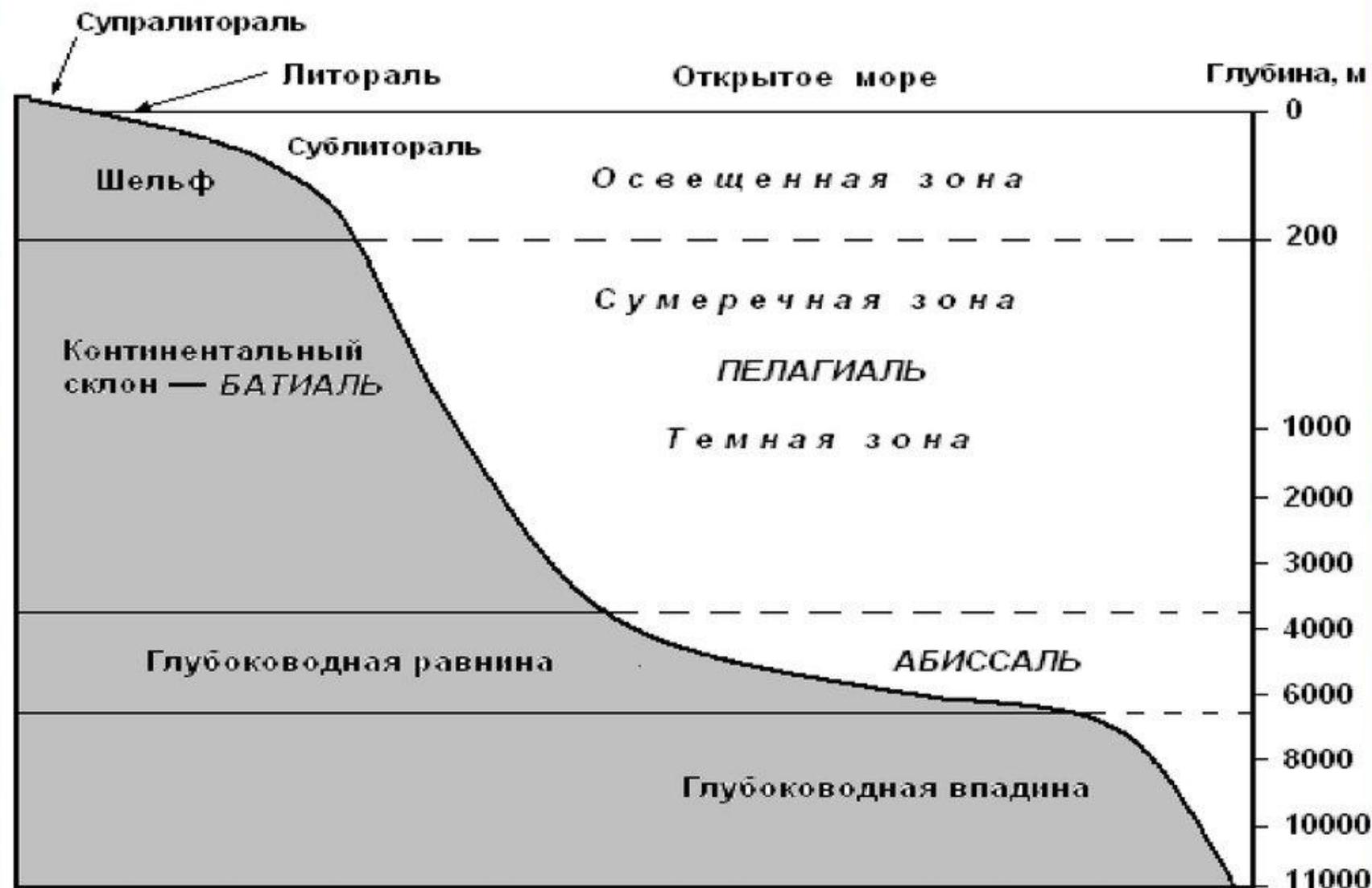
