Белокопытов В.Н., МГИ РАН, Севастополь

ОБЩАЯ ОКЕАНОЛОГИЯ

Термохалинная структура вод океана

Термохалинная структура =

Термическая структура + Халинная структура

Синонимы

Гидрологическая структура
Гидрология

Английский

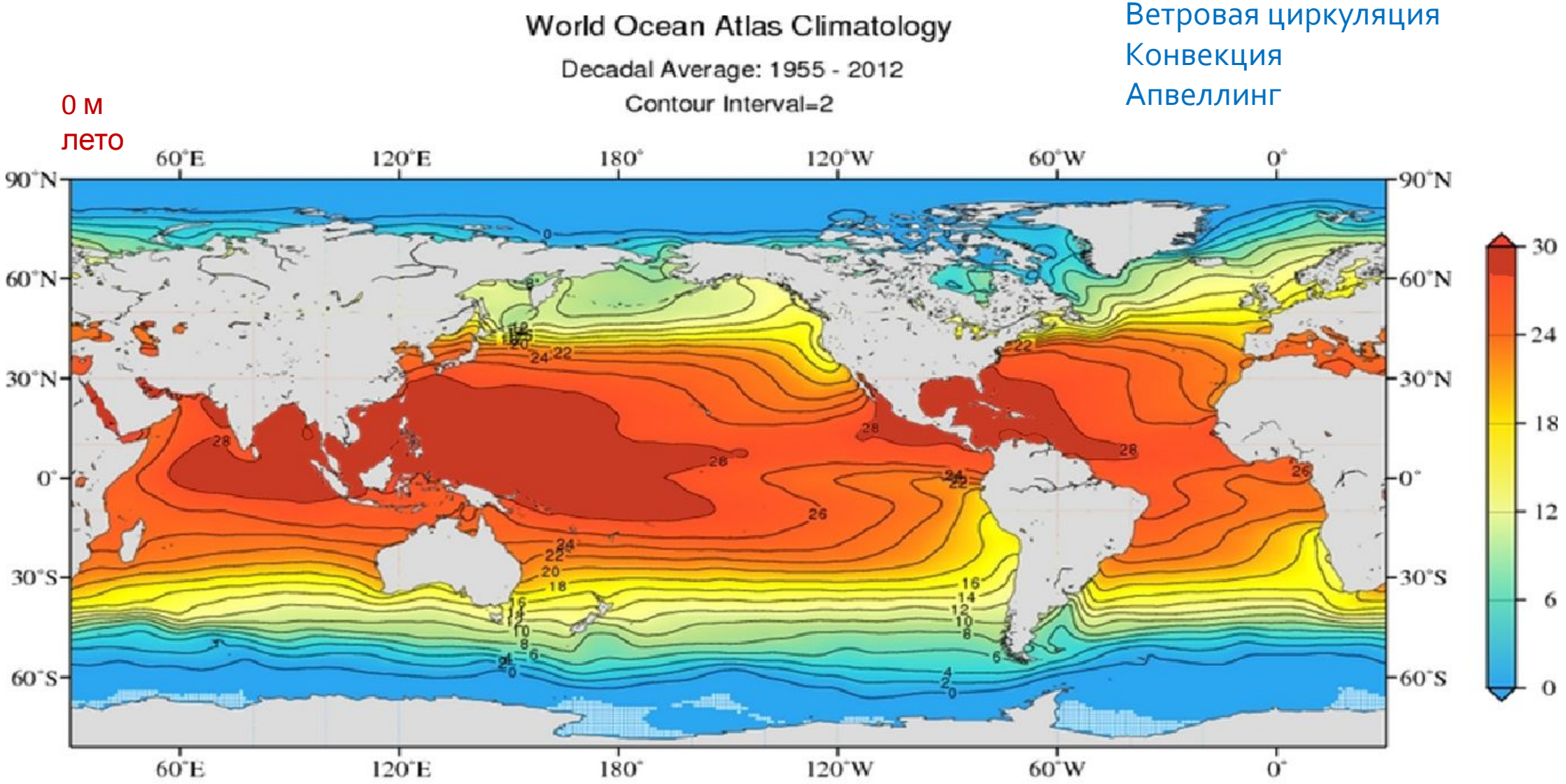
Hydrographic
Hydrologic
Thermohaline

Чем обусловлено географическое распределение температуры воды в Мировом океане?

Горизонтальное распределение температуры

Тепловой баланс на поверхности
Ветровая циркуляция
Конвекция
Апвеллинг

0 м
лето

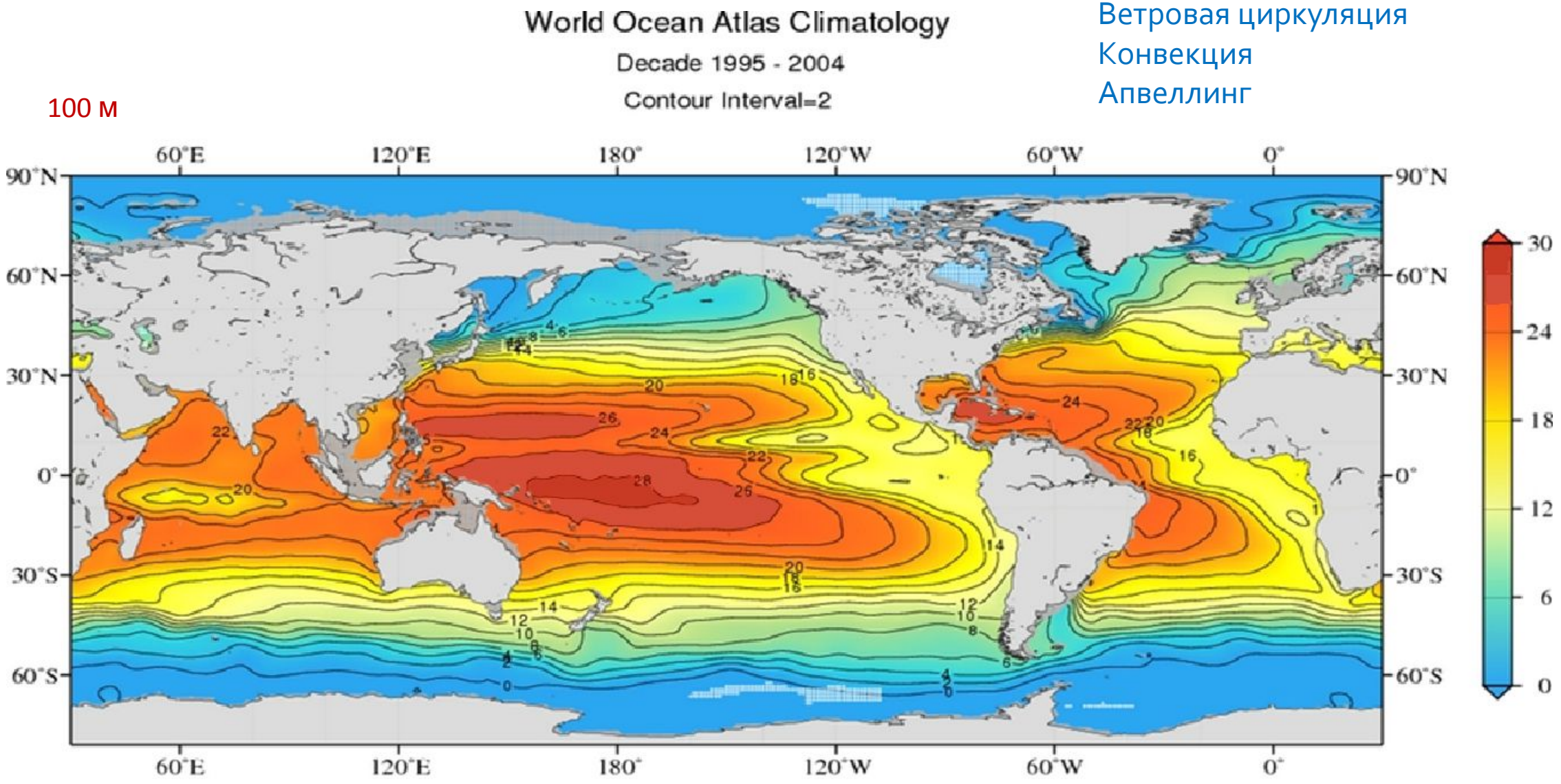


Summer (Jul.-Sep.) temperature [°C] at the surface (one-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Тепловой баланс на поверхности
Ветровая циркуляция
Конвекция
Апвеллинг

100 м

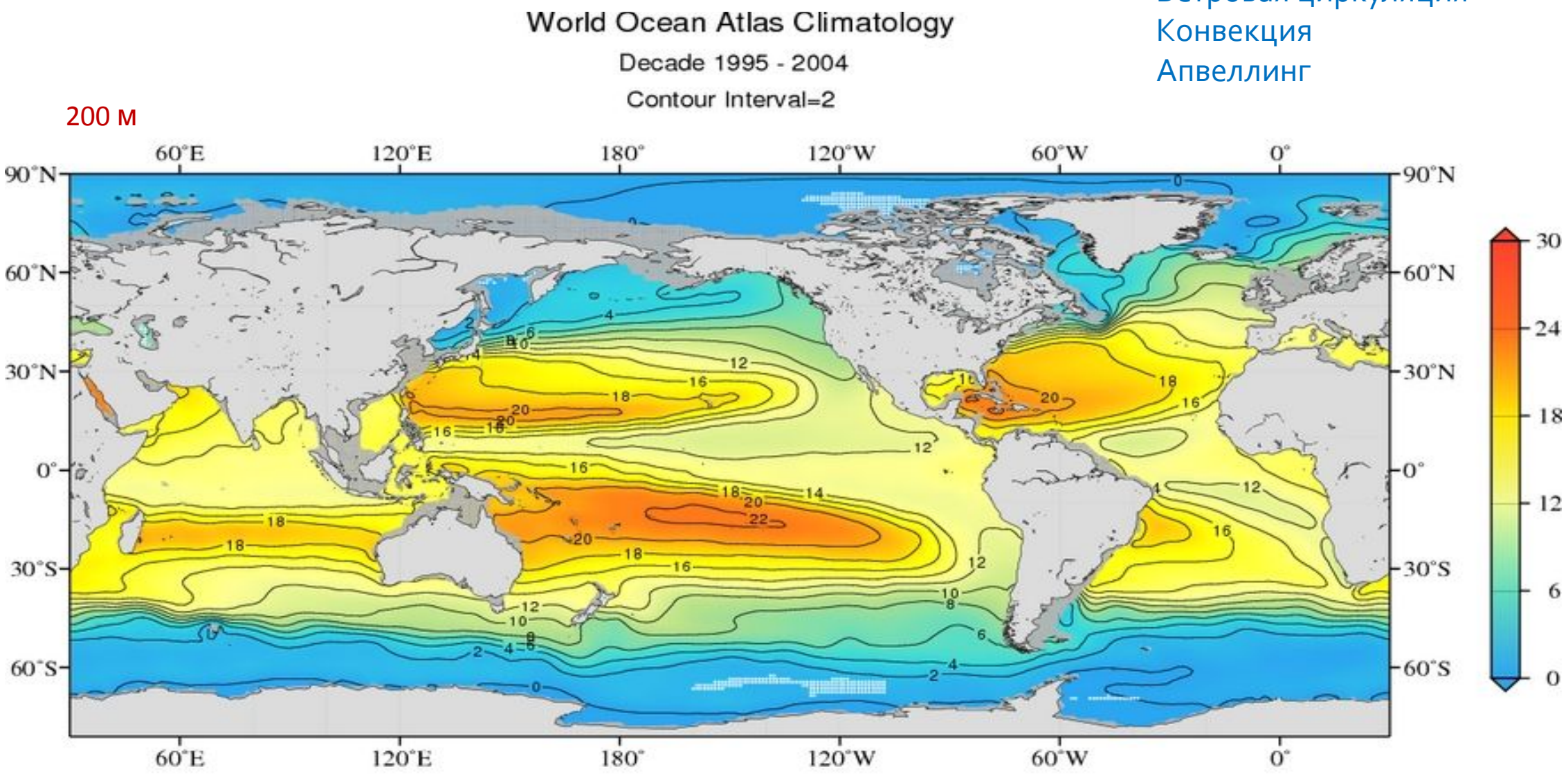


Annual temperature [°C] at 100 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Ветровая циркуляция
Конвекция
Апвеллинг

200 м

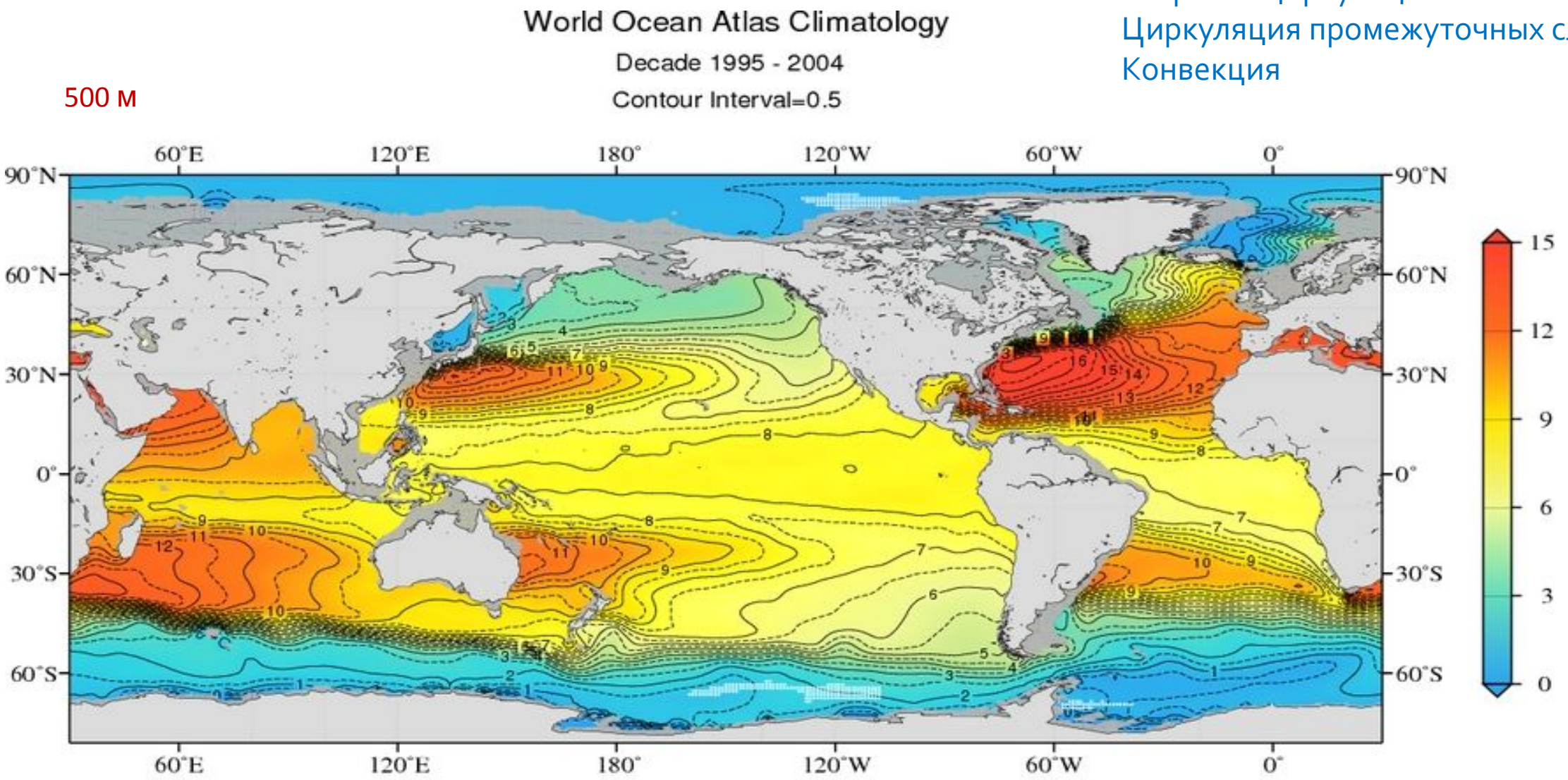


Annual temperature [°C] at 200 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Ветровая циркуляция
Циркуляция промежуточных слоев
Конвекция

