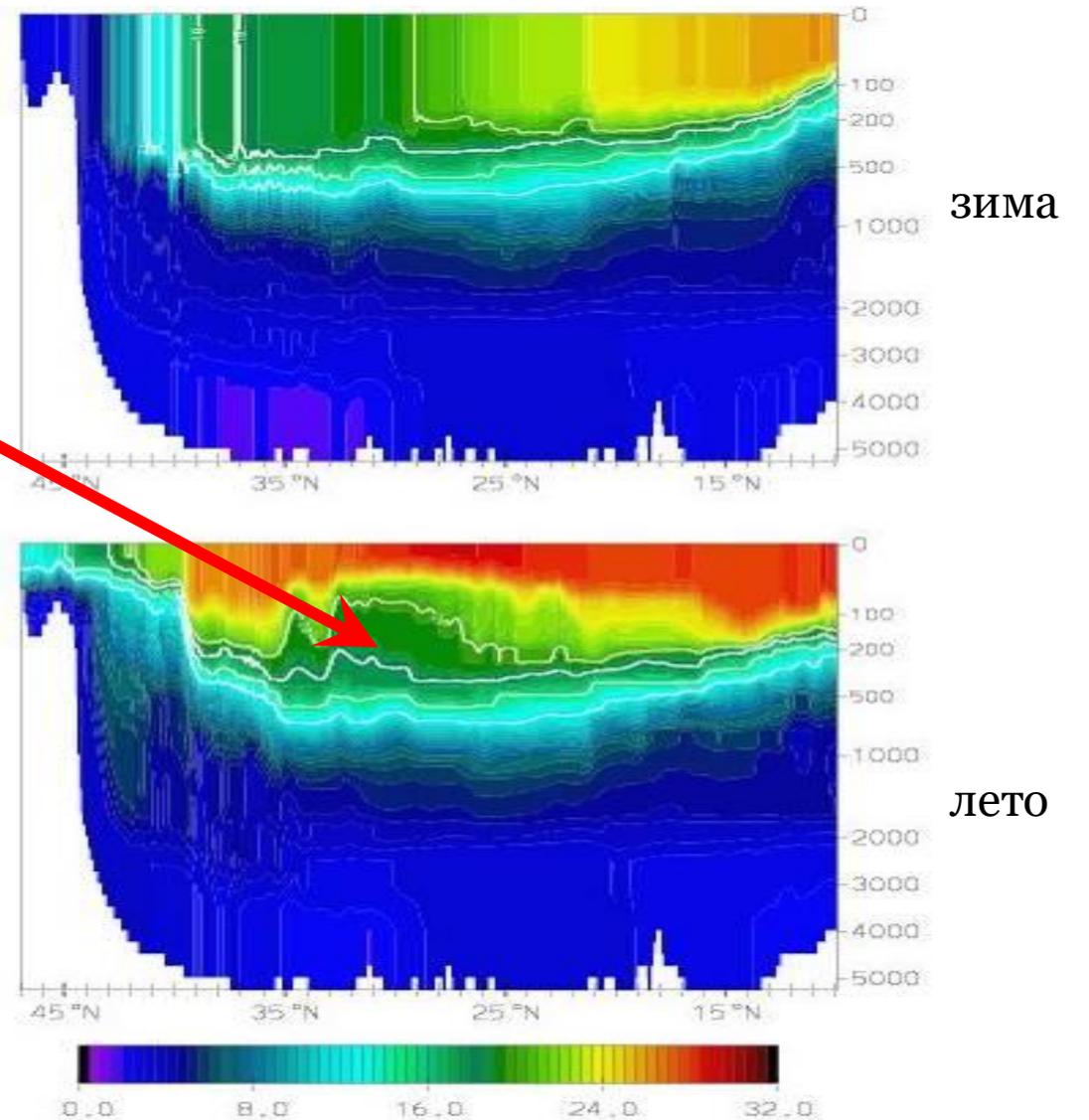
Тропосферные ВМ



Распределение солёности (епс) на разрезе в западной Атлантике [Кошляков, Тараканов]

Модальные ВОДЫ

- Воды верхнего слоя
- Одинаковая температура всей толщи
- Короткое время обновления
- Сильное влияние атмосферы