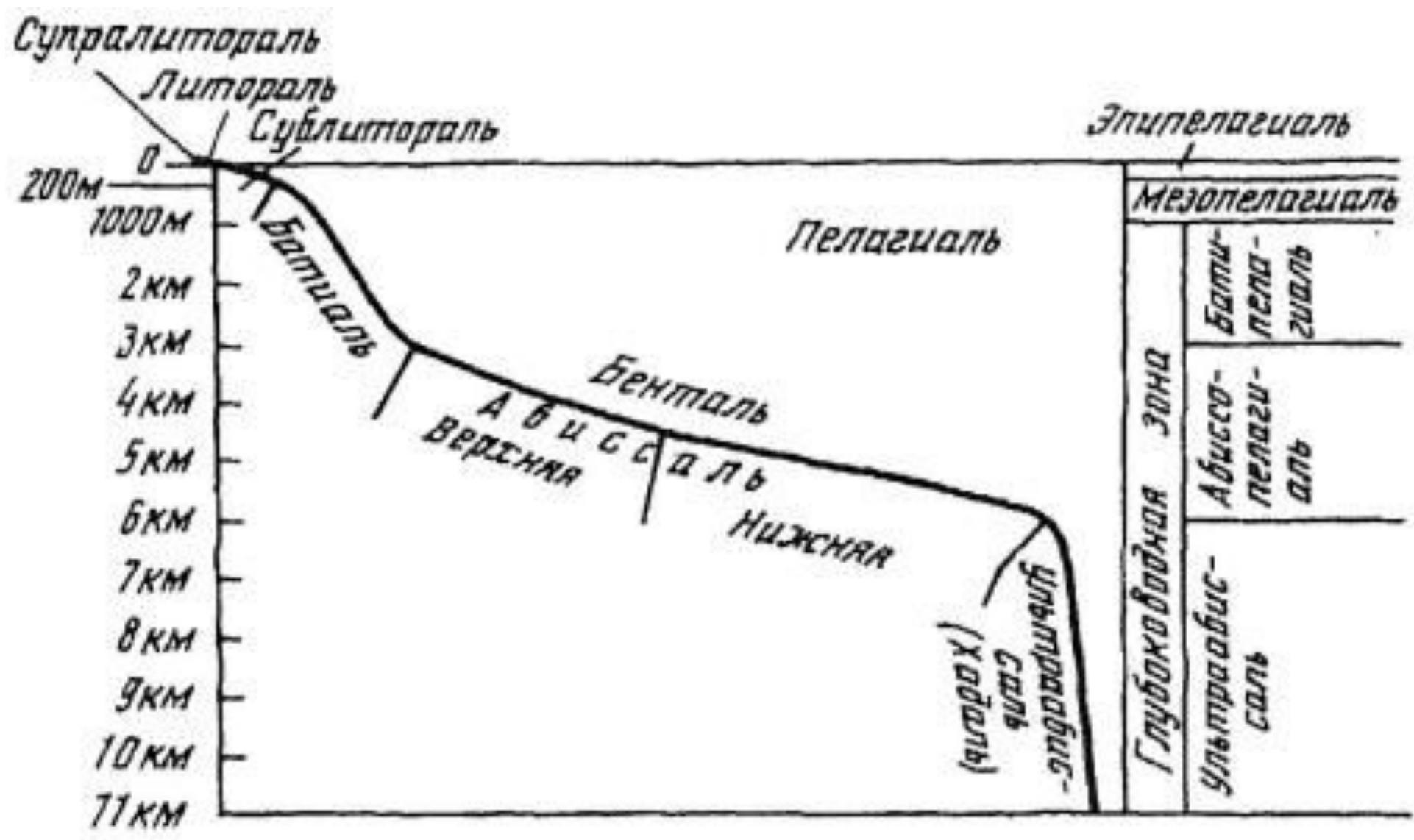