500 м

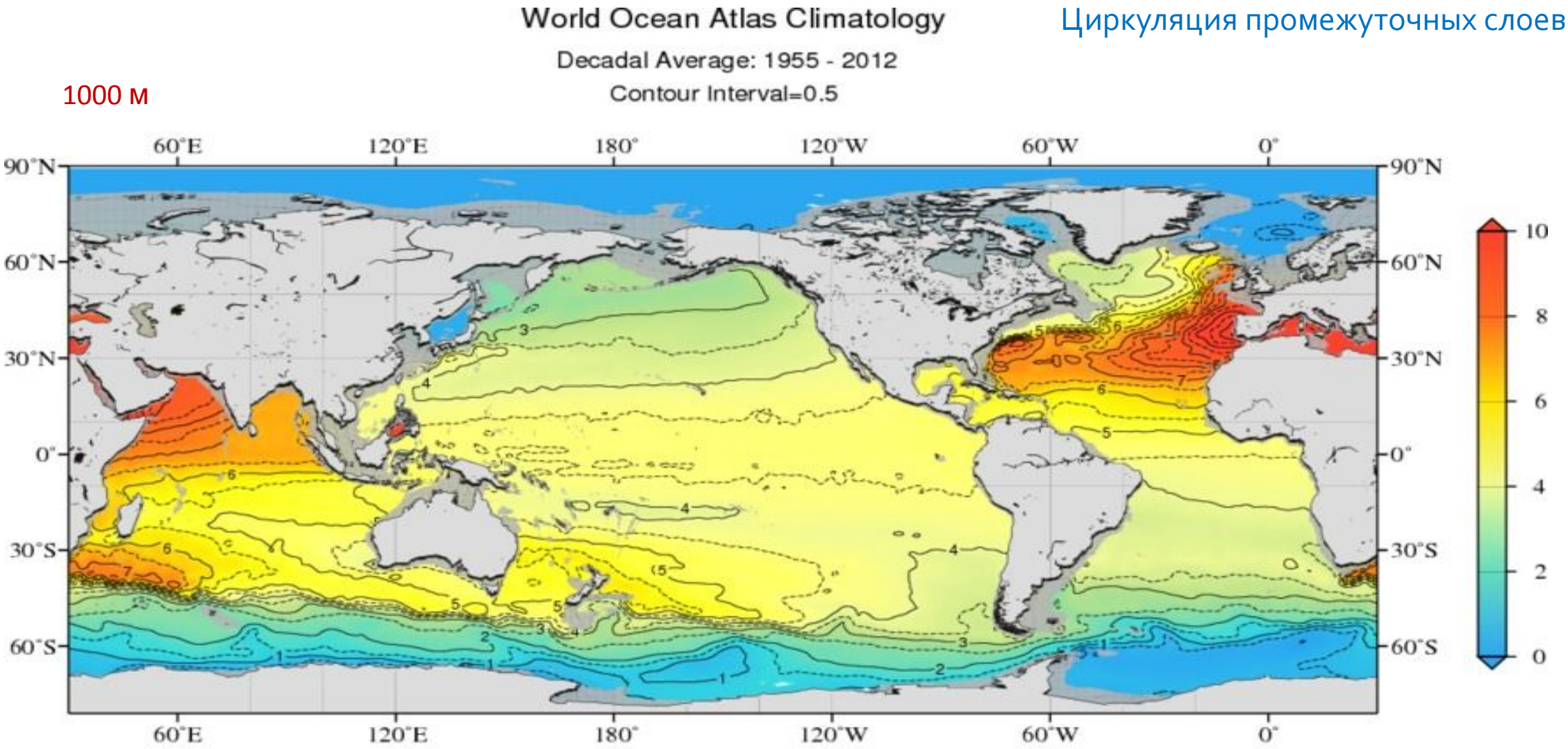


Annual temperature [°C] at 500 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Циркуляция промежуточных слоев

1000 м



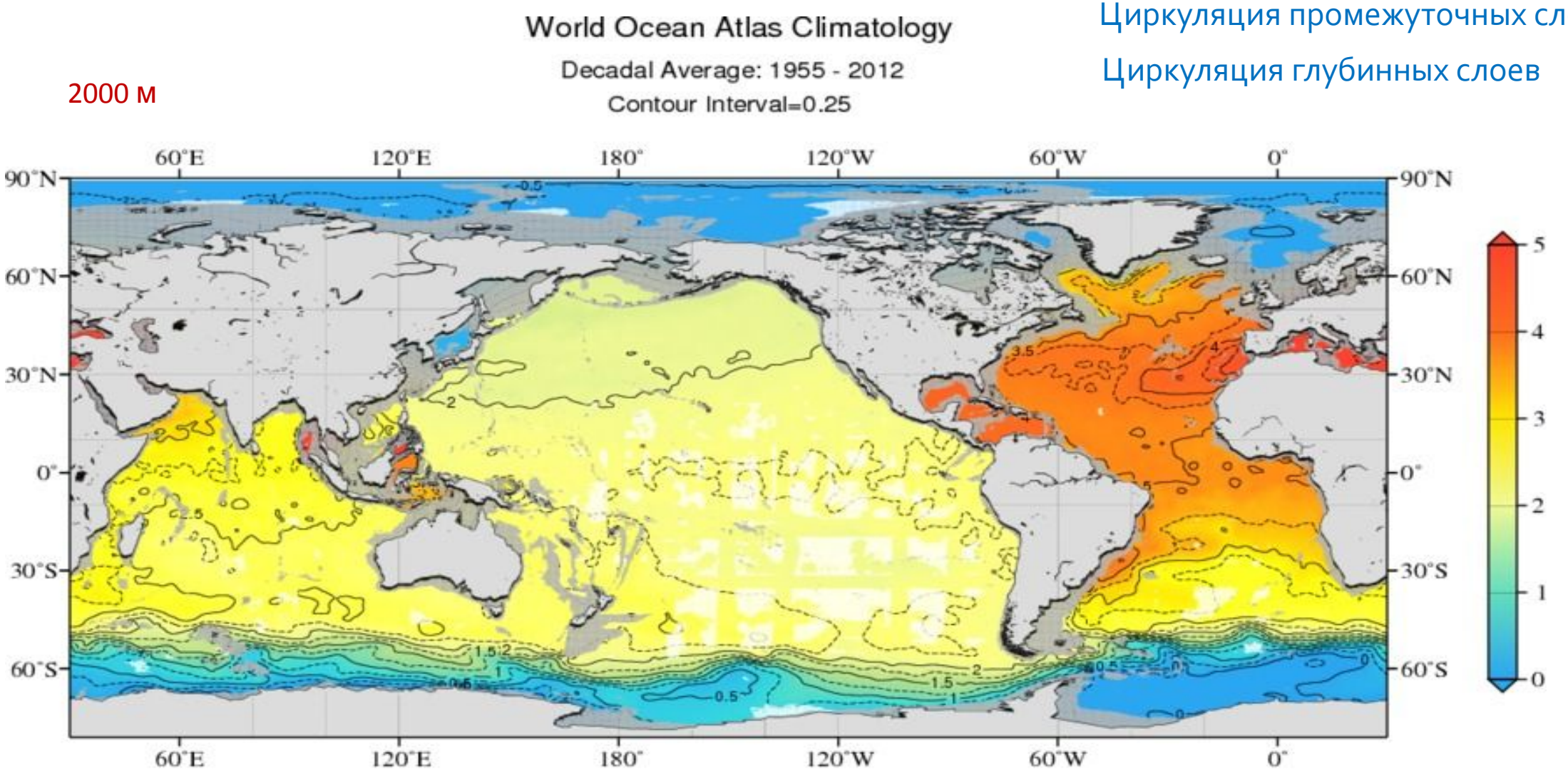
Annual temperature [°C] at 1000 m. depth (quarter-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Циркуляция промежуточных слоев

Циркуляция глубинных слоев

2000 м

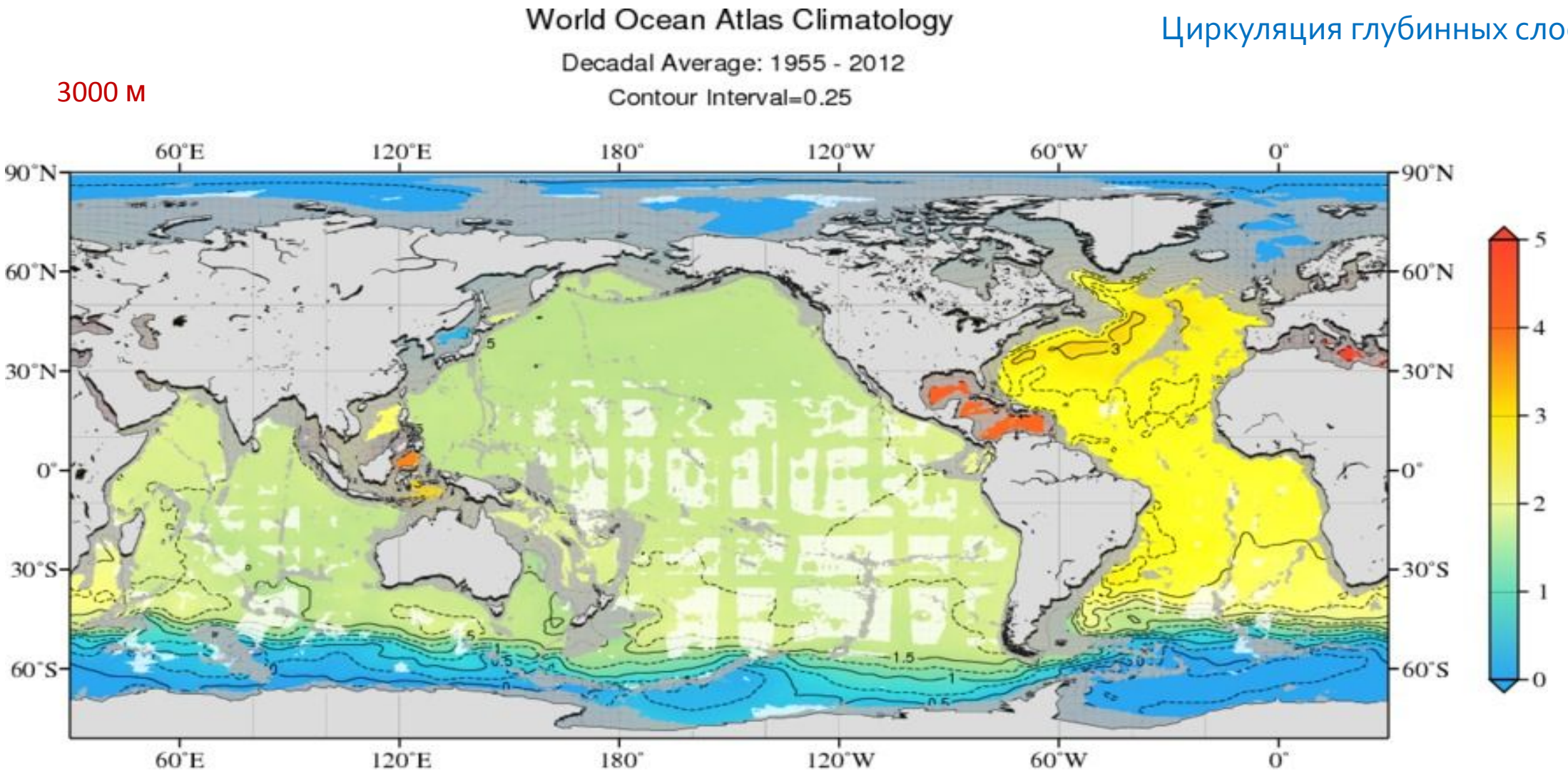


Annual temperature [°C] at 2000 m. depth (quarter-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Циркуляция глубинных слоев

3000 м

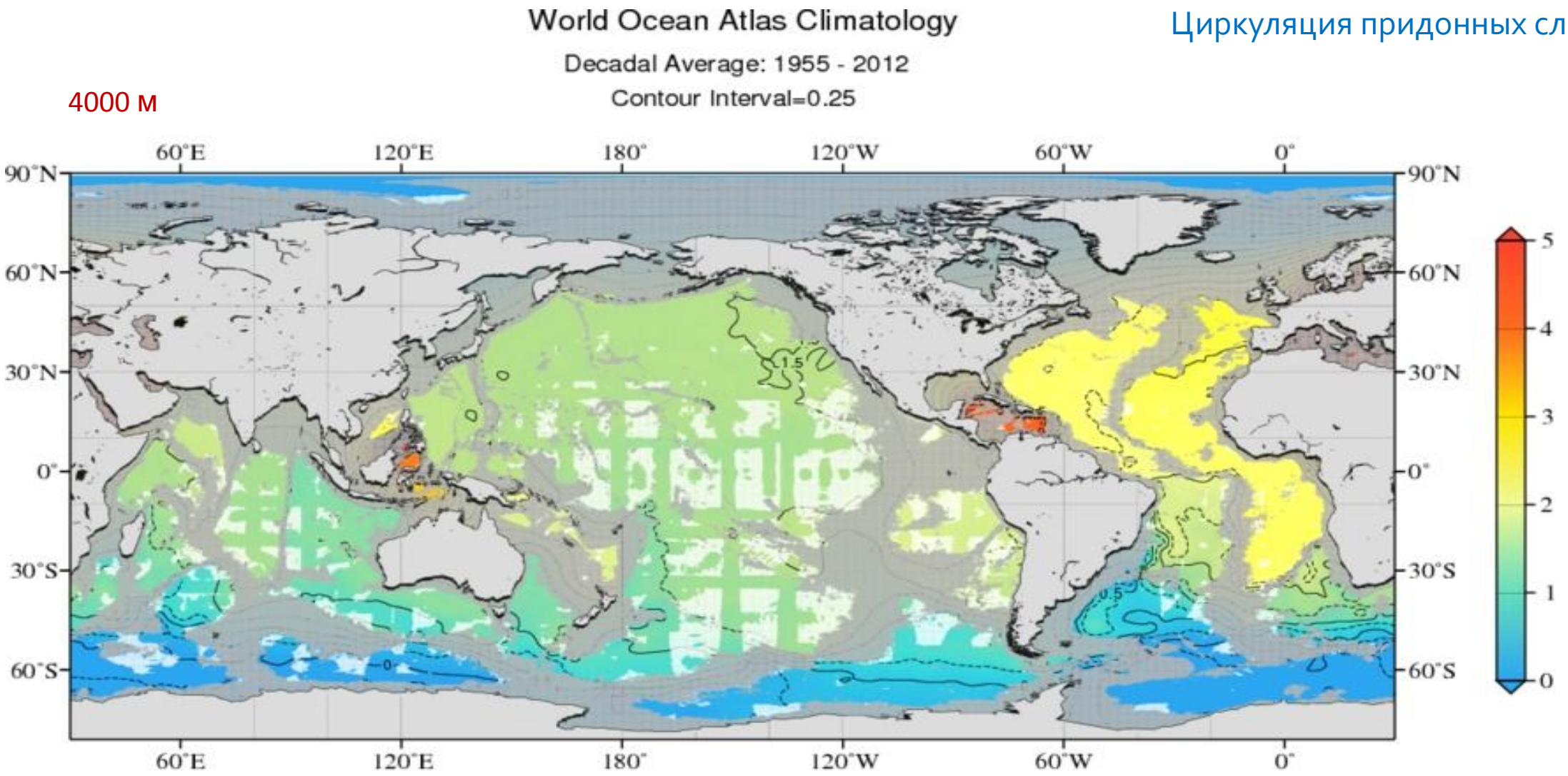


Annual temperature [°C] at 3000 m. depth (quarter-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Циркуляция придонных слоев

4000 м

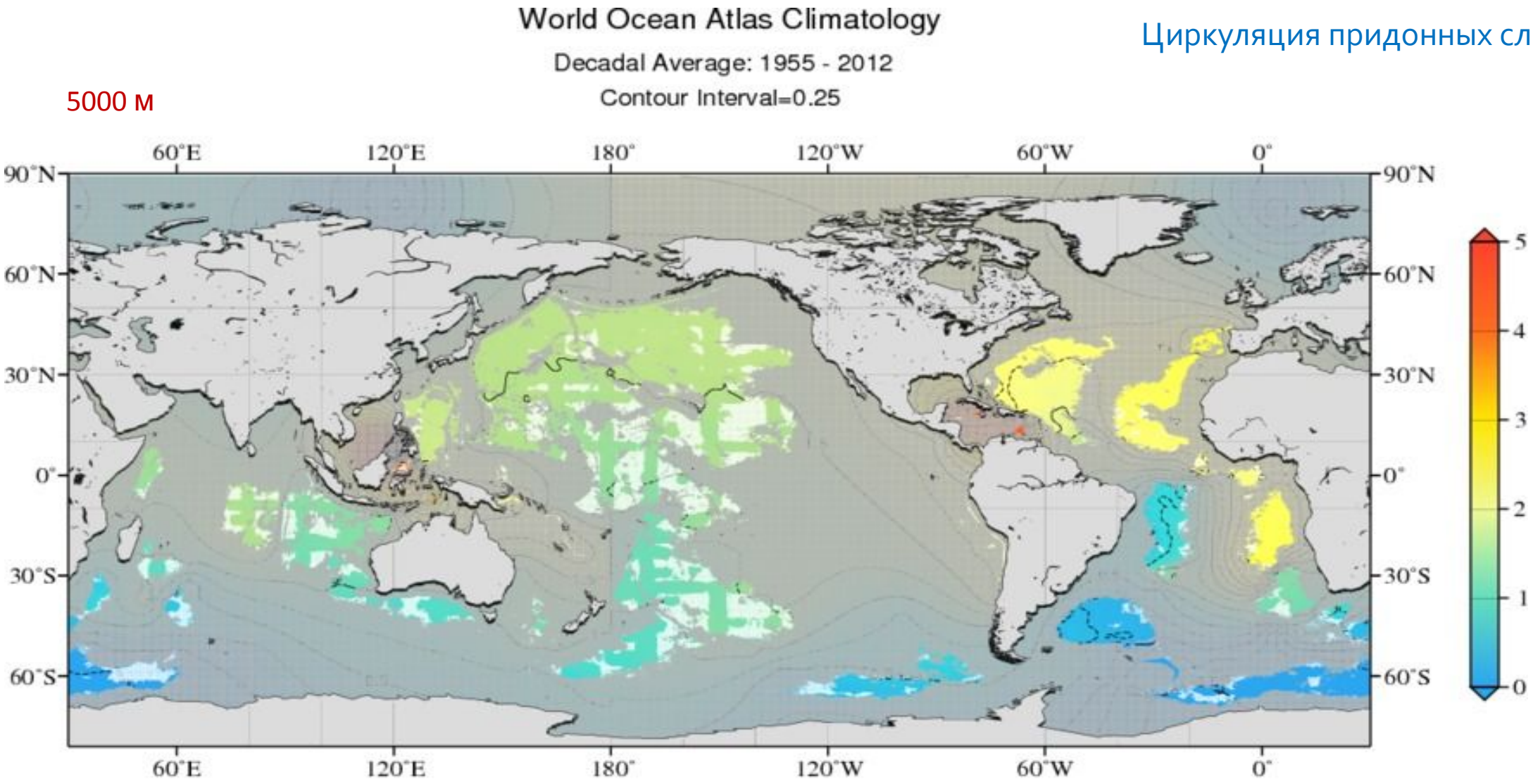


Annual temperature [°C] at 4000 m. depth (quarter-degree grid)