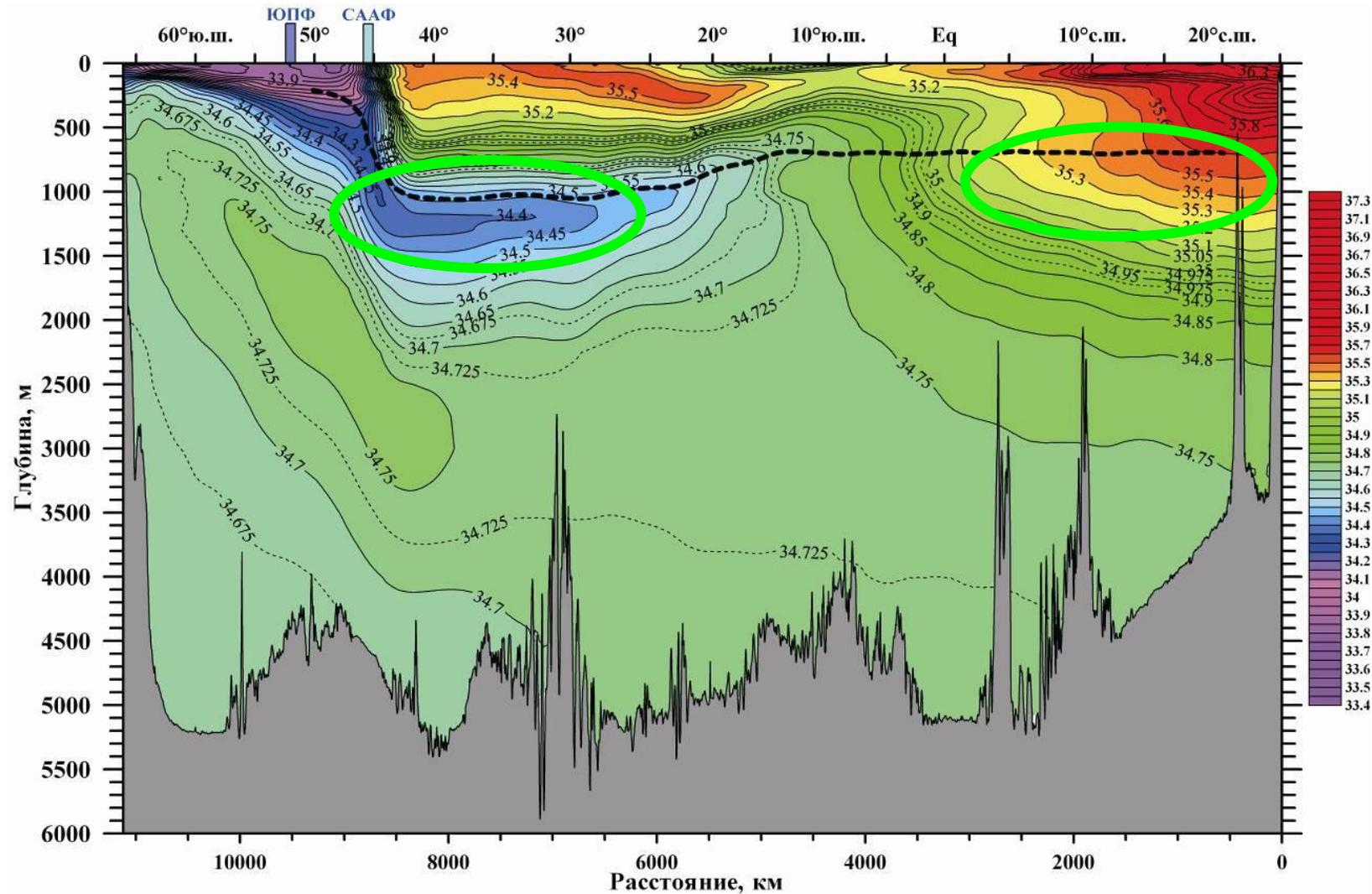


Разрез вдоль 55 з. д. в Атлантике

Промежуточные ВМ

- Располагаются на глубинах от 600–800 до 1200 м.
- Выделяют 3 вида:
 - Промежуточные воды с минимумом солёности (формируются в субарктических и субантарктических районах);
 - Промежуточные воды с максимумом солёности (формируются в результате водообмена с морями-испарителями);
 - Промежуточные воды с максимумом температуры в высоких широтах.