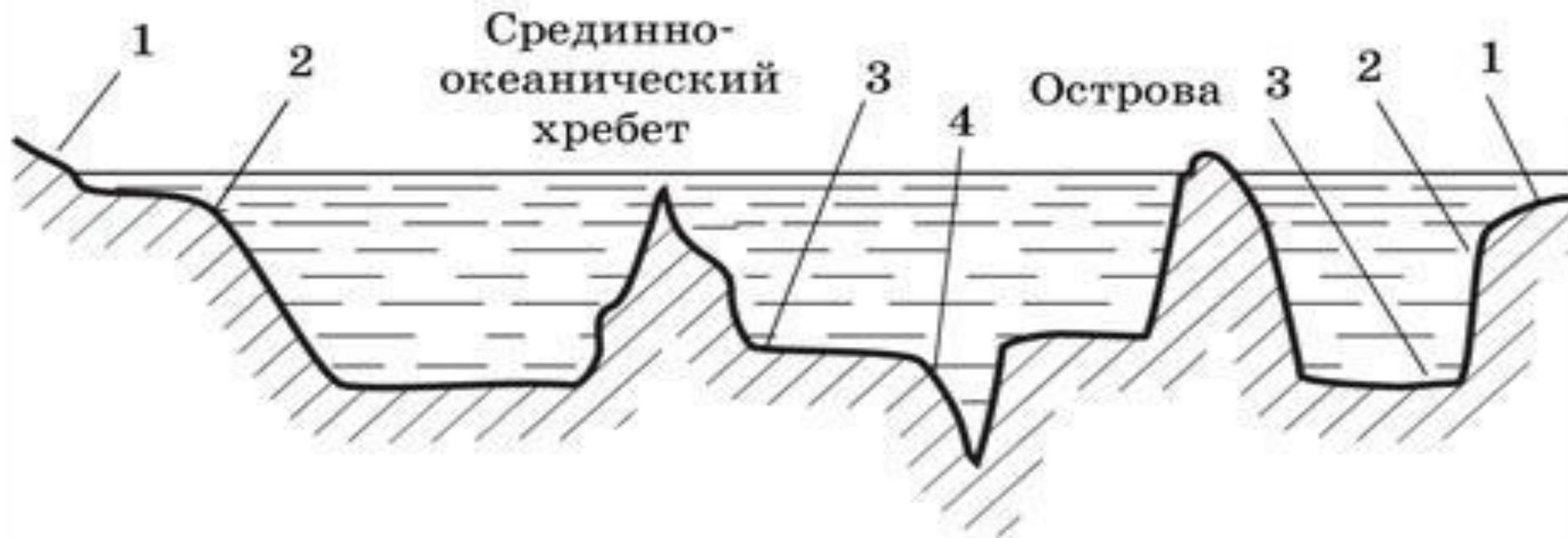