Горизонтальное распределение температуры

Циркуляция придонных слоев

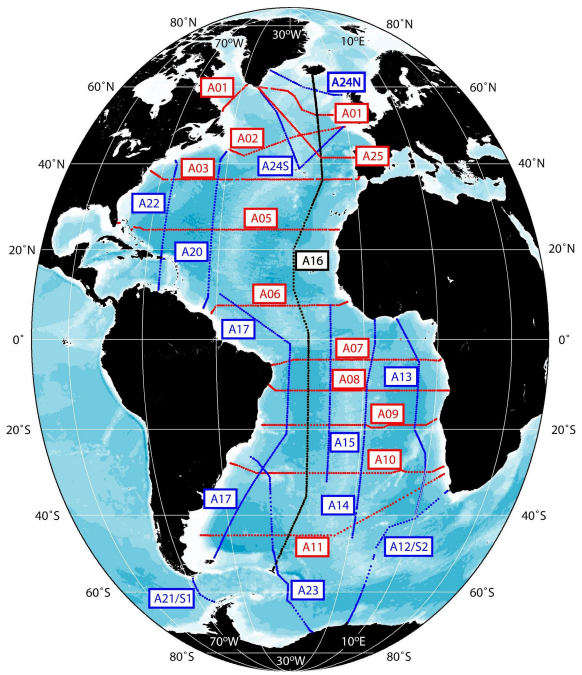
5000 м



Annual temperature [°C] at 5000 m. depth (quarter-degree grid)

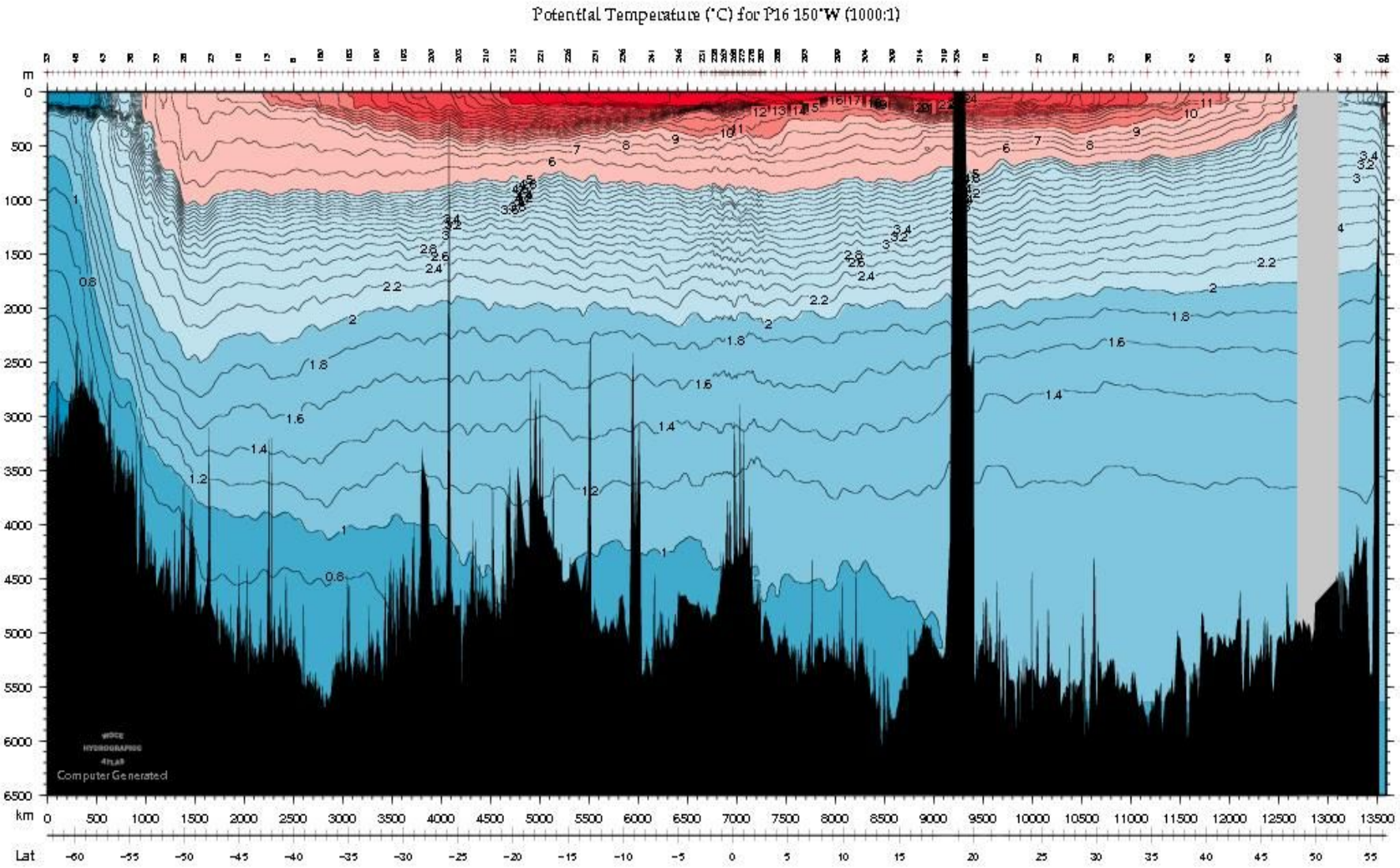
Вертикальное распределение температуры

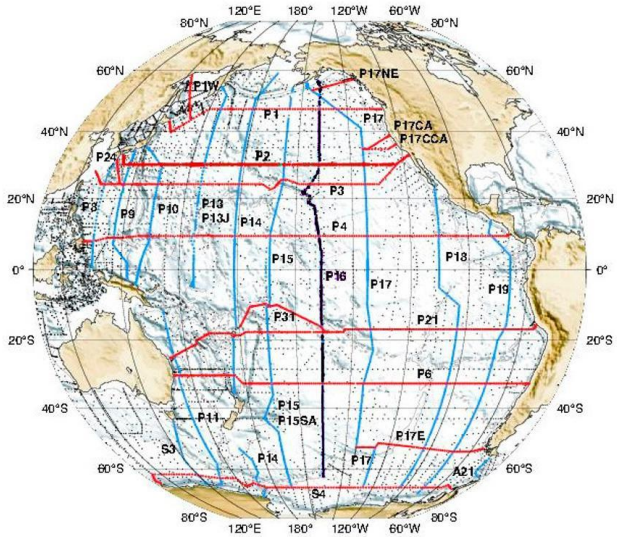
Атлантический океан



Вертикальное распределение температуры

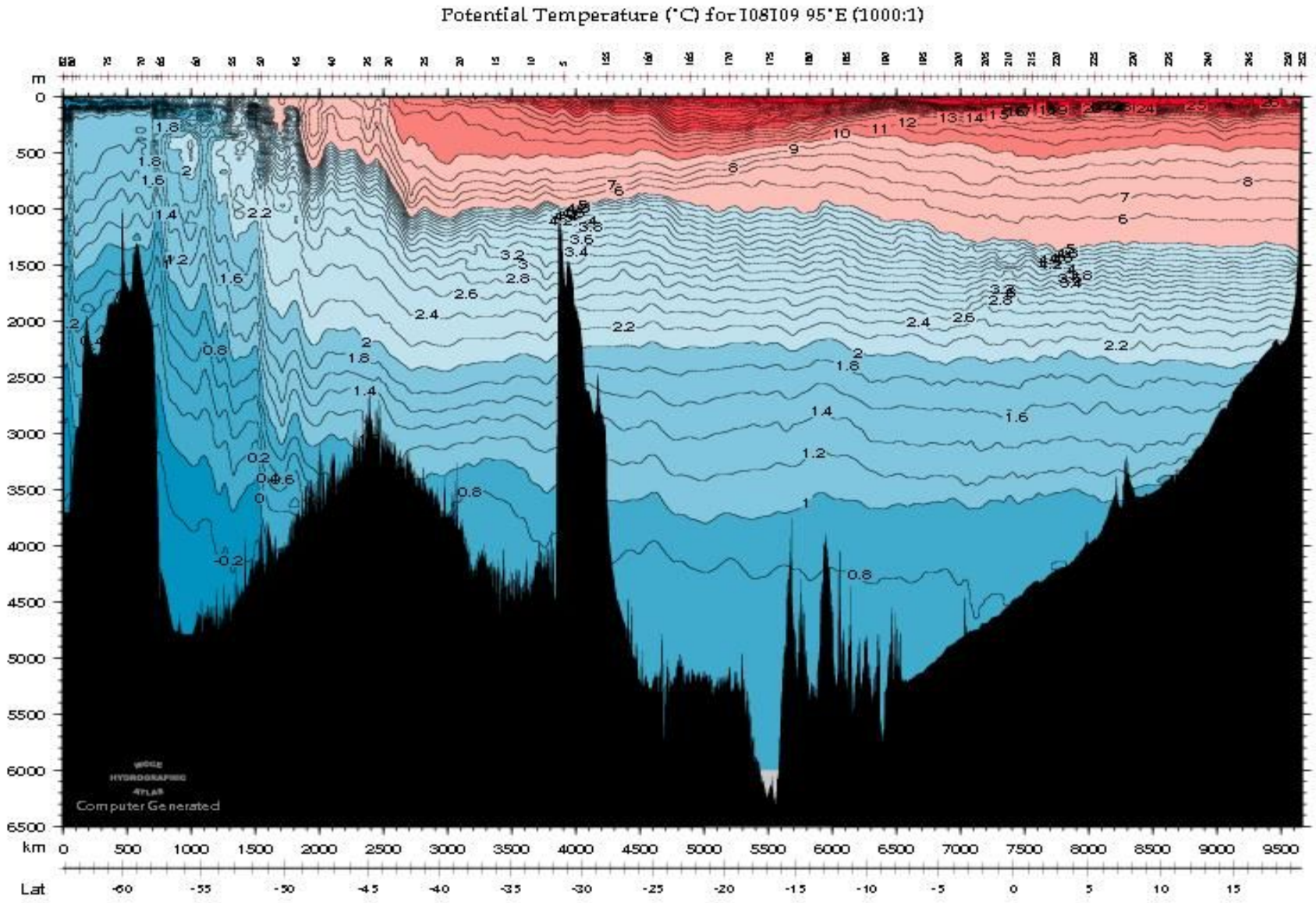
Тихий океан

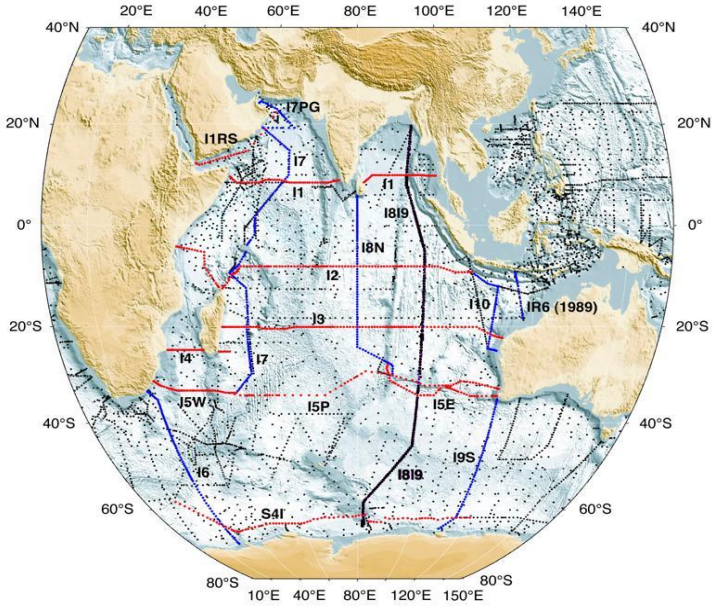




Вертикальное распределение температуры

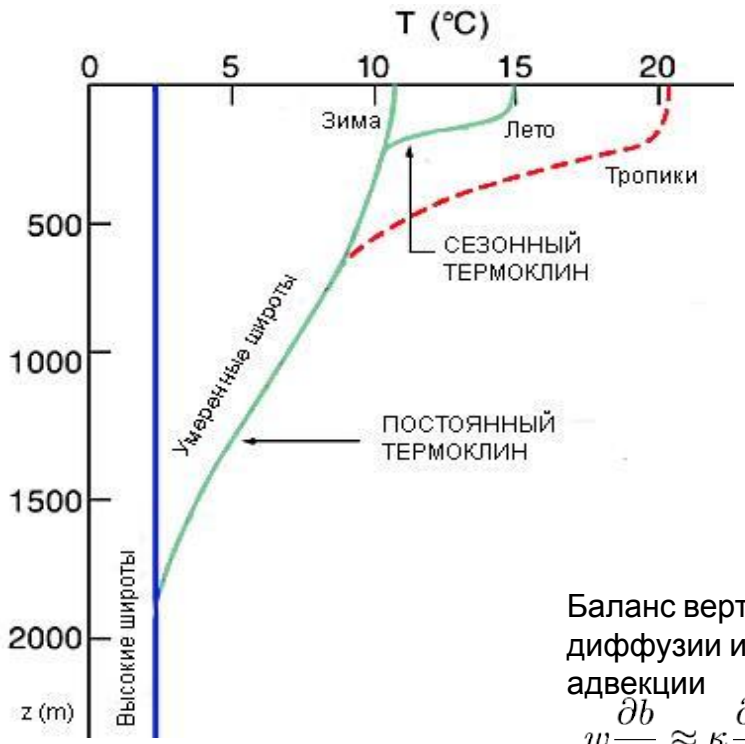
Индийский океан





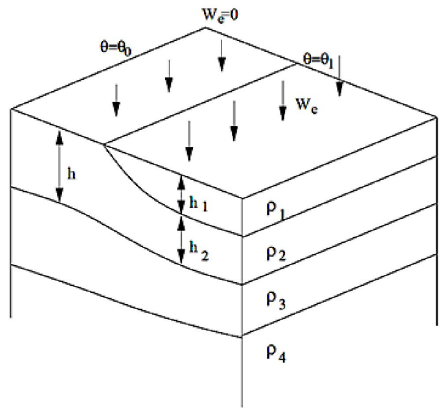
Вертикальное распределение температуры

Термоклин



Баланс вертикальной диффузии и вертикальной адвекции

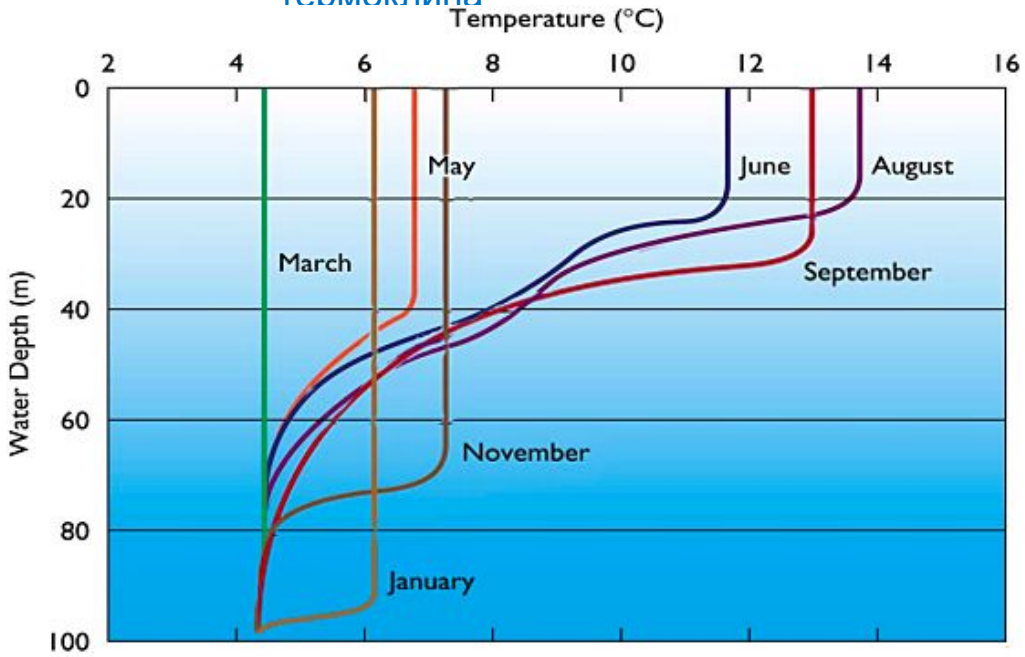
$$w\frac{\partial b}{\partial z} \approx \kappa \frac{\partial^2 b}{\partial z^2}.$$