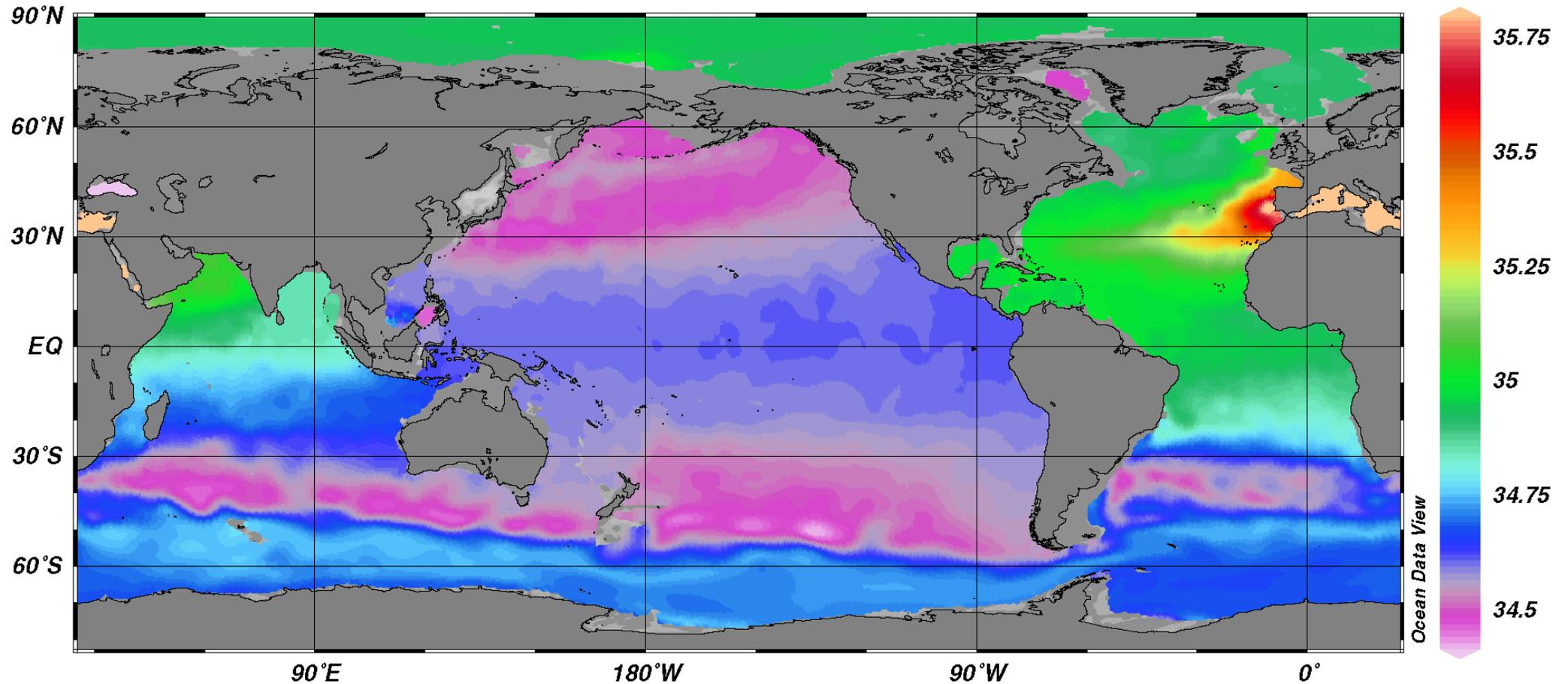
Промежуточные ВМ



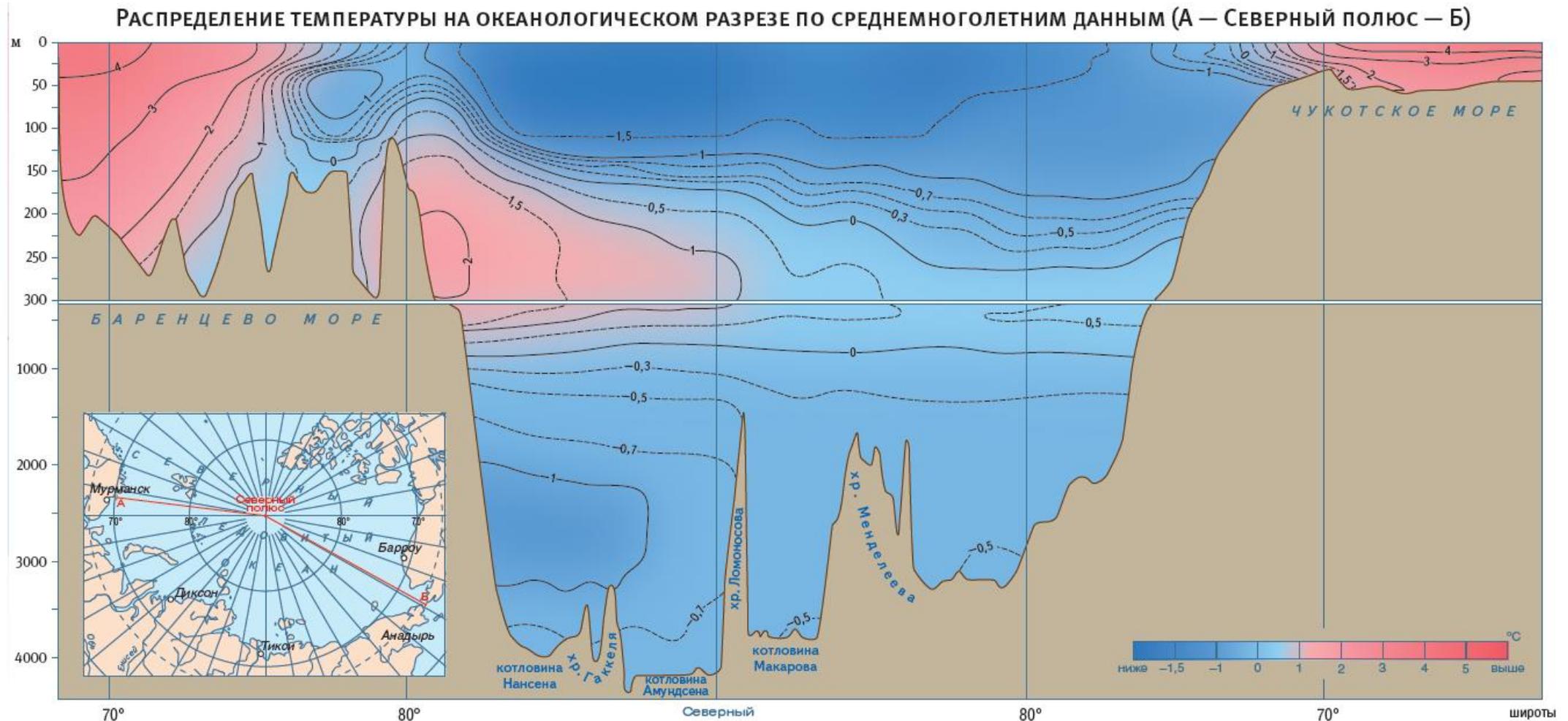
Распределение солёности (епс) на разрезе в западной части Индийского океана [Кошляков, Тараканов]

Промежуточные ВМ

Salinity [psu] on Depth [m]=1500



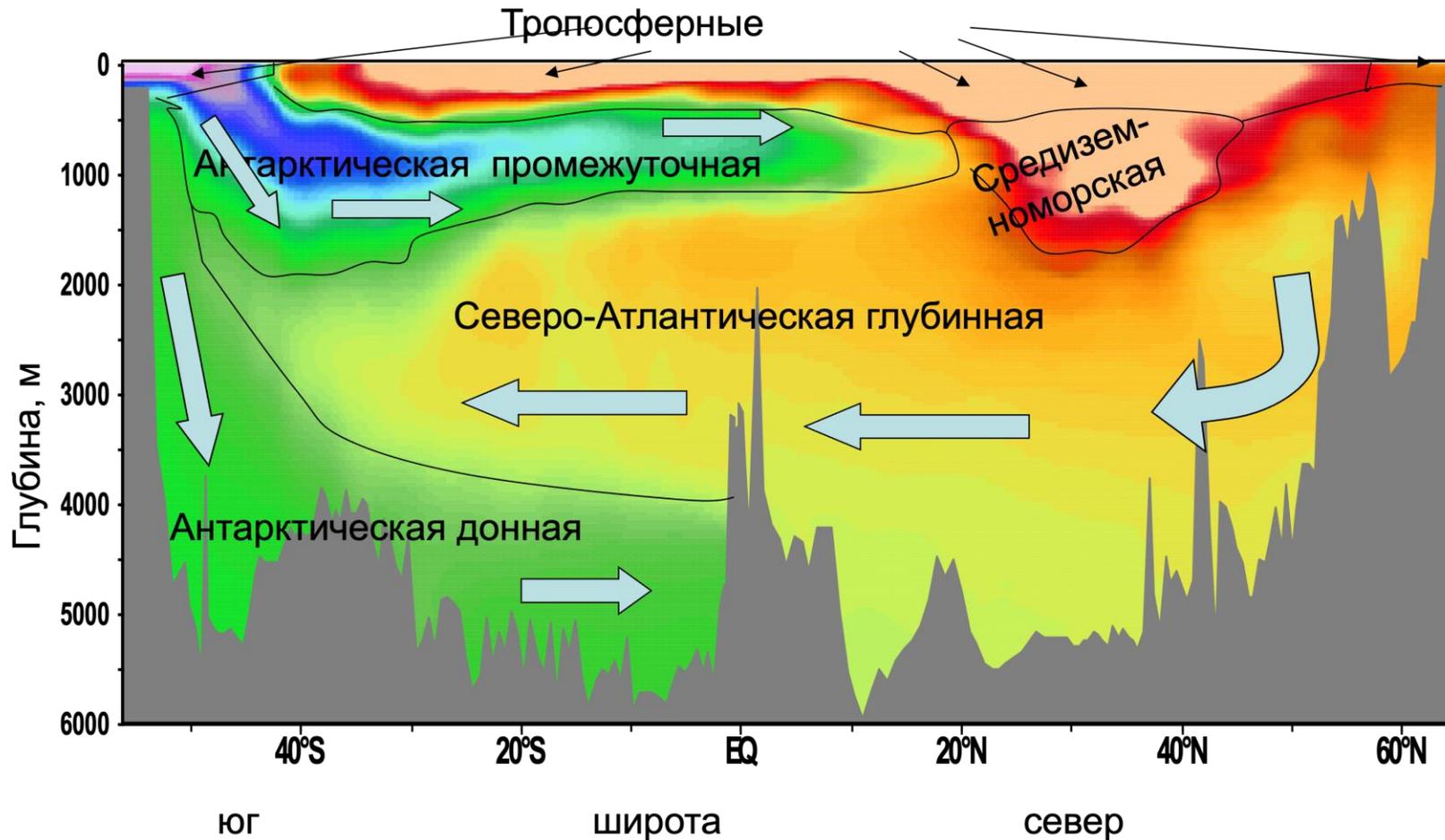
Промежуточные ВМ



Стратосферные ВМ

- Формируются в высоких широтах;
- В северном полушарии характеризуются максимумом солёности, в южном – минимумом солёности;
- Распространяются в сторону экватора;
- Встречаясь, воды северного полушария становятся глубинными водами, а воды антарктического происхождения – придонными.