**Вертикальная  
зональность  
Мирового Океана**

# Экологические зоны Мирового океана







- 1) материковая отмель (шельф) — продолжение под поверхностью моря прибрежной части материка с глубинами от 0 до 200 м;
- 2) материковый склон — часть дна океана, переходная от шельфа к ложу океана, глубиной до 2500 м;
- 3) ложе океана глубиной от 2500 до 6000 м;
- 4) глубоководные желоба (разломы земной коры) с глубинами свыше 6000 м.

Рис. 11

В пелагиали вследствие вертикального перемешивания вод и существования краткопериодных вертикальных миграций пелагических организмов вертикальная зональность выражена в гораздо меньшей степени относительно бентали.

Но в целом:

сублиторали соответствует **эпипелагиаль**,

верхнему горизонту батиали -

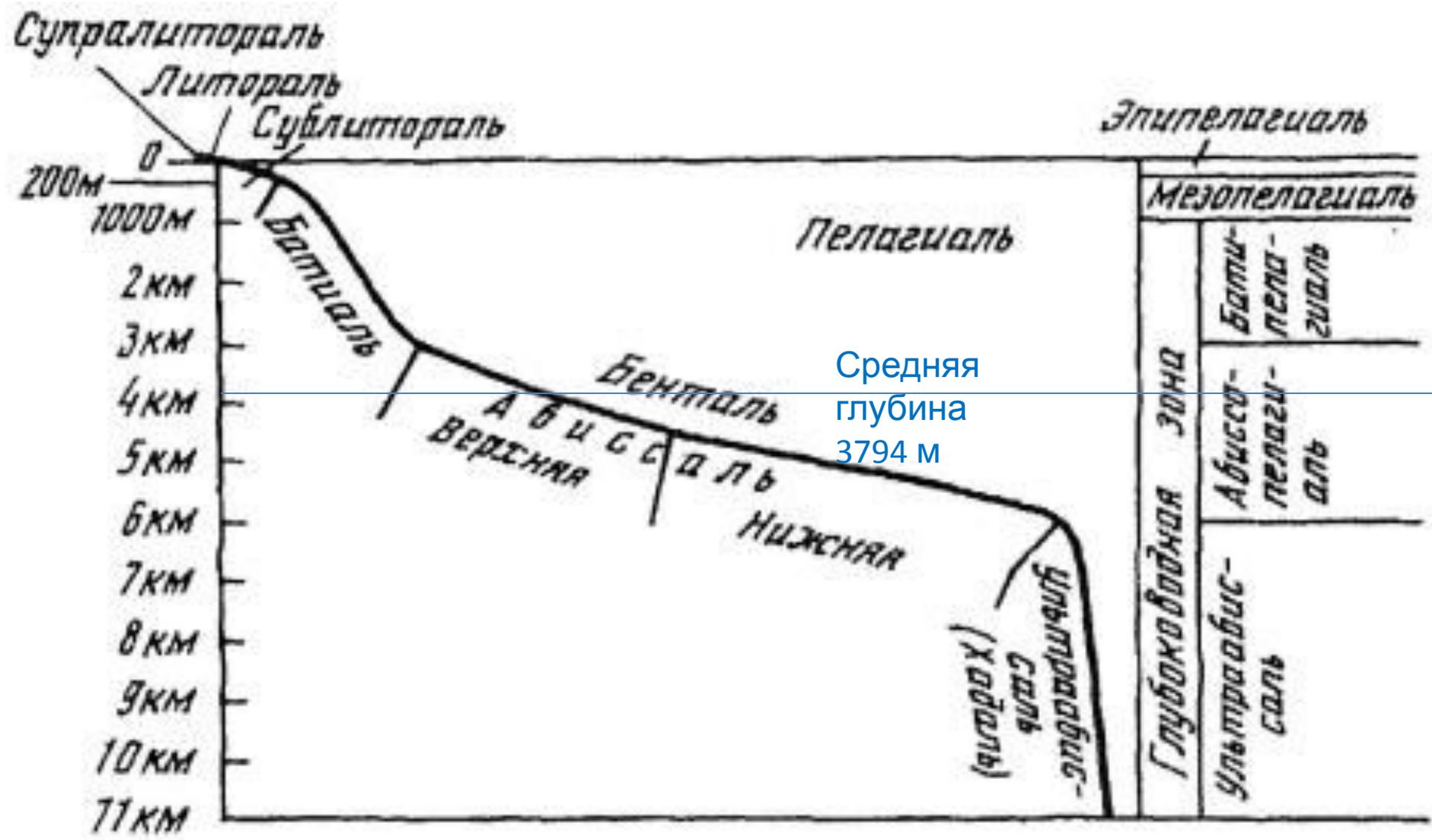