Вентилируемый термоклин

Luyten, Pedlosky, and Stommel, 1983

Развитие сезонного термоклина

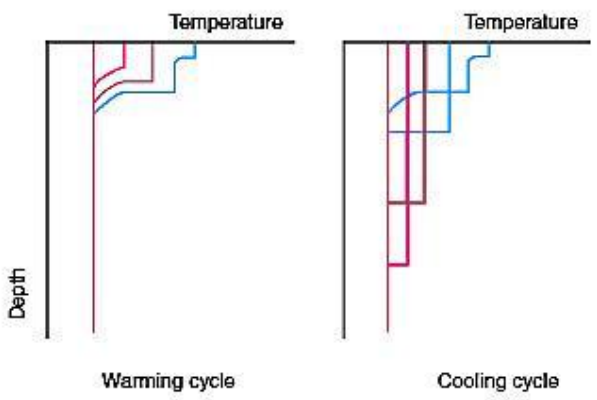


Поток тепла из атмосферы, вертикальная диффузия тепла и процессы перемешивания в ВКС

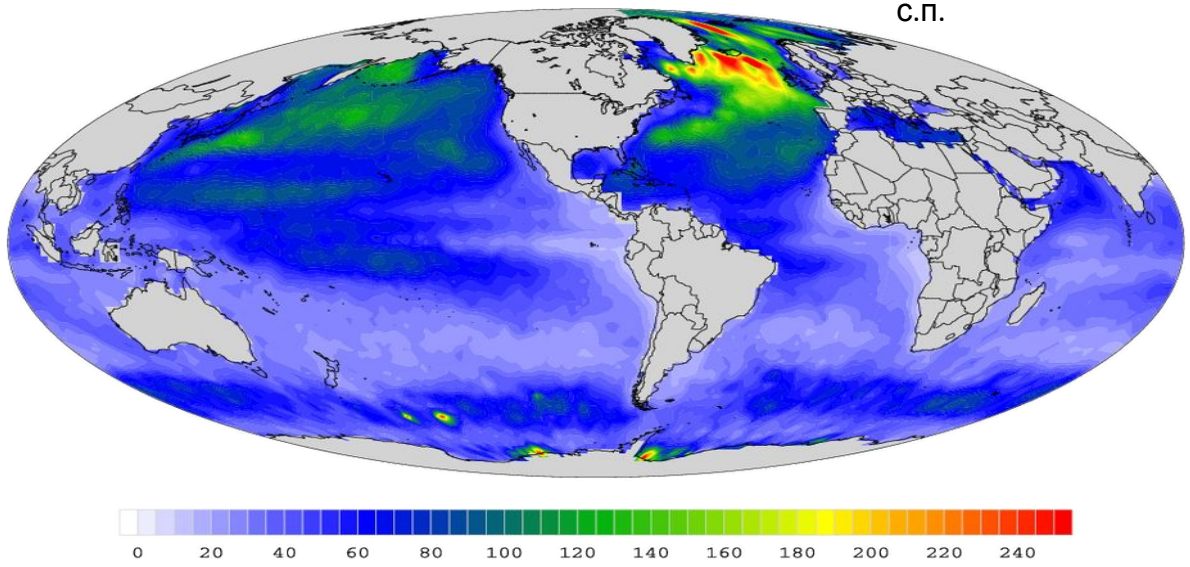
Вертикальное распределение температуры

Верхний квазиоднородный слой

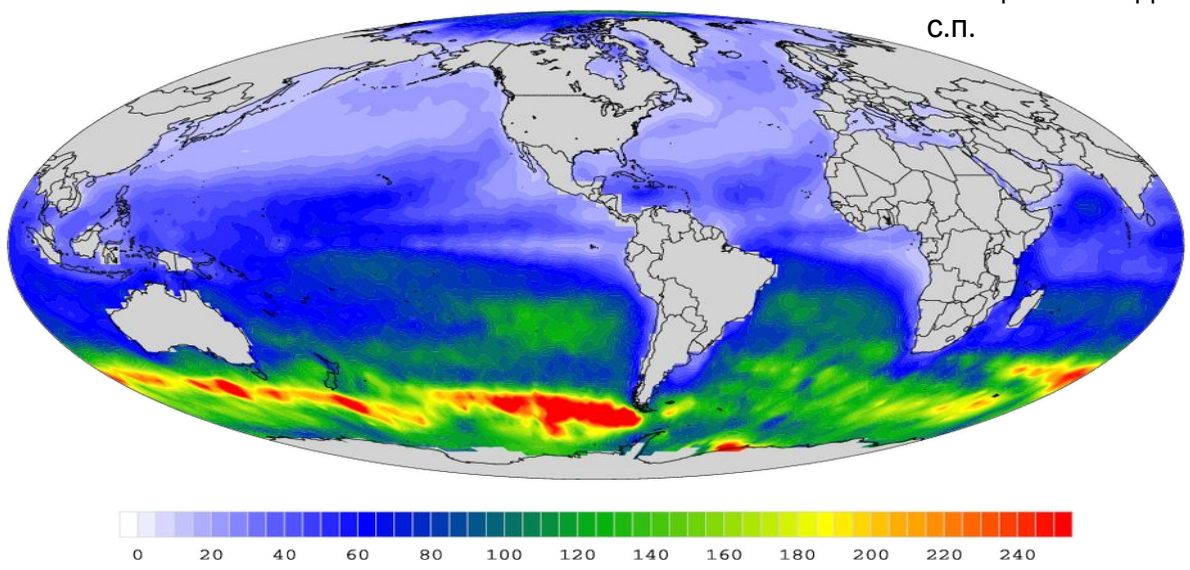
ВКС
(верхний перемешанный, гомогенный)



Толщина ВКС для зимнего периода с.п.



Толщина ВКС для летнего периода с.п.

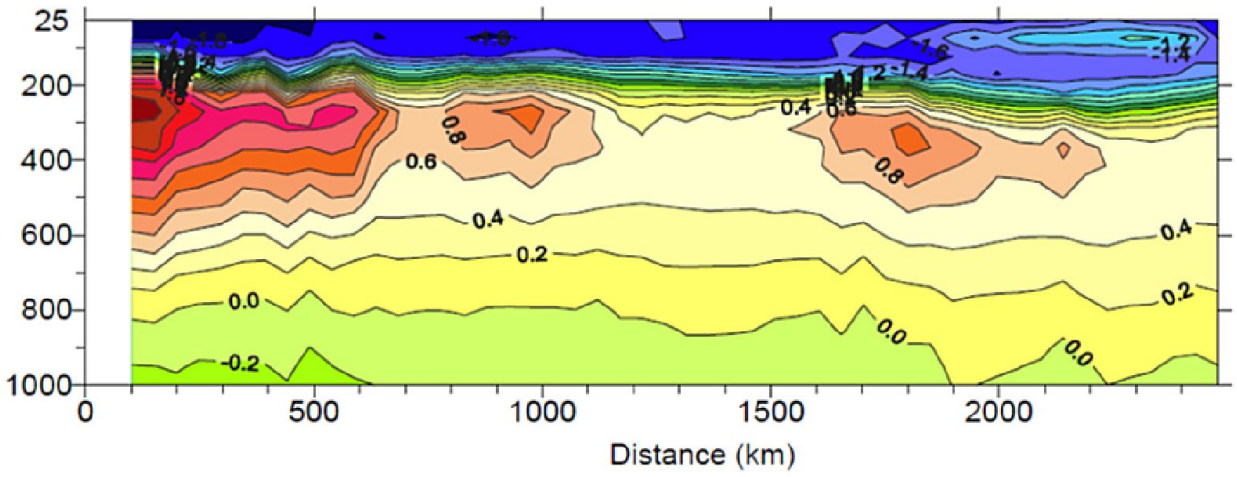


Конвективное перемешивание
термическое (охлаждение);
соленостное (испарение, ледообразование)

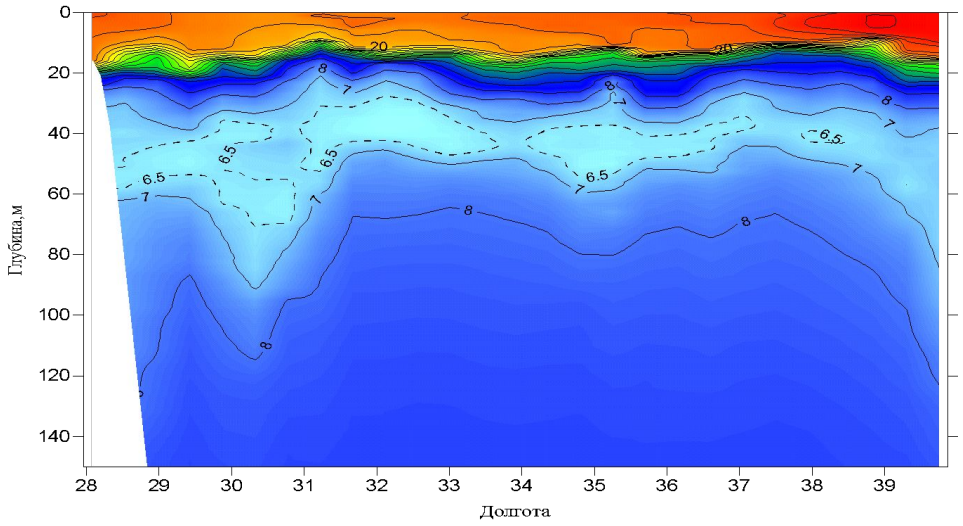
Ветро-волновое перемешивание
обрушение поверхностных волн;
турбулентность ветровых течений;
Инерционные колебания

Вертикальное распределение температуры

Промежуточные экстремумы



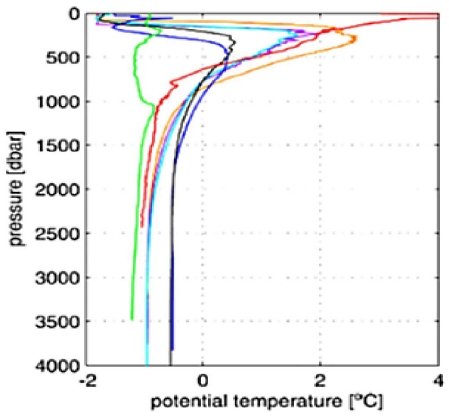
Слой атлантических вод в Арктике



ХПС в Черном море в июле 1992 г.

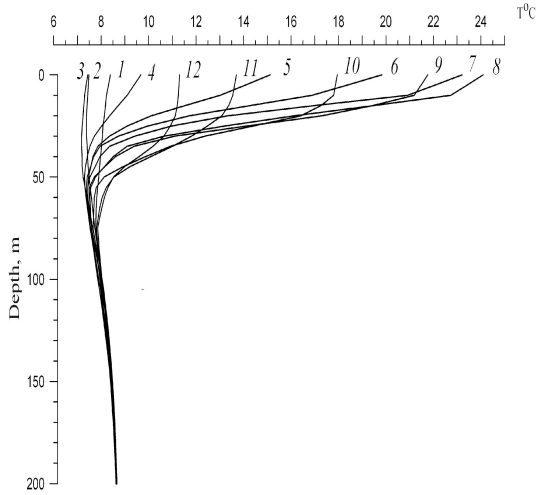
Теплый промежуточный слой

Арктика

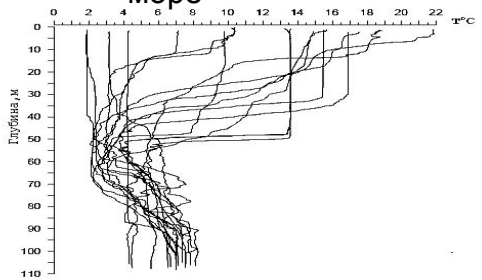


Холодный промежуточный слой

Черное море

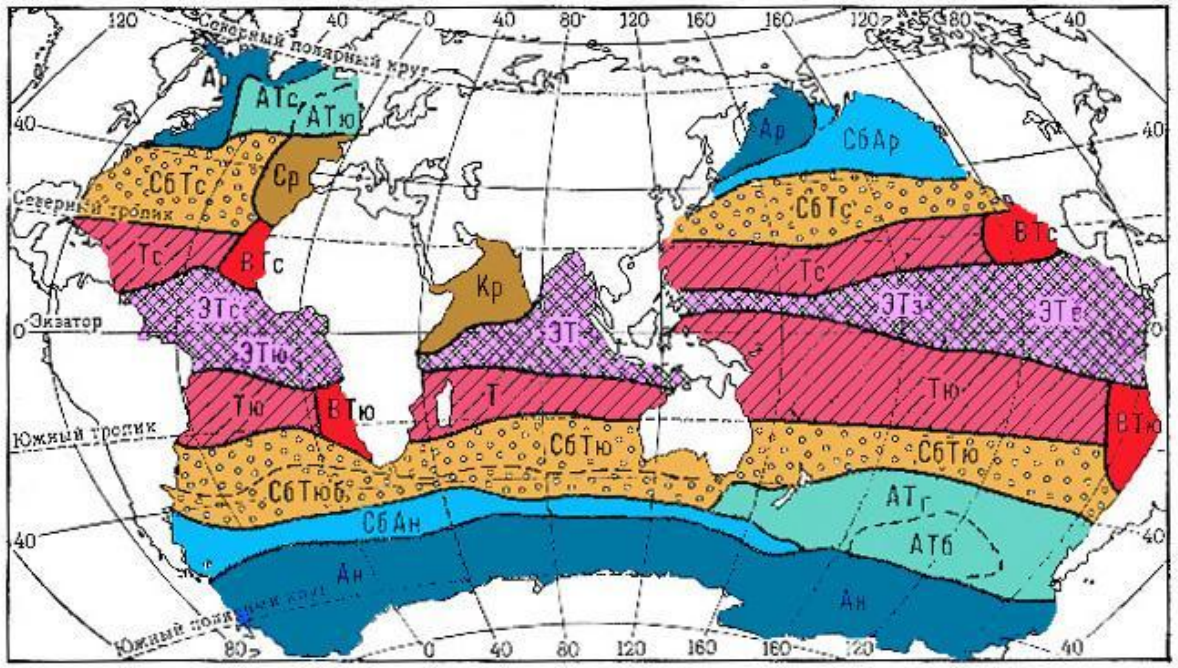


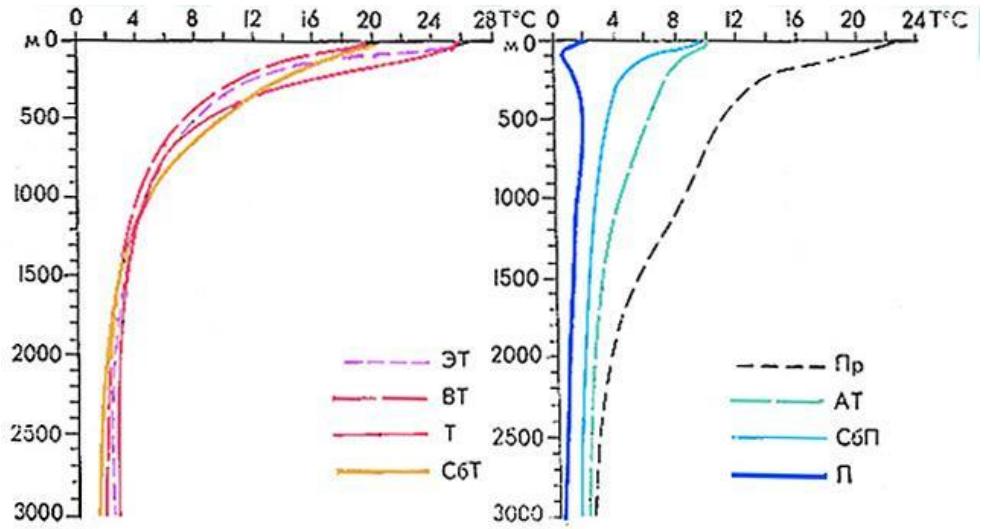
Балтийское море



Вертикальное распределение температуры

Типизация





Районирование Мирового океана по типам вертикального распределения температуры воды (по В.Н. Степанову)

ЭТ – экваториально-тропический; Т – тропический (основной); ВТ – восточнотропический; Пр – присредиземноморский (Ср – средиземноморский, Кр – красноморский); СбТ – субтропический; АТ – атлантико-тихоокеанский; СбП – субполярный (СбАр – субарктический, СбАн – субантарктический); П – полярный (Ар – арктический, Ан – антарктический).