Вертикальная структура Атлантического океана (упрощённая)



Потенциальная температура ($^{\circ}\text{C}$) и соленость (епс) у дна по климатическим данным (Koltermann, Gouretsky)

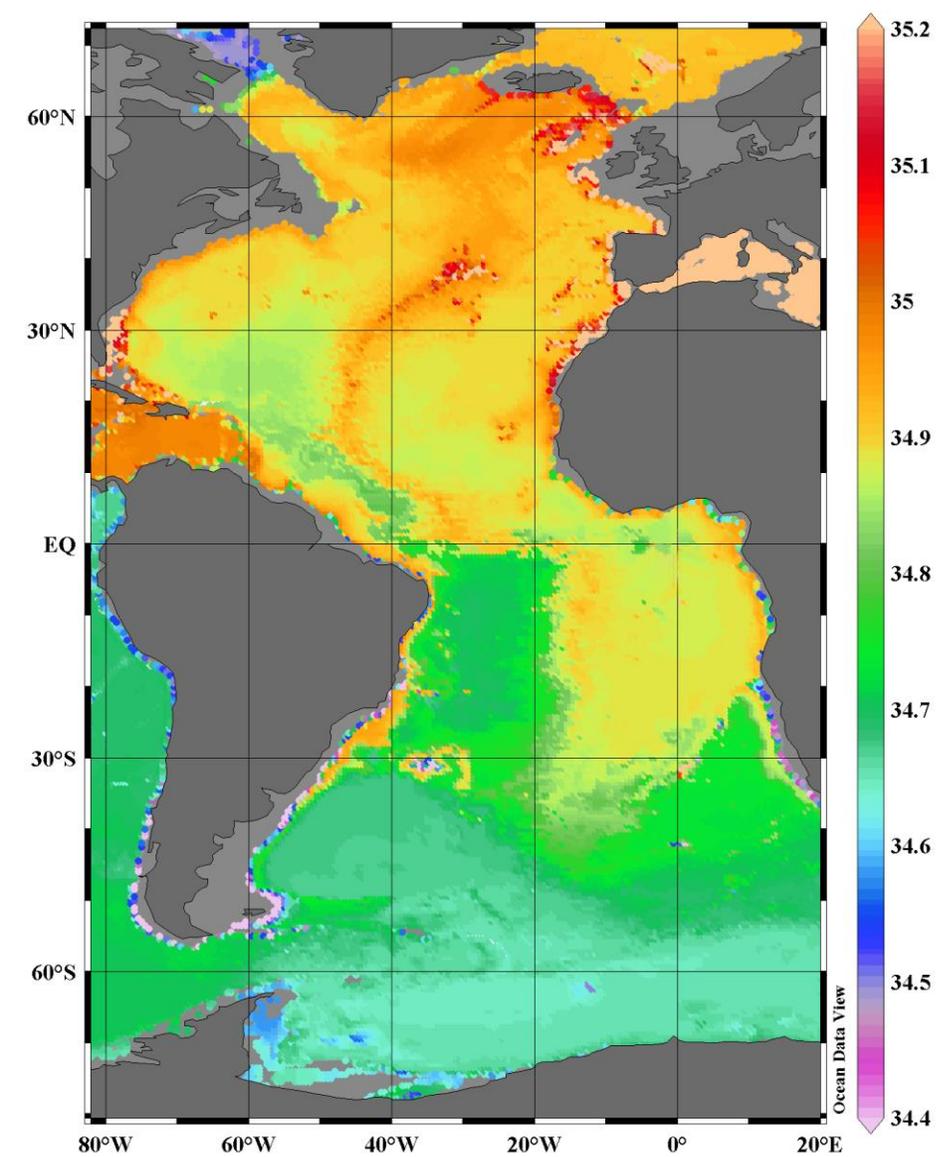
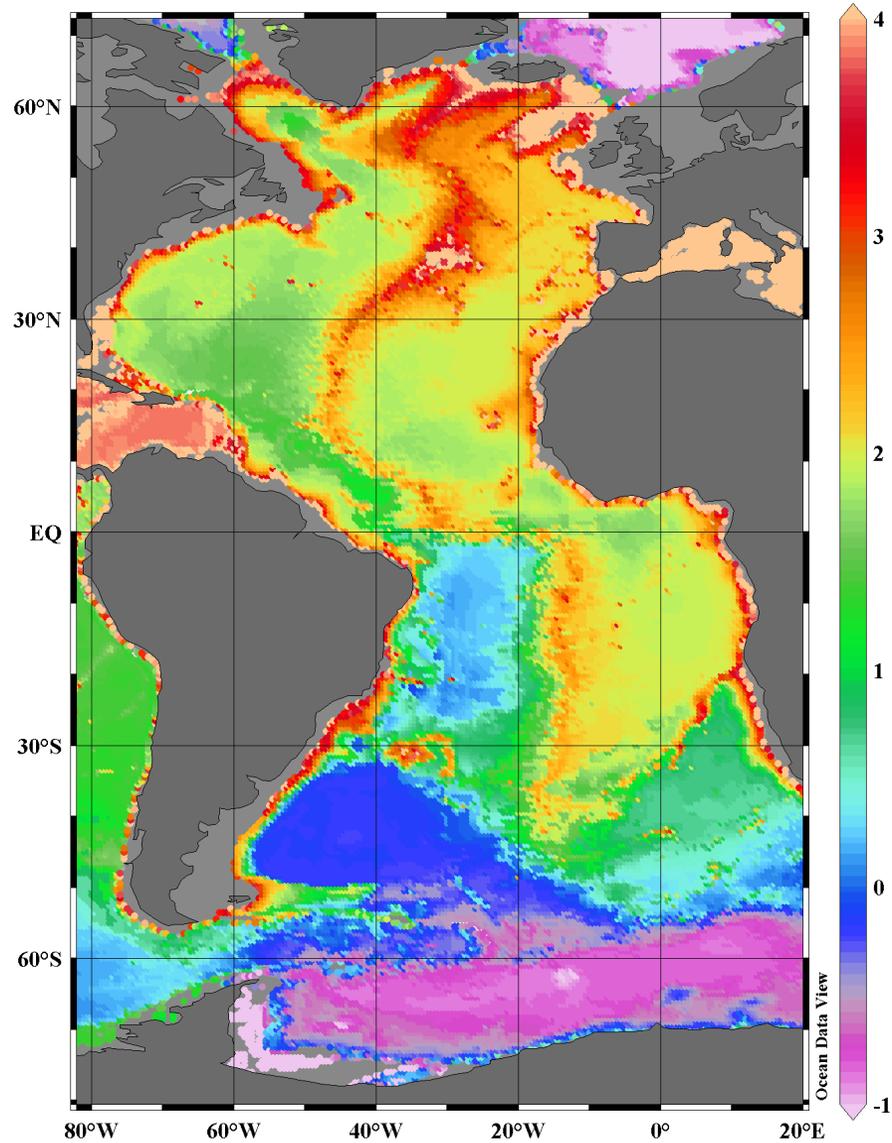
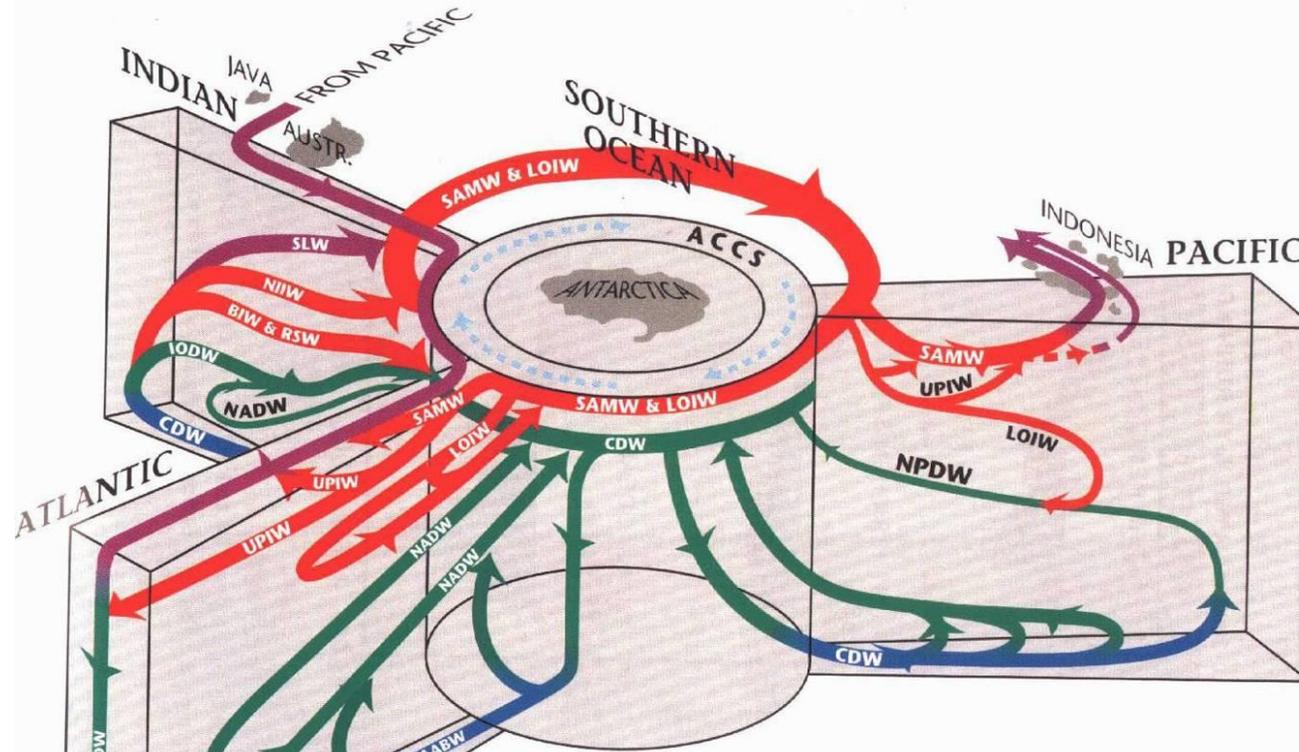