Формирование термической структуры океана

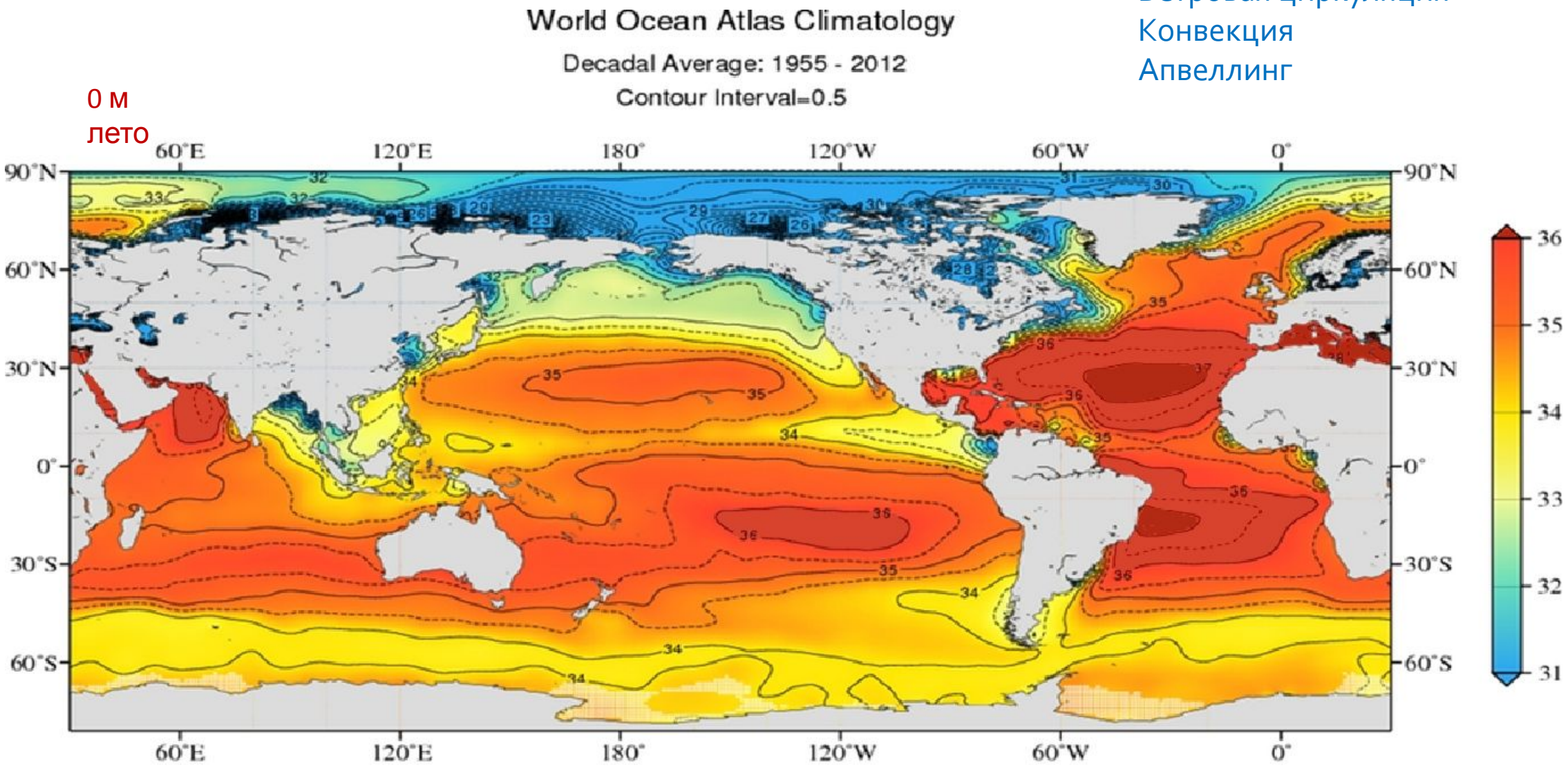
- Поверхностные слои – тепловой баланс поверхности океана, в полярных районах ледовые процессы , поверхностные течения;
- Промежуточные слои – вертикальный теплообмен, вертикальная циркуляция вод, распространение более теплых водных масс из районов умеренных широт в полярные районы (промежуточный максимум температуры), зимнее конвективное перемешивание (промежуточный минимум температуры);
- Глубинные и придонные слои – распространение водных масс из районов глубокой конвекции (Антарктида и Северная Атлантика);

Чем обусловлено географическое распределение солености воды в Мировом океане?

Горизонтальное распределение солености

Водный баланс на поверхности
Ветровая циркуляция
Конвекция
Апвеллинг

0 м
лето

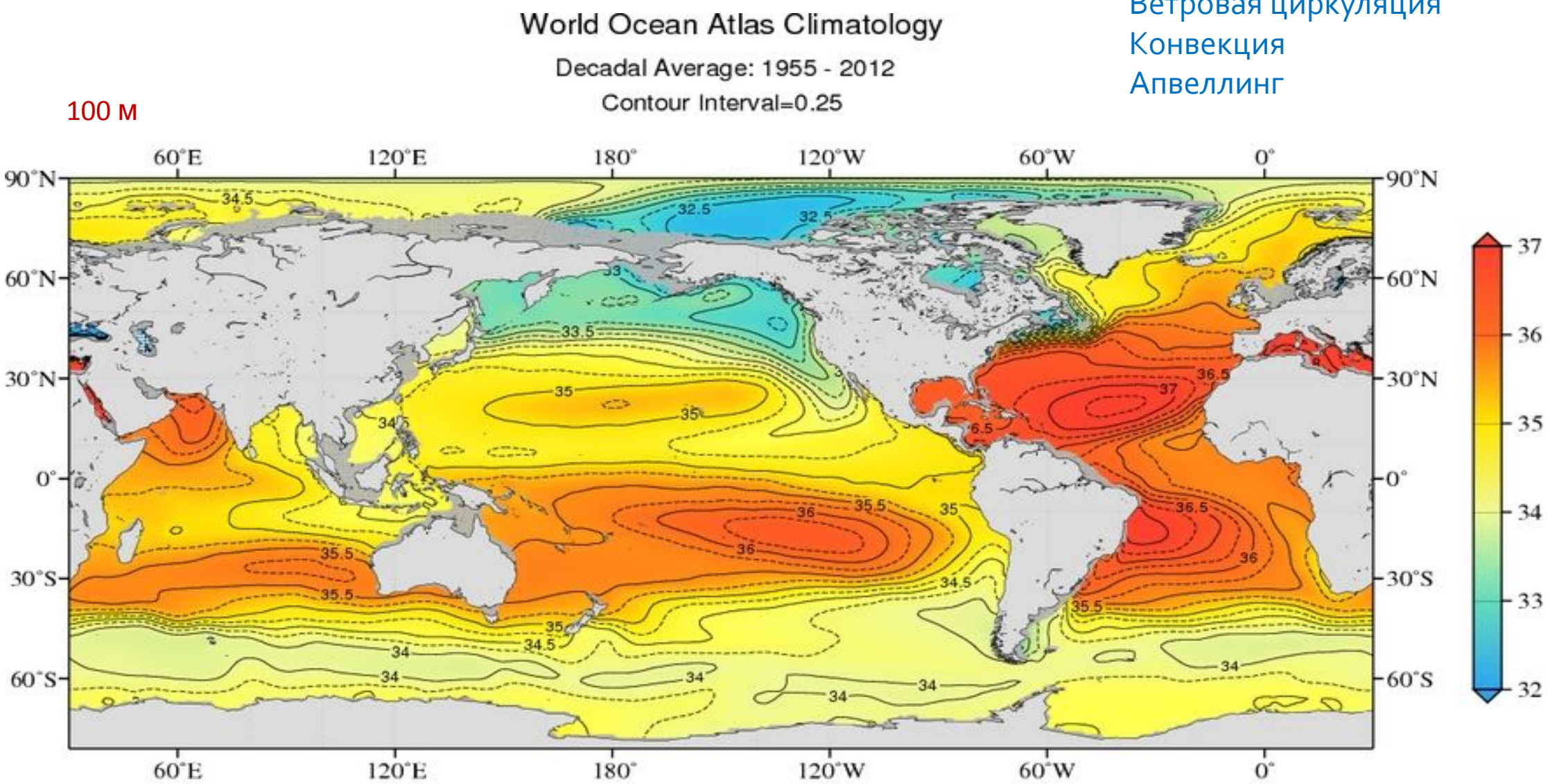


Summer (Jul.-Sep.) salinity at the surface (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Водный баланс на поверхности
Ветровая циркуляция
Конвекция
Апвеллинг

100 м

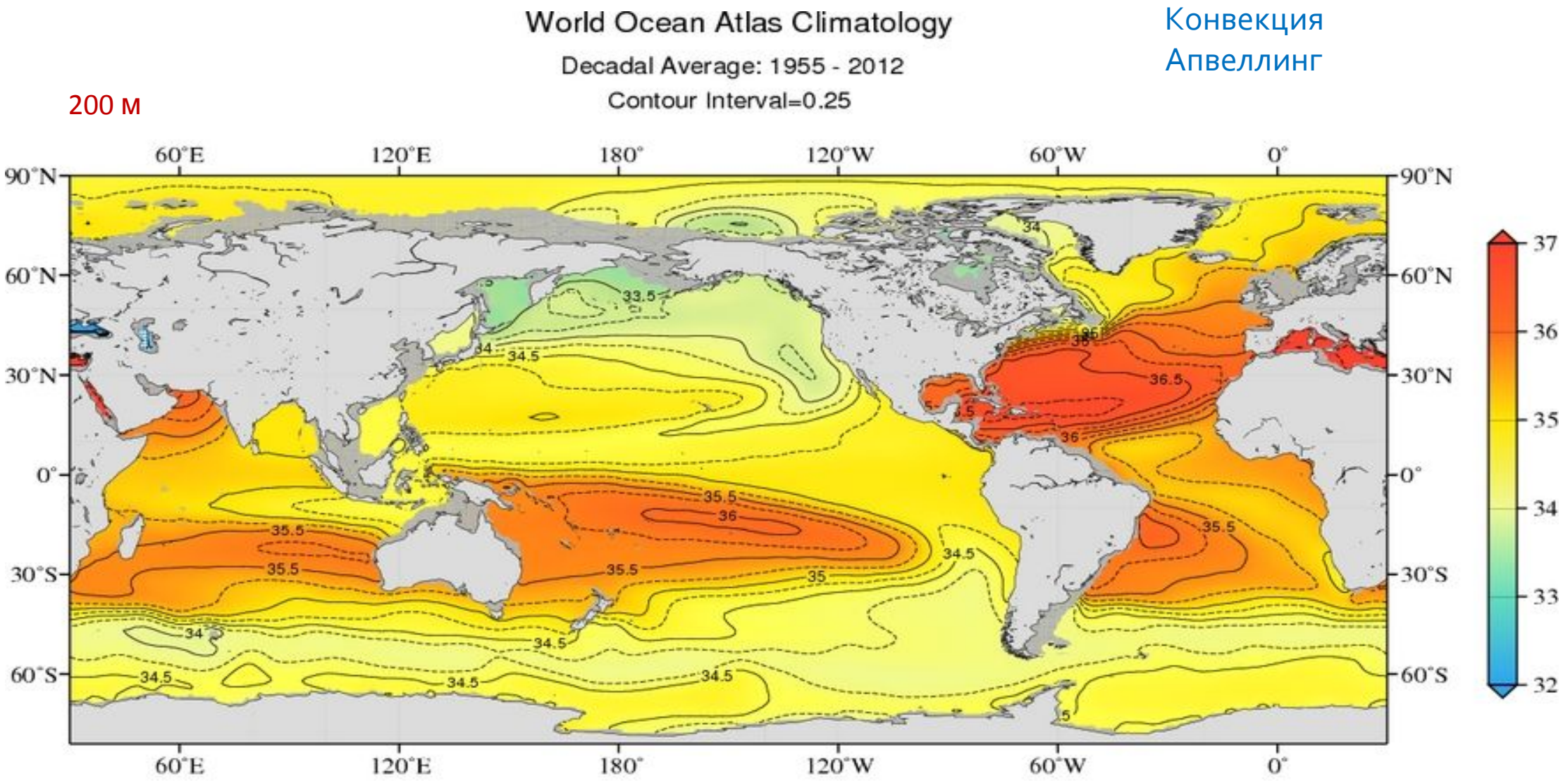


Annual salinity at 100 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Ветровая циркуляция
Конвекция
Апвеллинг

200 м

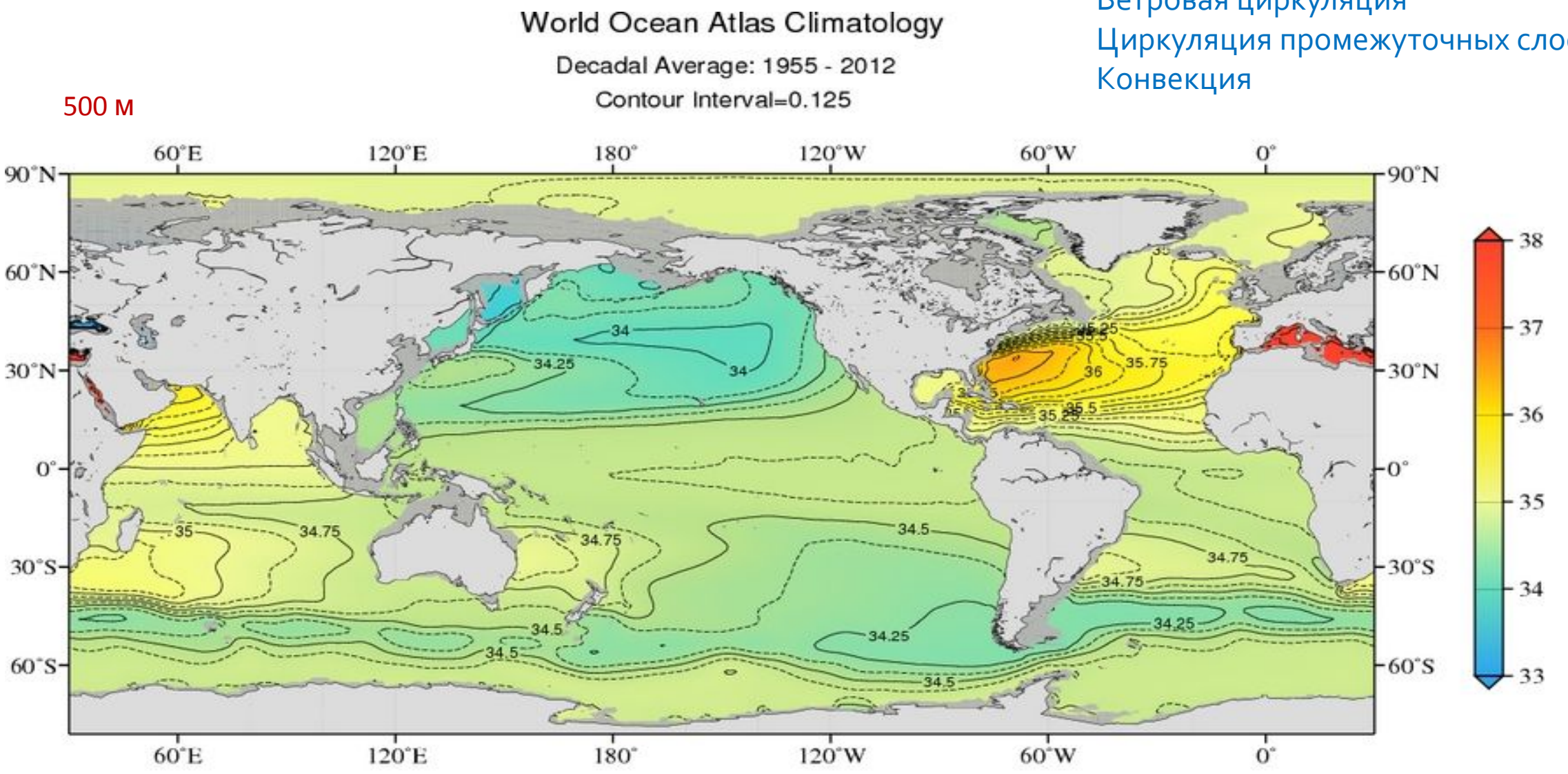


Annual salinity at 200 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Ветровая циркуляция
Циркуляция промежуточных слоев
Конвекция

500 м

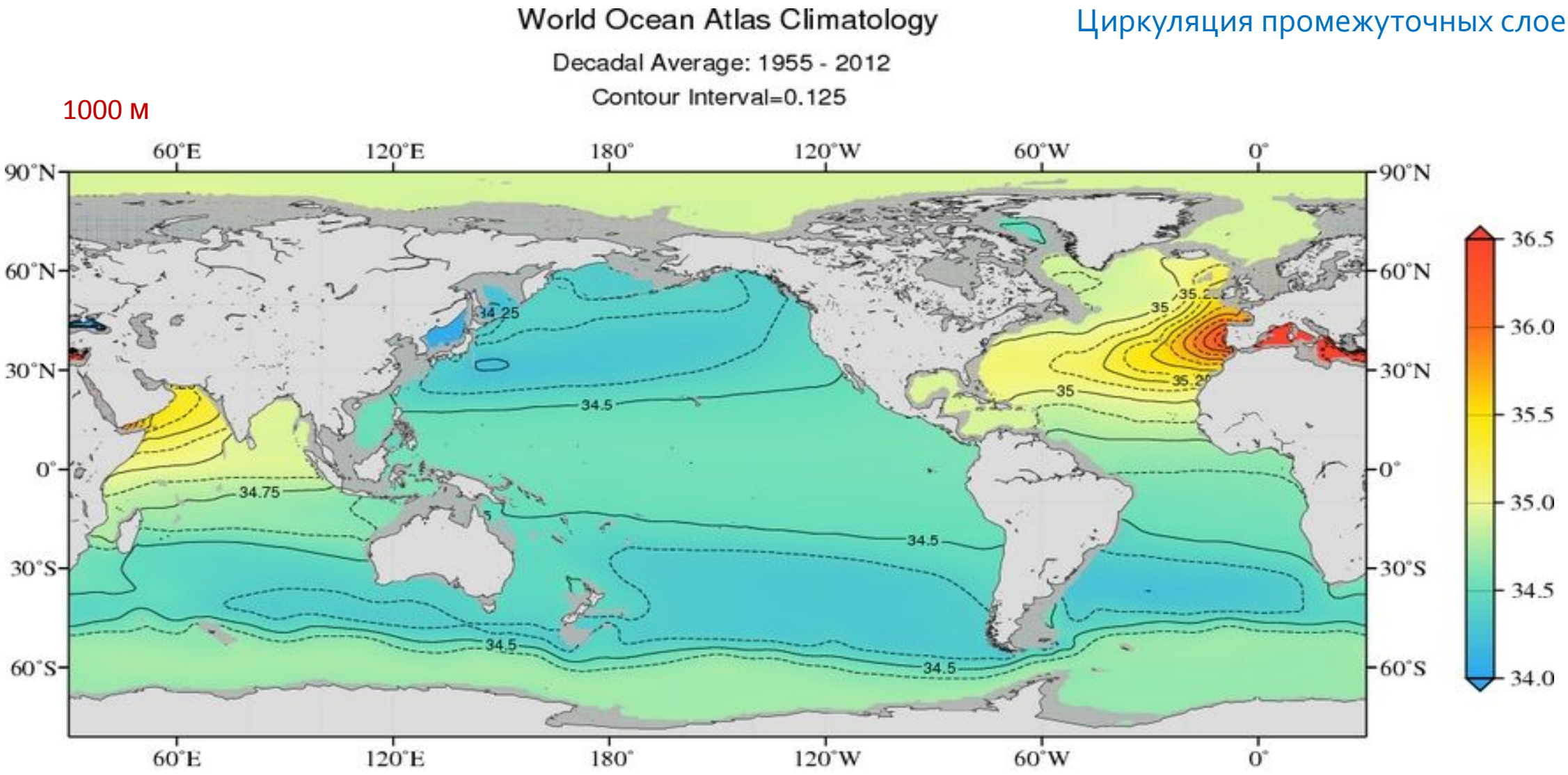


Annual salinity at 500 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Циркуляция промежуточных слоев

1000 м



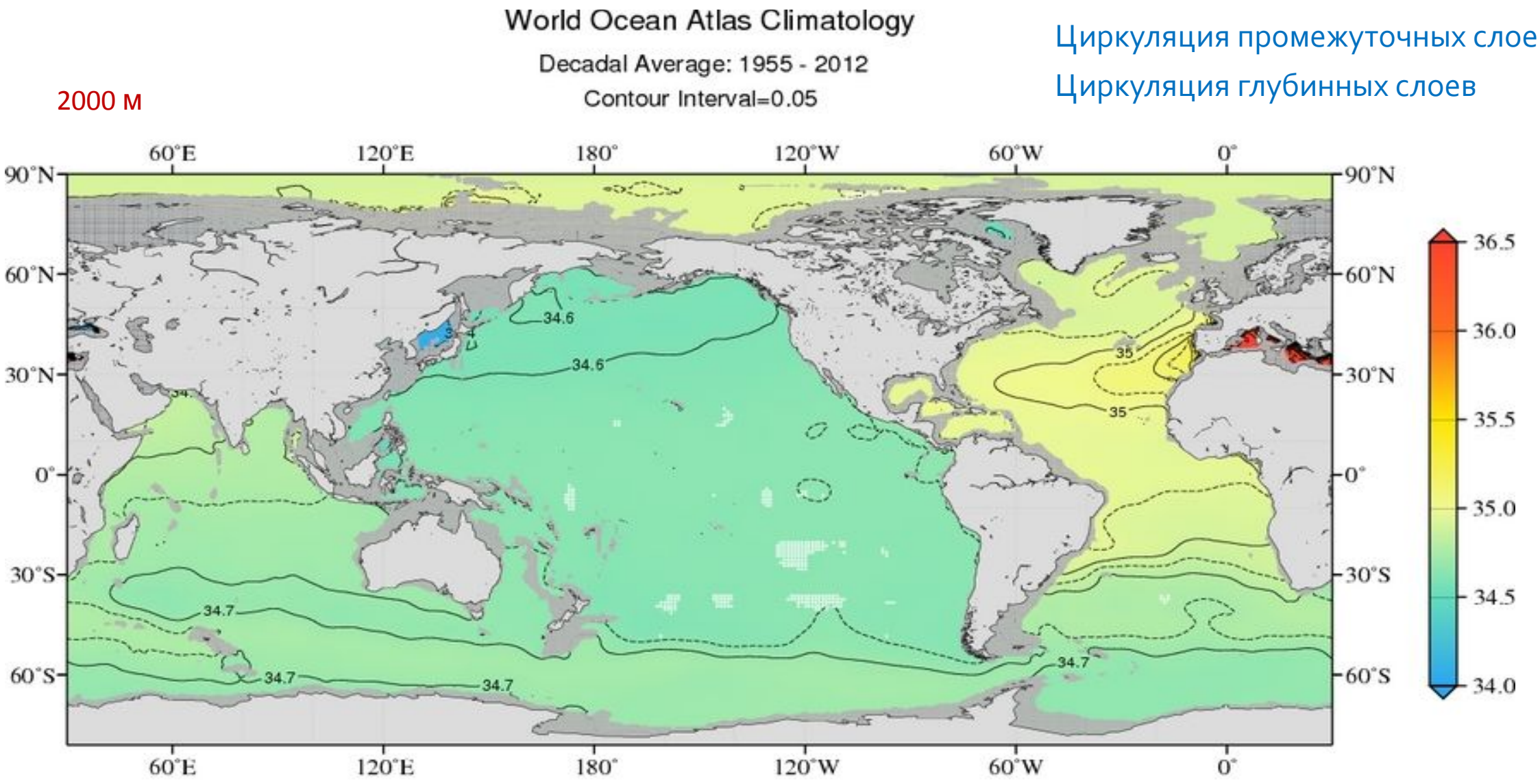
Annual salinity at 1000 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Циркуляция промежуточных слоев

Циркуляция глубинных слоев

2000 м

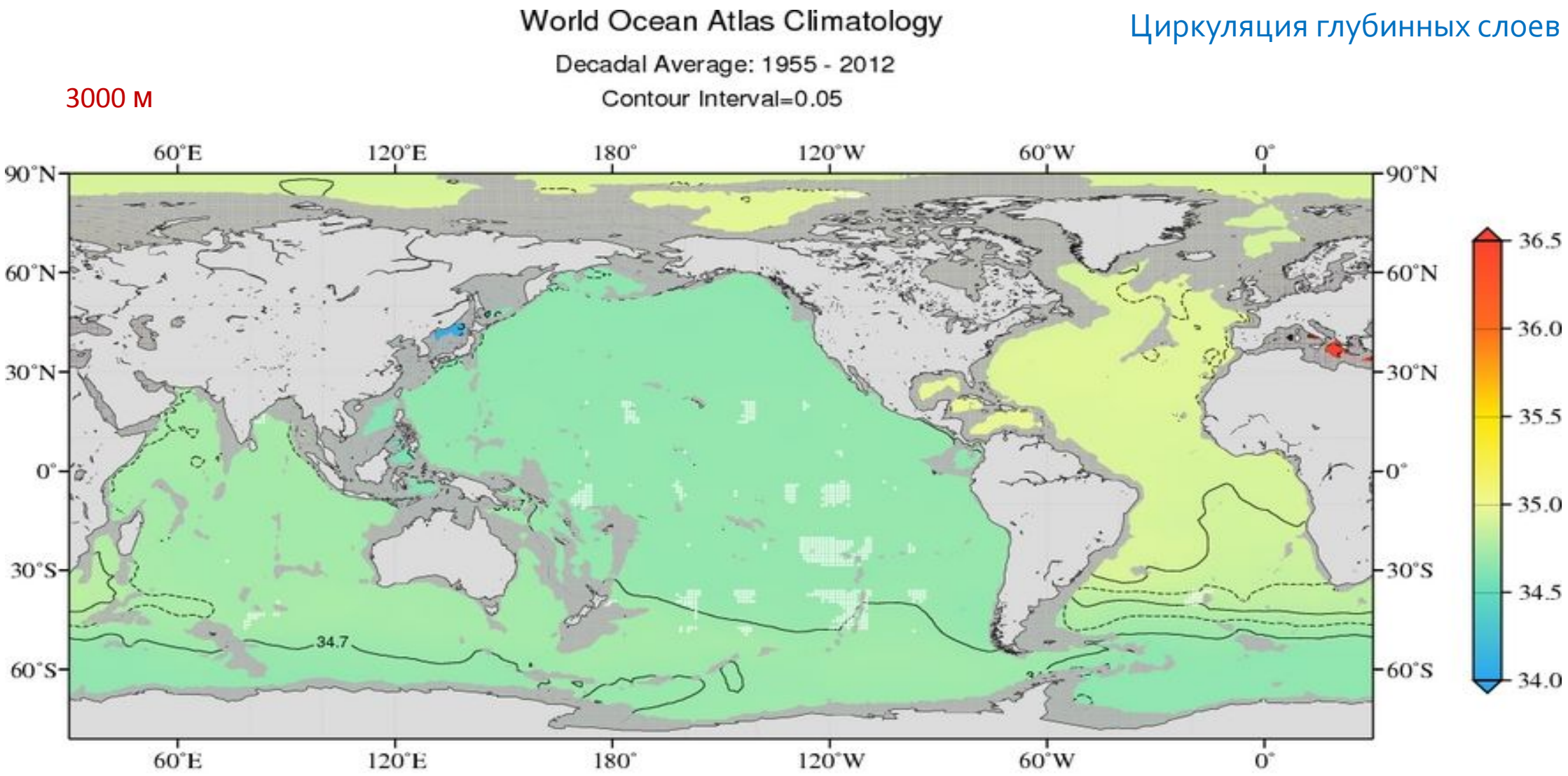


Annual salinity at 2000 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Циркуляция глубинных слоев

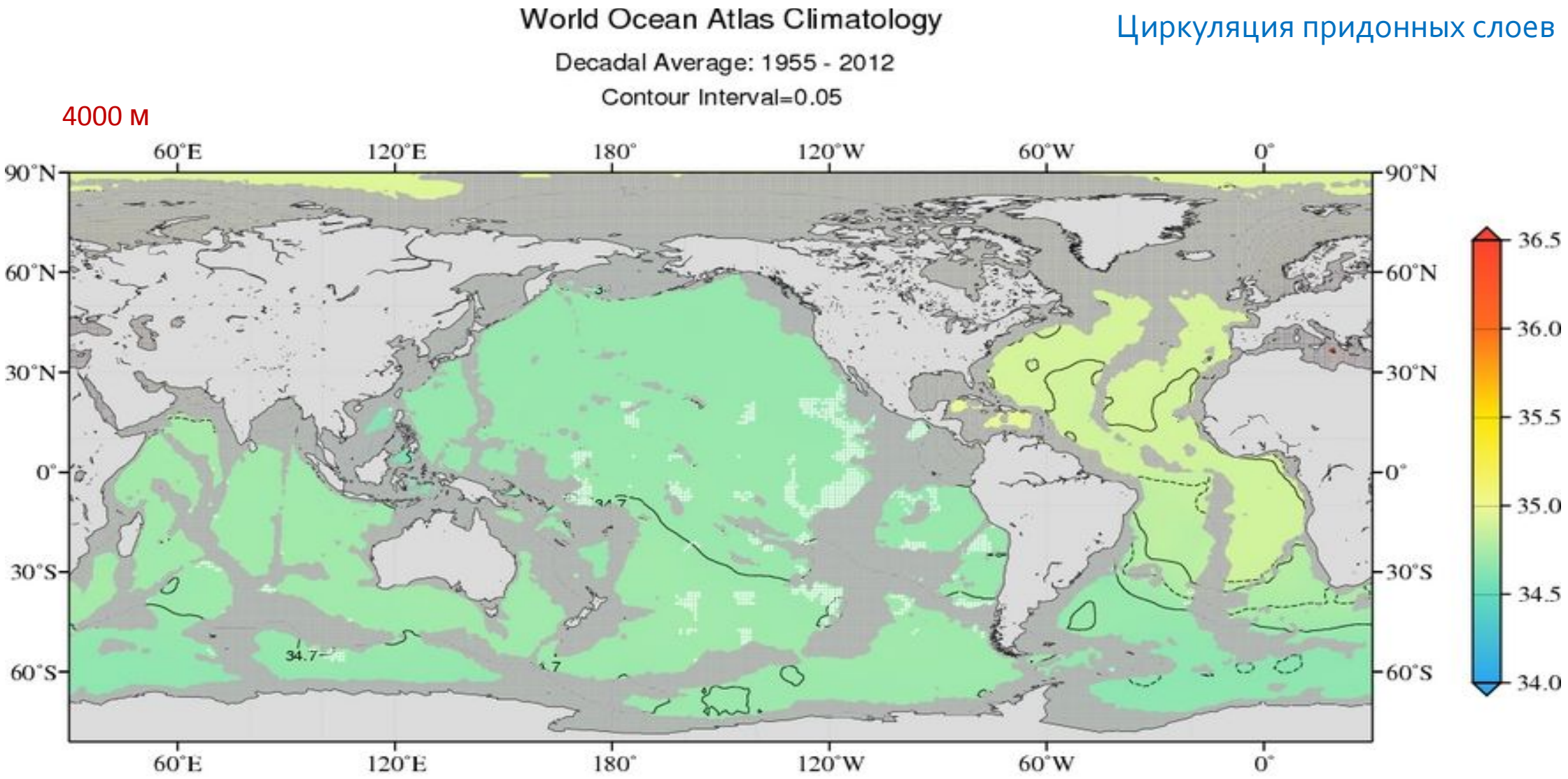
3000 м



Annual salinity at 3000 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Циркуляция придонных слоев