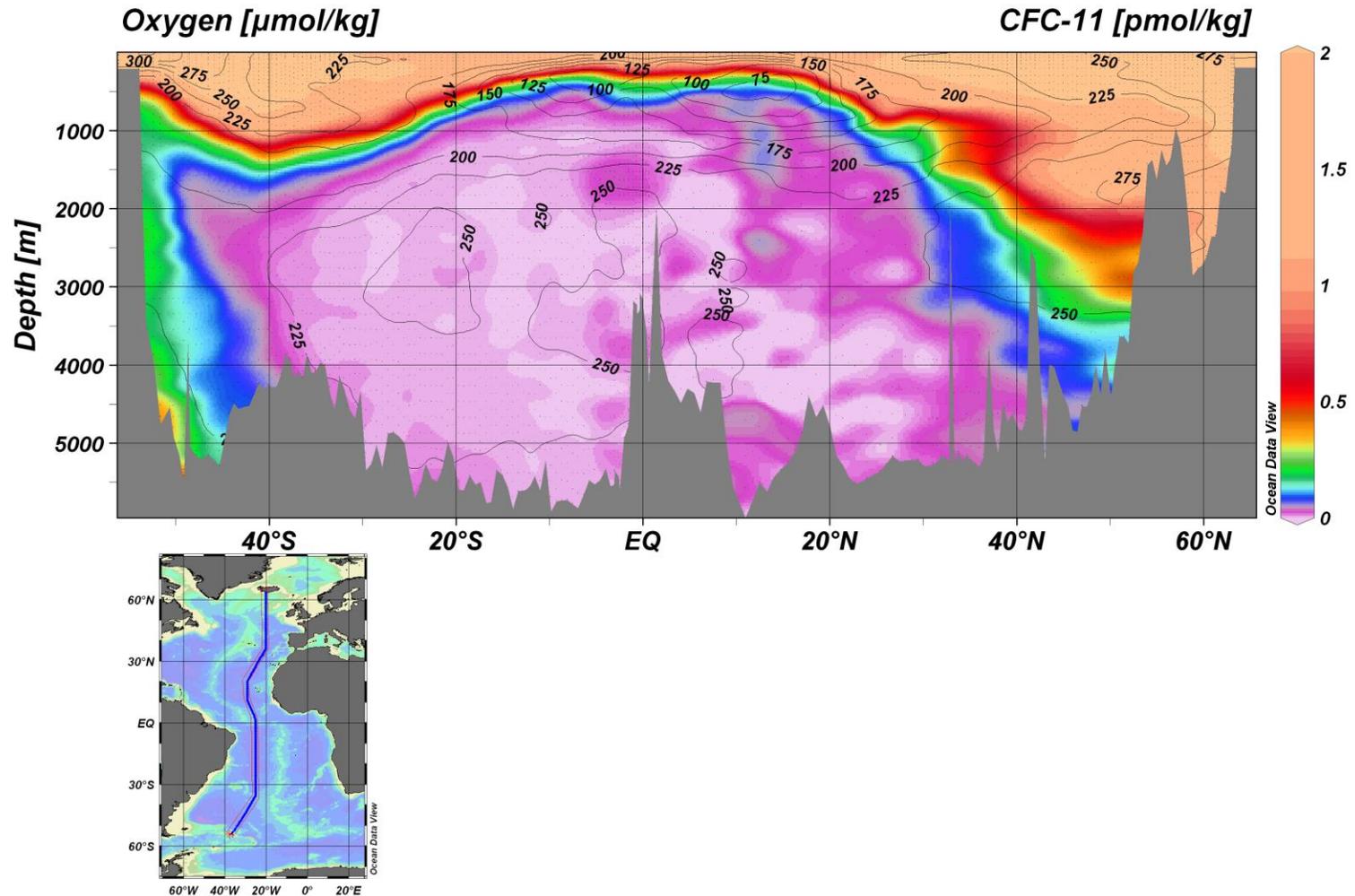
Схема распространения основных водных масс Мирового океана