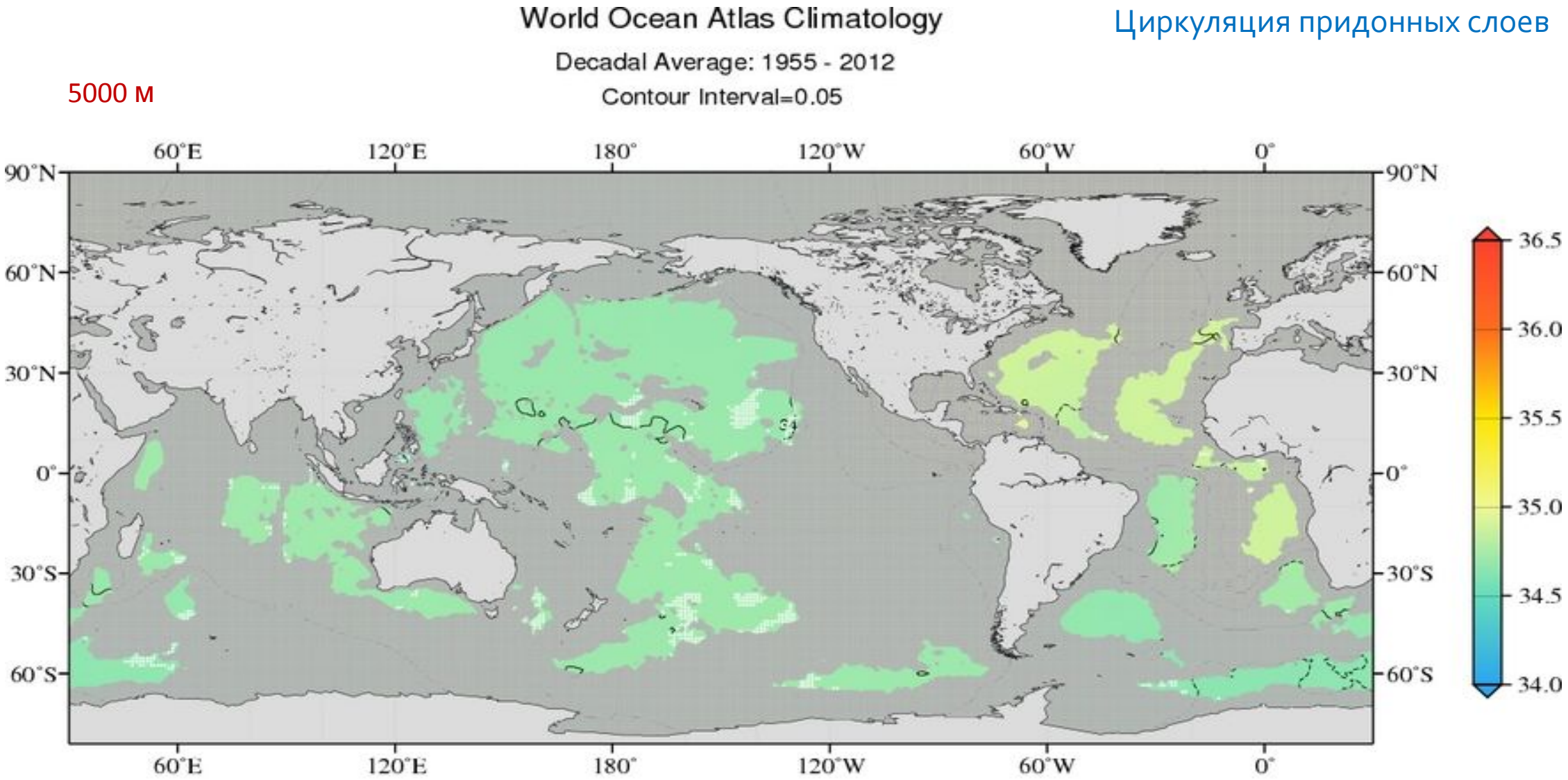


Annual salinity at 4000 m. depth (one-degree grid)

Горизонтальное распределение солености

Циркуляция придонных слоев

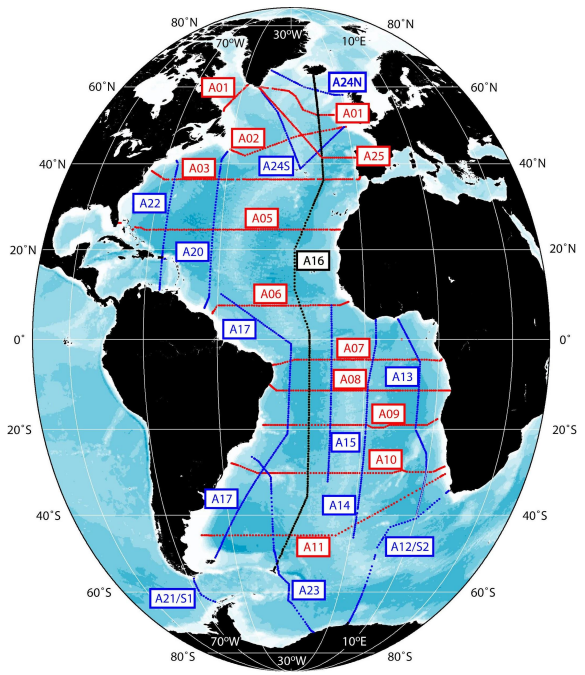
5000 м



Annual salinity at 5000 m. depth (one-degree grid)

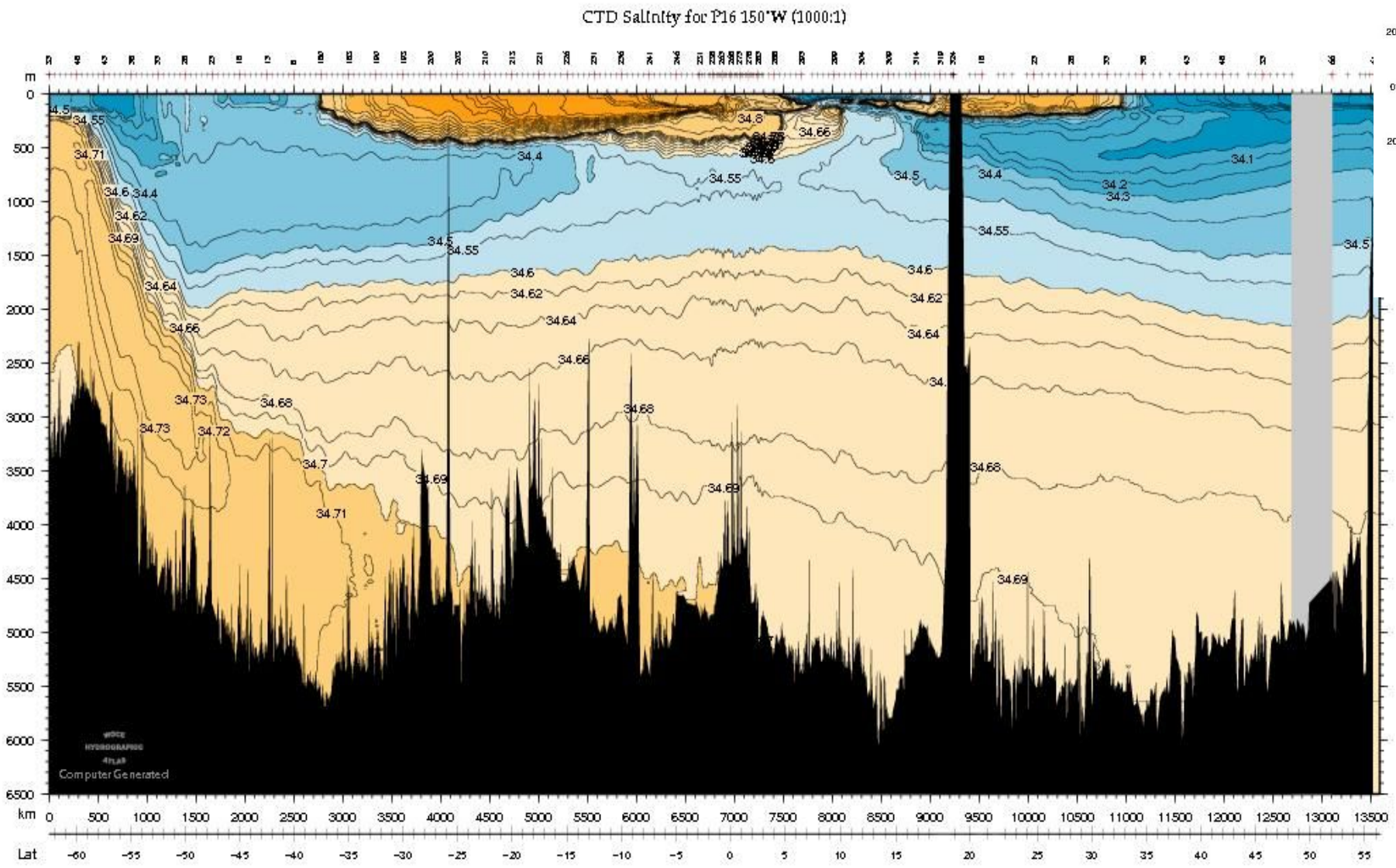
Вертикальное распределение солености

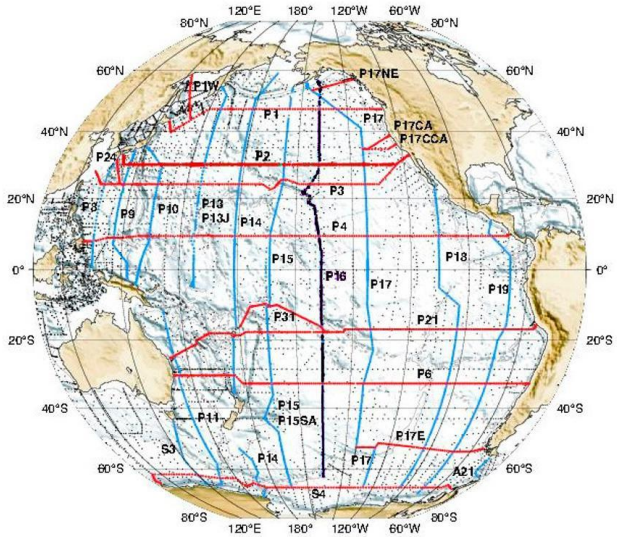
Атлантический океан



Вертикальное распределение солености

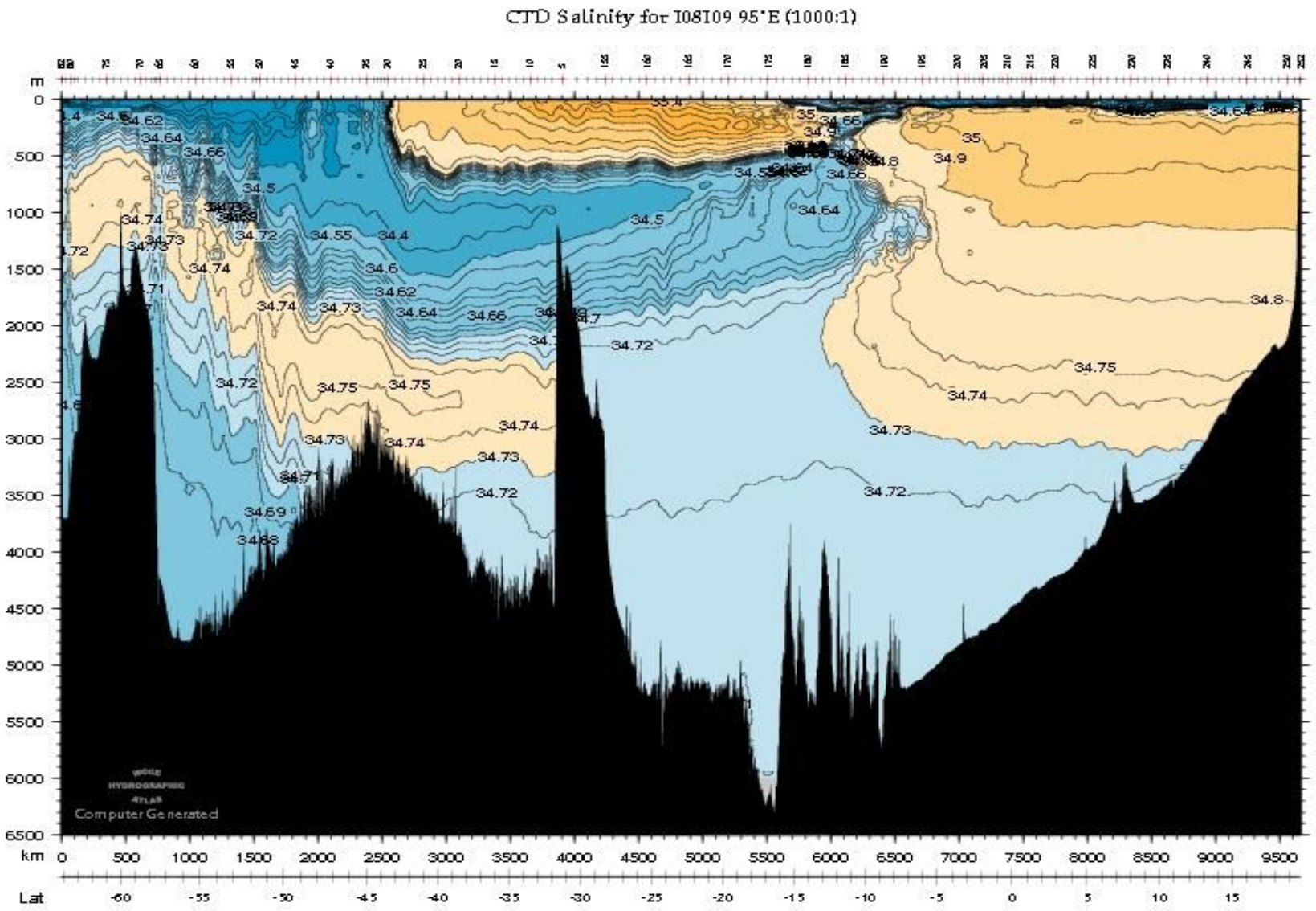
Тихий океан

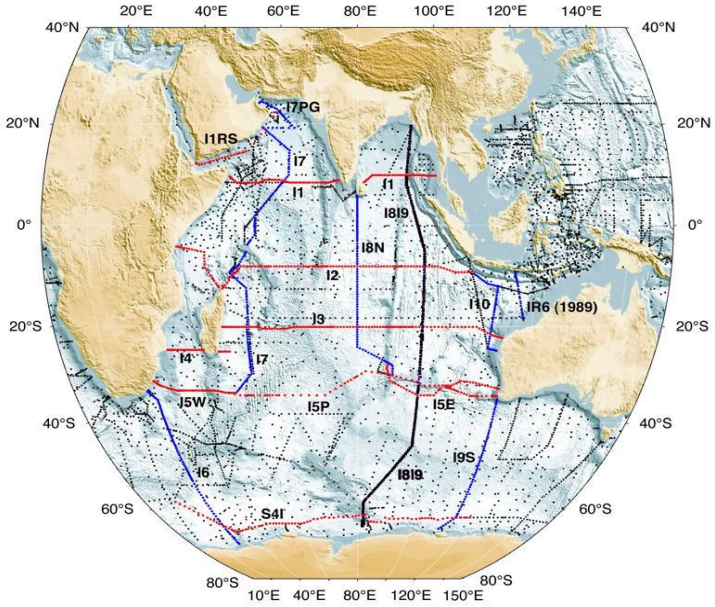




Вертикальное распределение солености

Индийский океан

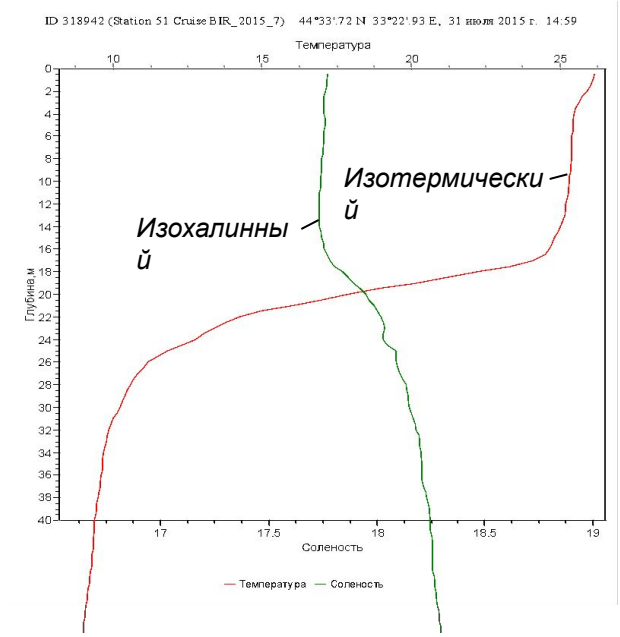


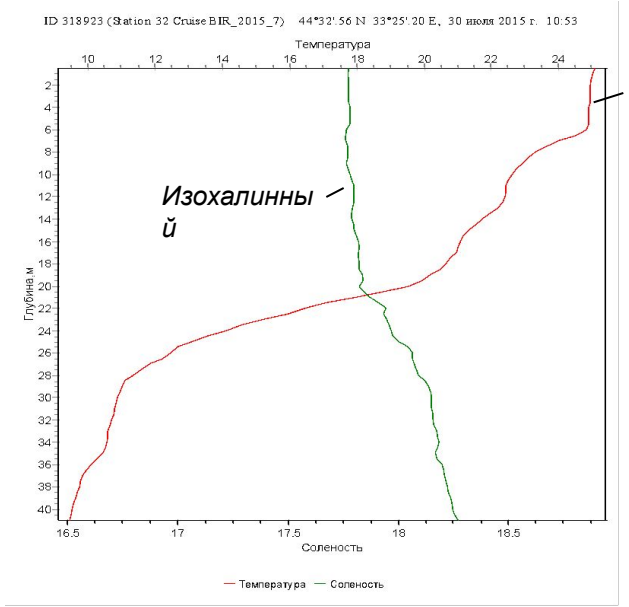


Вертикальное распределение солености

Верхний квазиоднородный слой

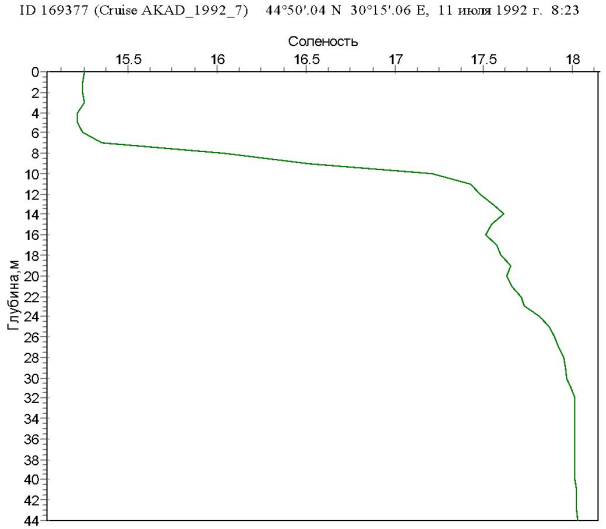
Изохалинный слой более консервативен, чем *изотермический слой*. В весенне-летний период года его толщина может преобладать.





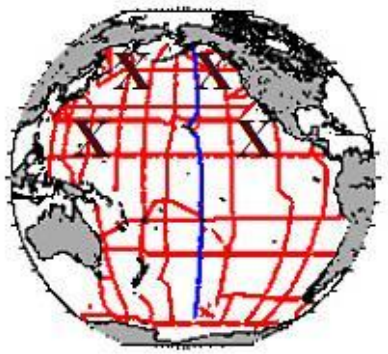
Сезонный галоклин

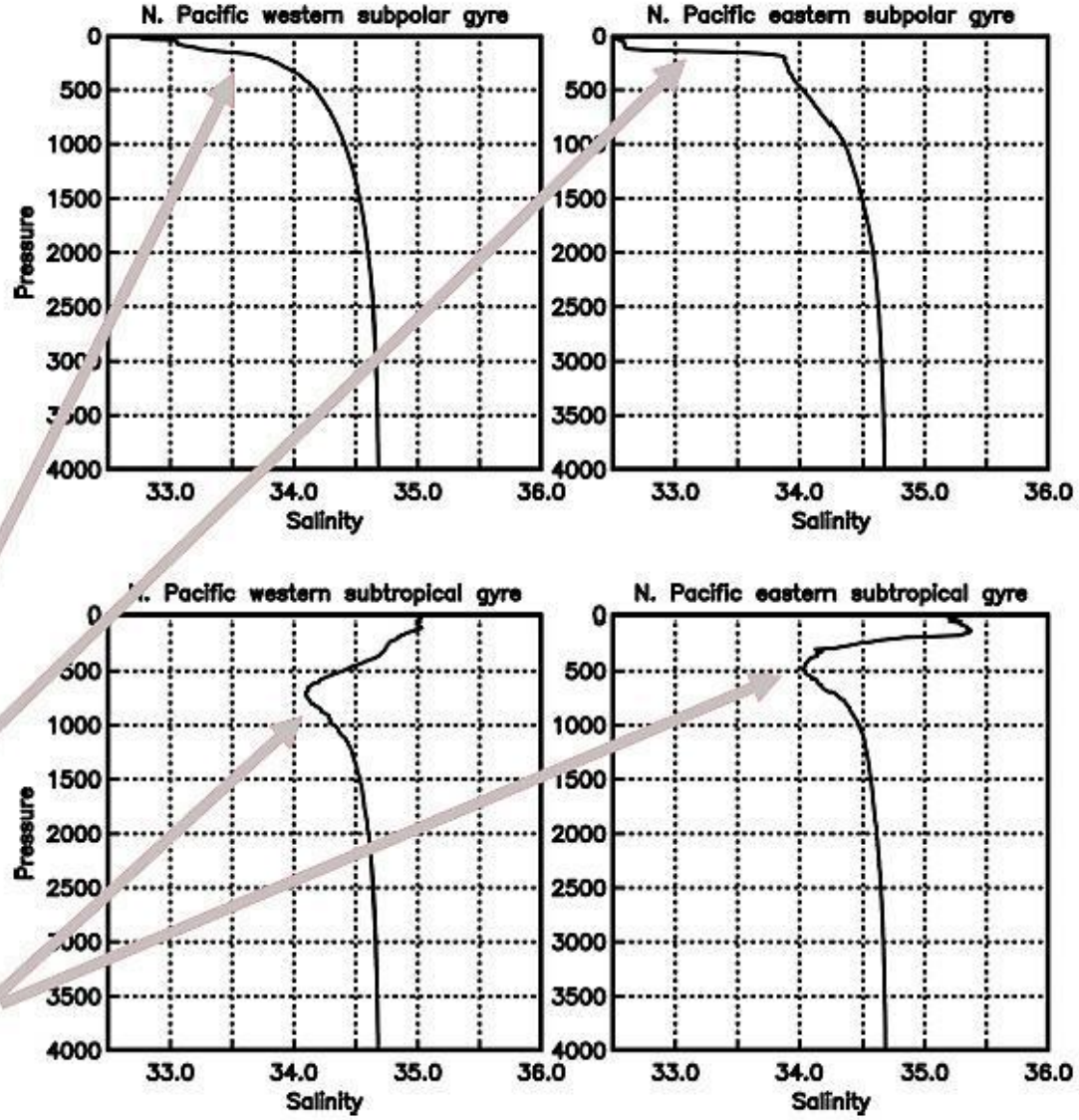
Происхождение – сезонный ход таяния льдов, стока рек, атмосферных осадков



Черное море

Вертикальное распределение солености



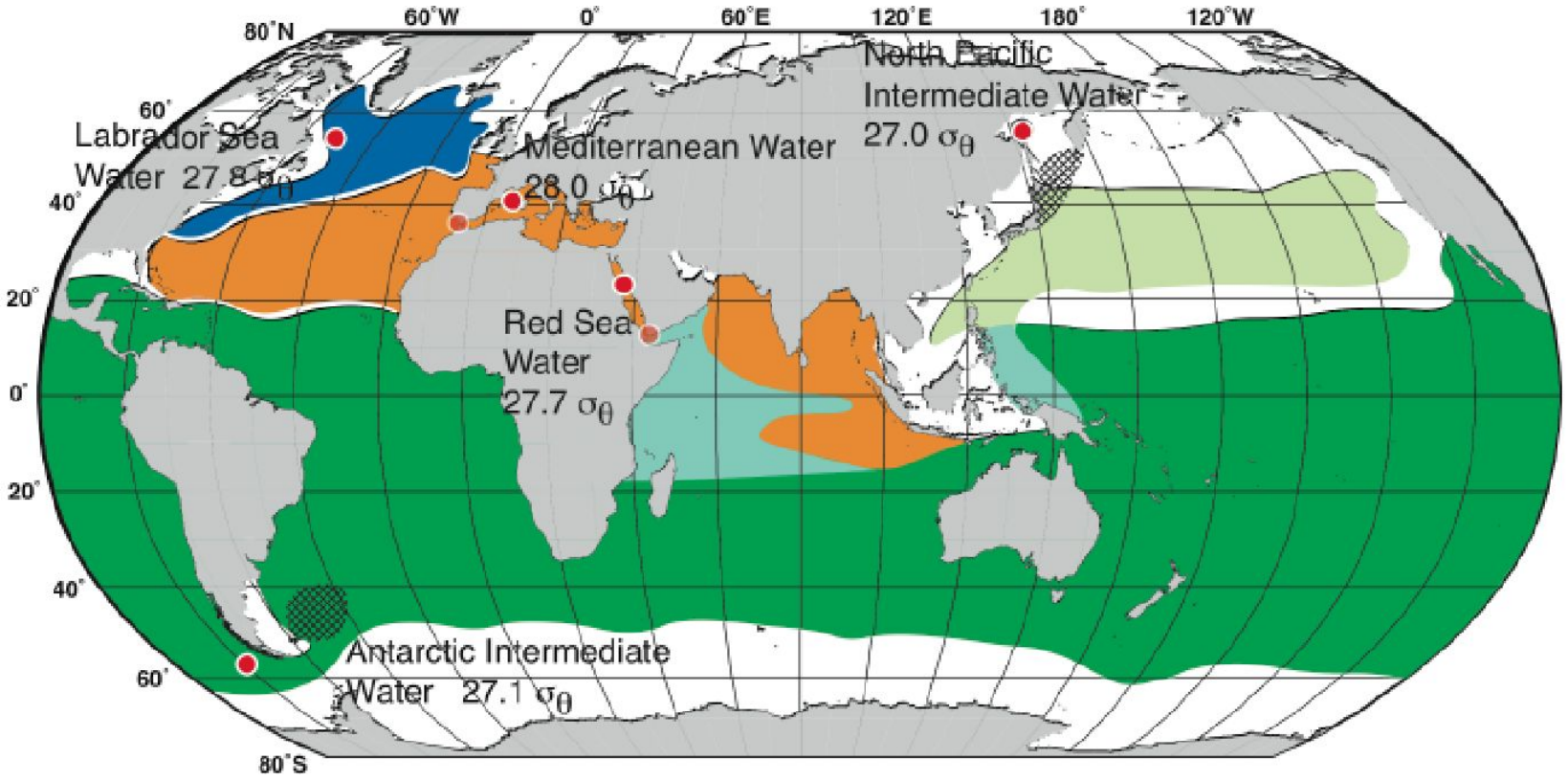


Постоянный галоклин

Промежуточный минимум солености

Вертикальное распределение солености

Промежуточные экстремумы

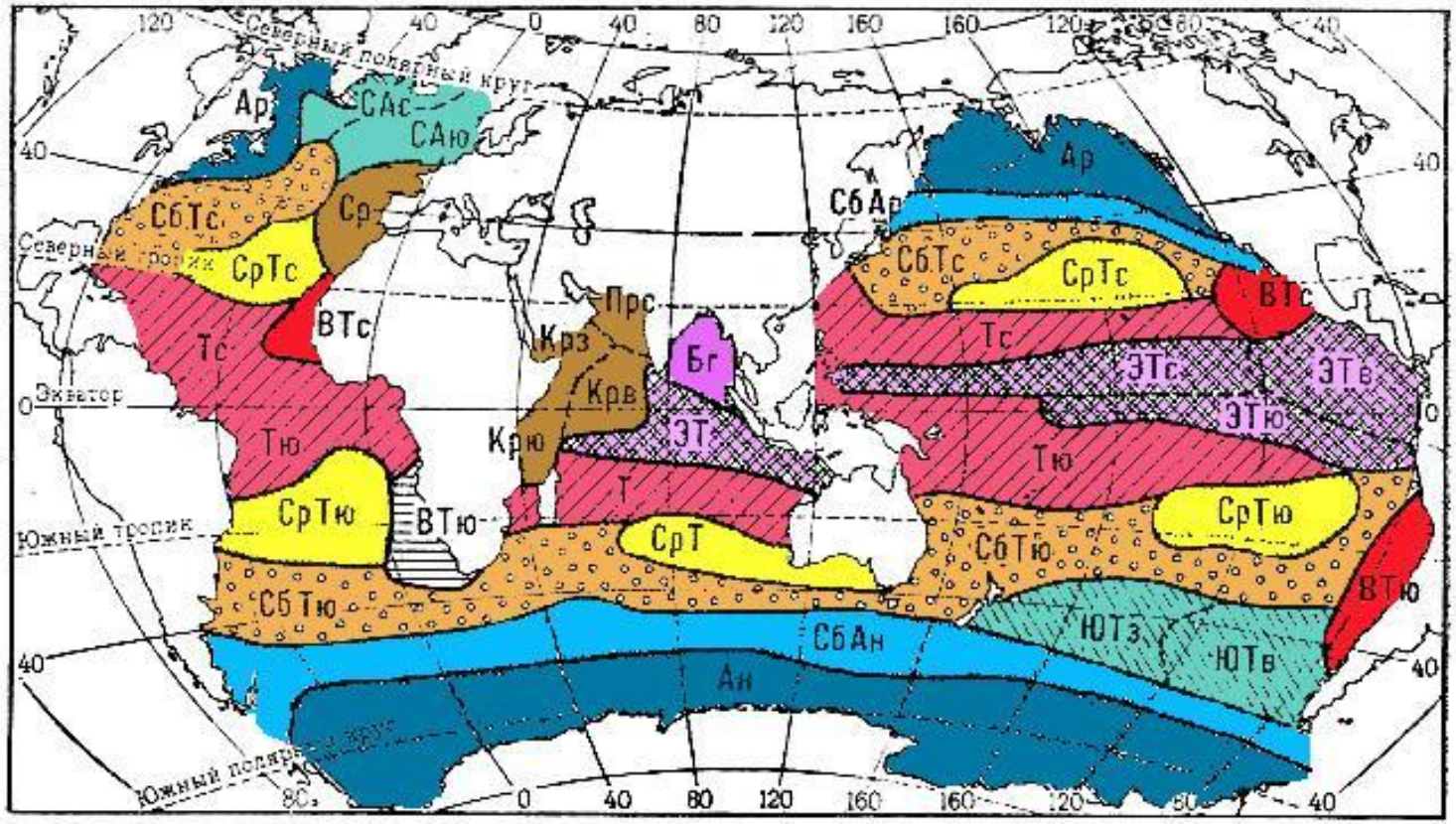


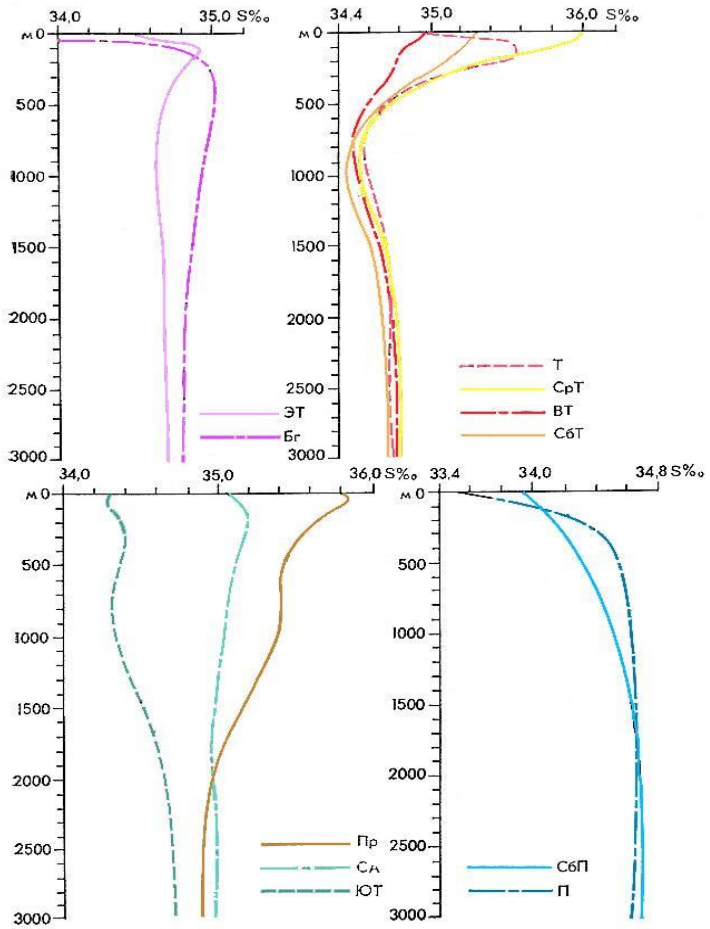
Промежуточный максимум солености

Промежуточный минимум солености

Вертикальное распределение солености

Типизация





Районирование Мирового океана по типам вертикального распределения солености (по В.Н. Степанову)

ЭТ – экваториально-тропический; Бг – бенгальский; Т – тропический (основной); СрТ – срединнотропический;); ВТ – восточнотропический;
Пр – присредиземноморский (Ср – средиземноморский, Кр – красноморский); СбТ – субтропический; СА – североатлантический; ЮТ – южнотихоокеанский; СбП – субполярный (СбАр – субарктический, СбАн – субантарктический); П – полярный (Ар – арктический, Ан – антарктический).

Формирование халинной структуры океана

- Поверхностные слои – разность испарения и атмосферных осадков, в прибрежных районах речной сток, в полярных районах ледовые процессы, поверхностные течения;
- Промежуточные слои – вертикальный солеобмен, вертикальная циркуляция вод, распространение менее соленых водных масс из субполярных районов (промежуточный минимум солености) или более соленых вод из субтропических районов (промежуточный максимум солености);
- Глубинные и придонные слои – распространение водных масс из районов глубокой конвекции (Антарктида и Северная Атлантика);