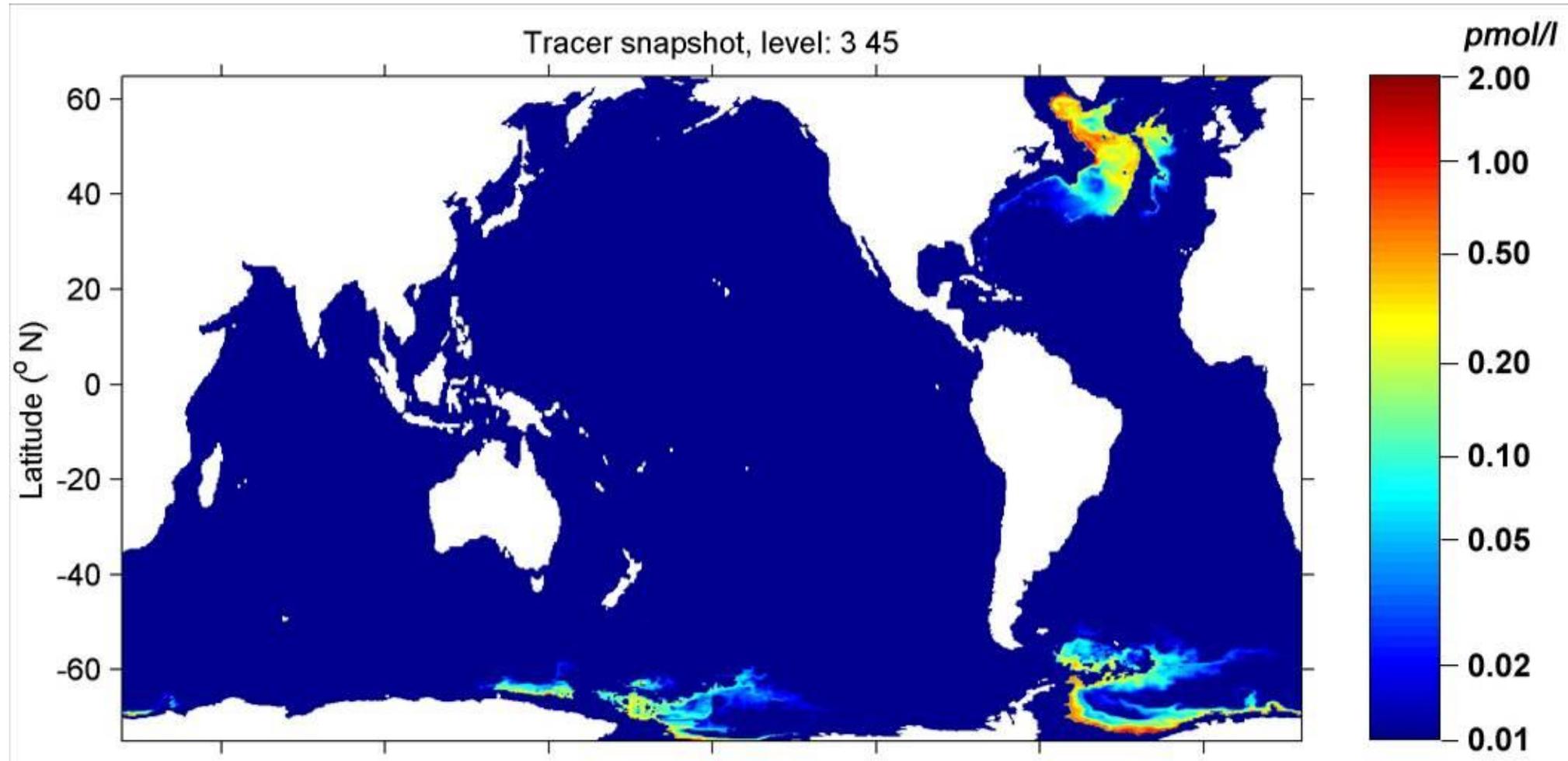
Обозначены следующие водные массы:

- | | | | |
|-------------|--------------------------------|-------------|---|
| SLW | Поверхностные | NADW | Северо-атлантические глубинные |
| SAMW | Субантарктические модальные | UPIW | Верхние промеж. $26.8 \leq \sigma_\theta \leq 27.2$ |
| RSW | Красноморские | LOIW | Нижние промеж. $27.2 \leq \sigma_\theta \leq 27.5$ |
| AABW | Антарктические донные | IODW | Глубинные Индийского океана |
| NPDW | Северо-тихоокеанские глубинные | BIW | Промежуточные моря Банда |
| CDW | Циркумполярные глубинные | NIW | Северо-западные промеж. (Инд. ок.) |

Фреоны как индикаторы распространения вод



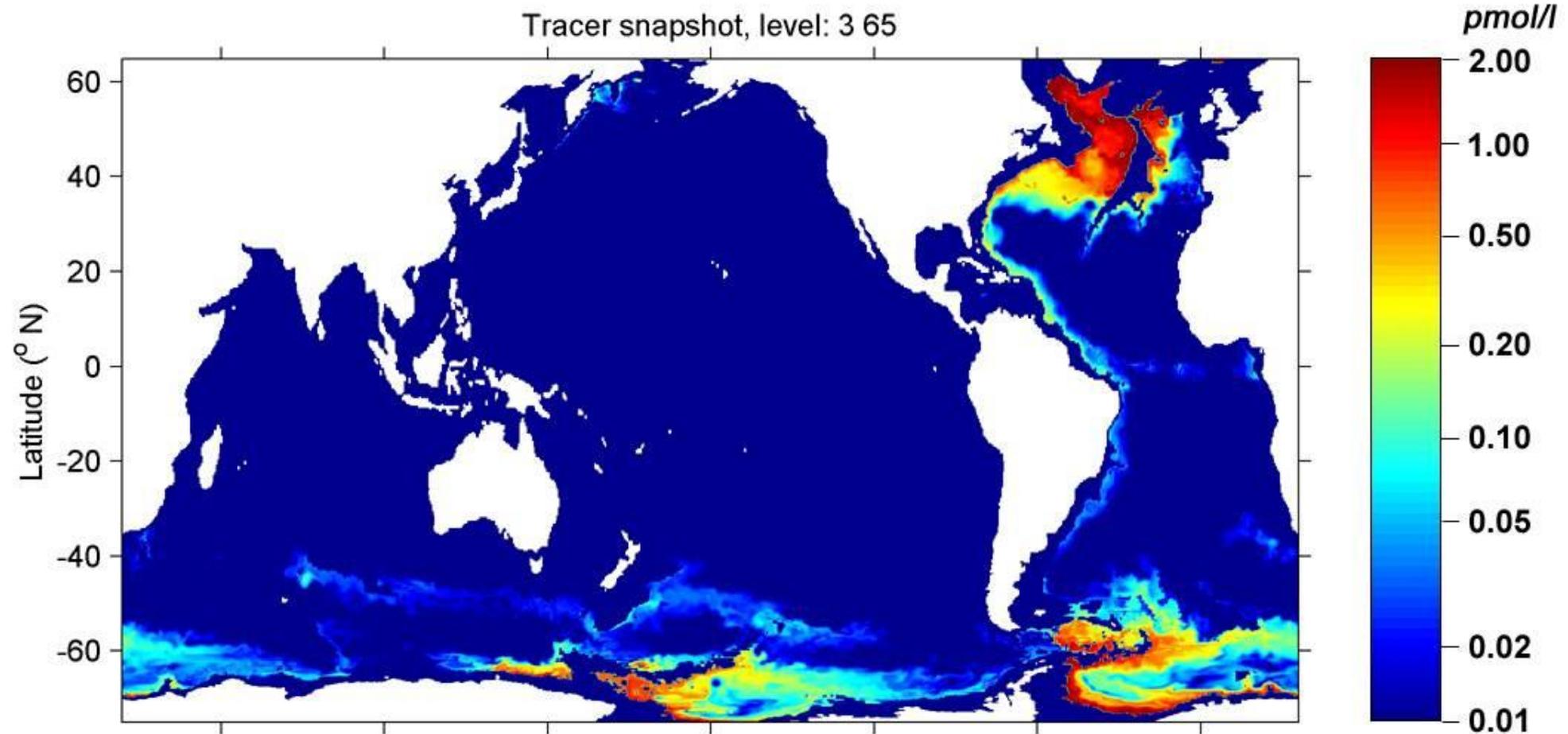
Концентрация фреонов в слое ниже 2000 м (численное моделирование)



1980

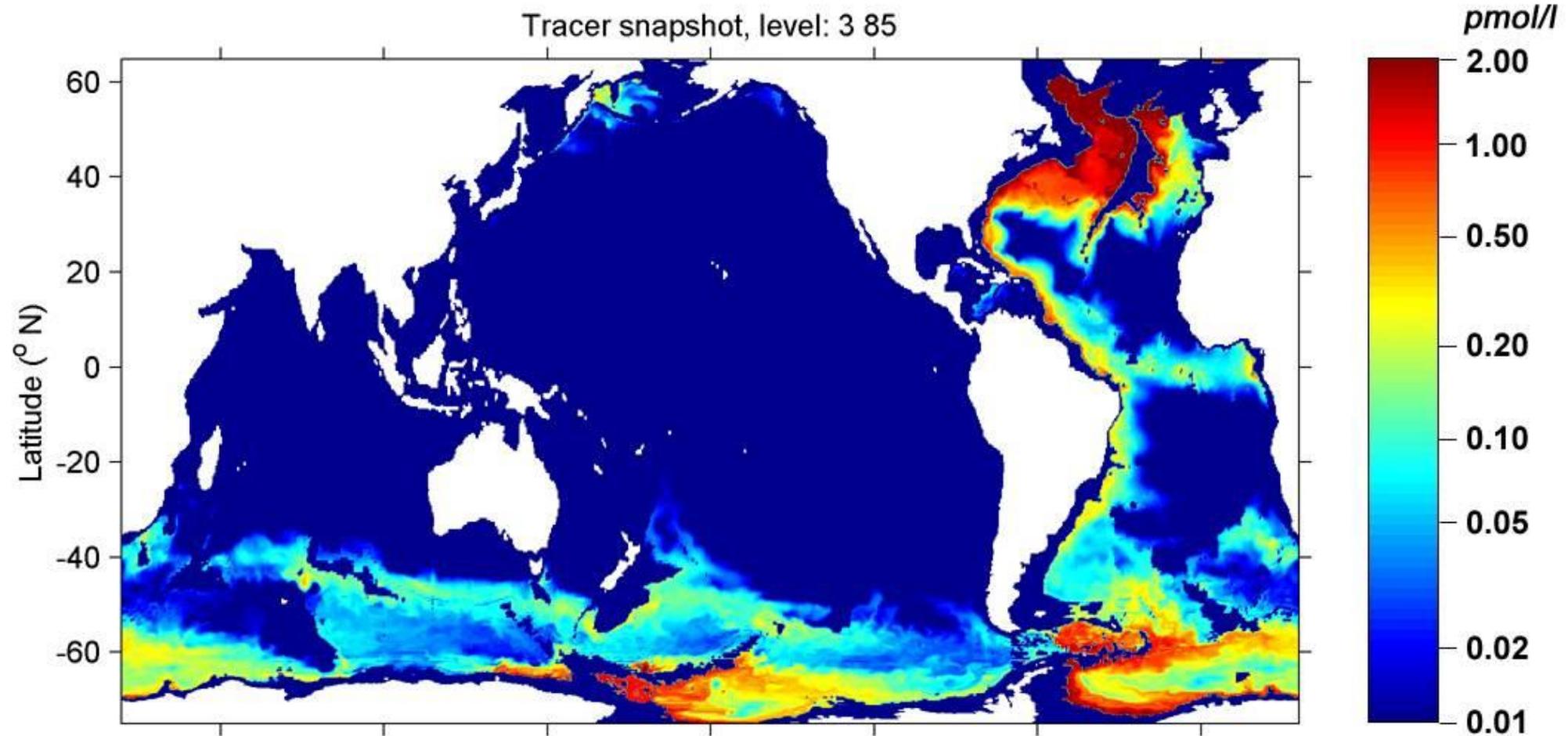
(c) Alex Sen Gupta

Концентрация фреонов в слое ниже 2000 м (численное моделирование)



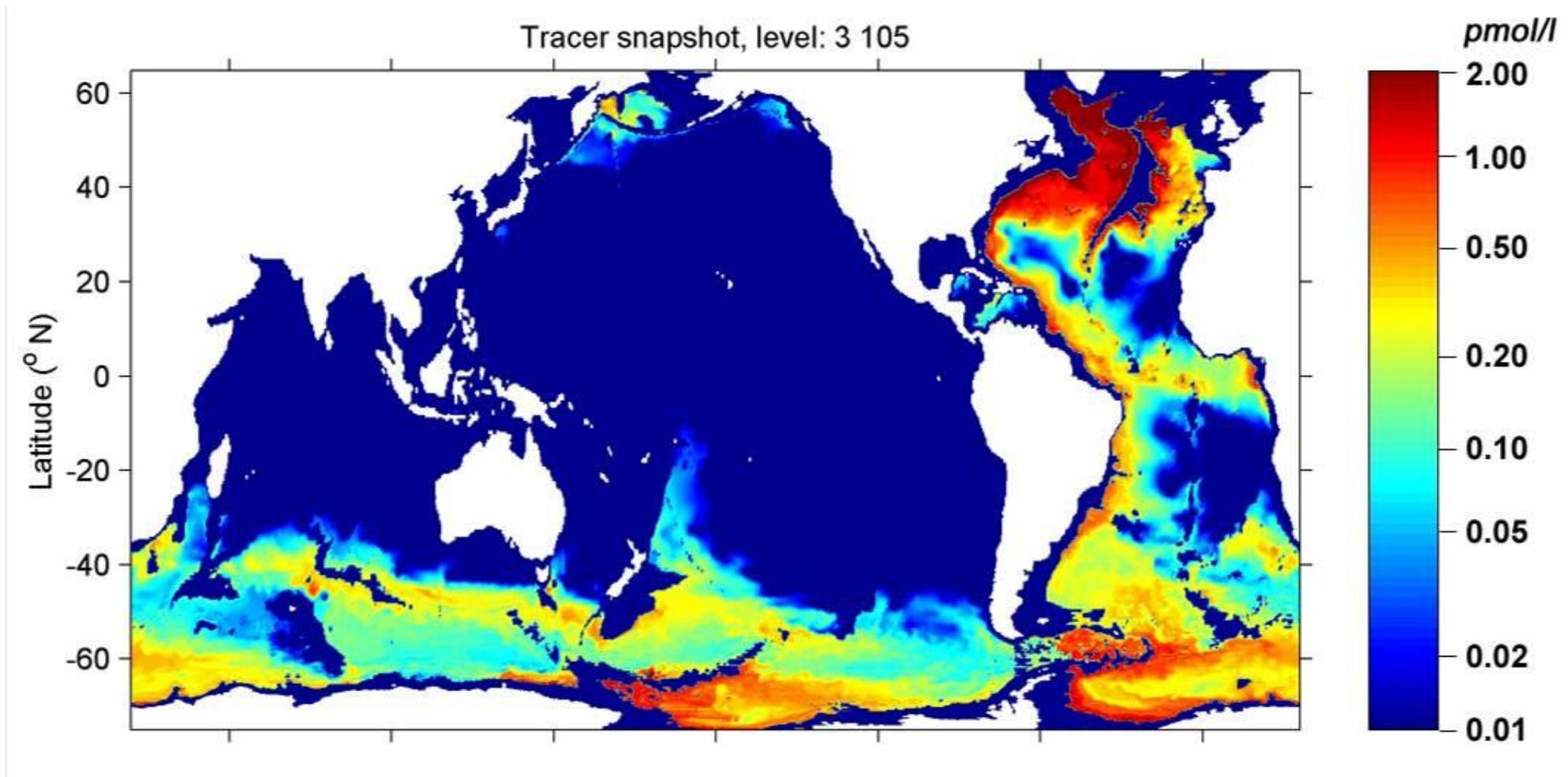
2000

Концентрация фреонов в слое ниже 2000 м (численное моделирование)



2020

Концентрация фреонов в слое ниже 2000 м (численное моделирование)



2040

СКОЛЬКО ВСЕГО ВОДНЫХ МАСС?

- О.И.Мамаев, 1987: выделено **9** тропосферных (без верхнего 100-метрового слоя), **9** промежуточных и **5** абиссальных водных масс (без Арктического бассейна).
- Emery, Meinke, 1986: **17** тропосферных, **12** промежуточных и **7** глубинных/придонных водных масс.
- Н. van Aken: «существует реальная опасность превратить анализ водных масс из полезного метода океанографических исследований во что-то вроде собирания коллекций почтовых марок».