**мезопелагиаль**,

нижнему горизонту батиали и

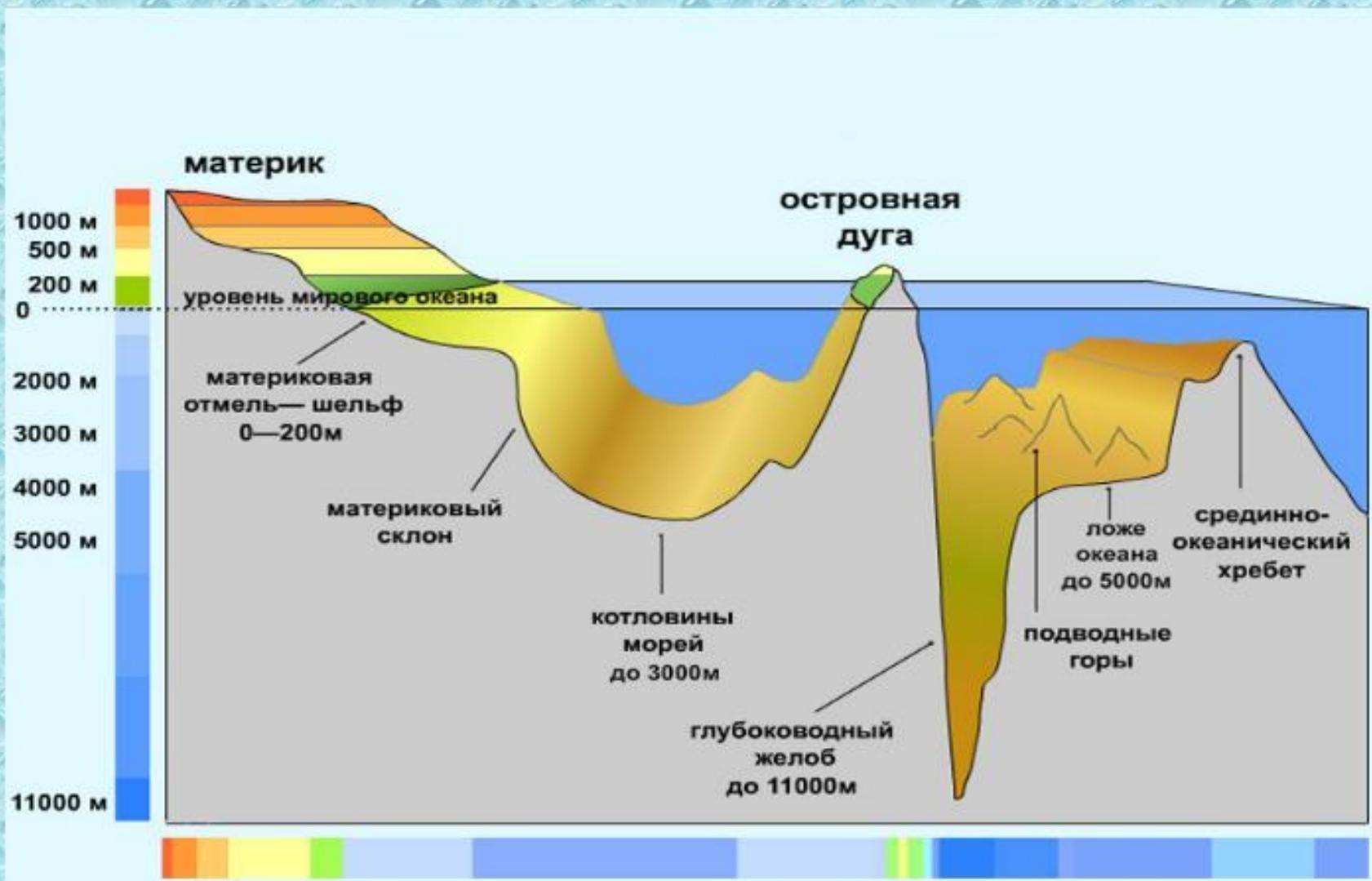
батиабиссальному переходному горизонту -

**батипелагиаль**,

абиссали - **абиссопелагиаль**.



# Зоны мирового океана



# **Широтная зональность**

## **Мирового Океана**

Зональность Мирового океана вызвана главным образом широтным распределением поступающей к поверхности океана солнечной радиации и механической энергии ветра

Представление о зональности Мирового океана сформировалось во времена парусного флота:

вблизи экватора выделялась **зона затишья**,

вокруг неё - **зоны пассатов** Северного и Южного полушария (северо-восточного и юго-восточного направлений), за ними –

**штилевые «конские широты»**, затем

**зоны западных ветров**, включающие

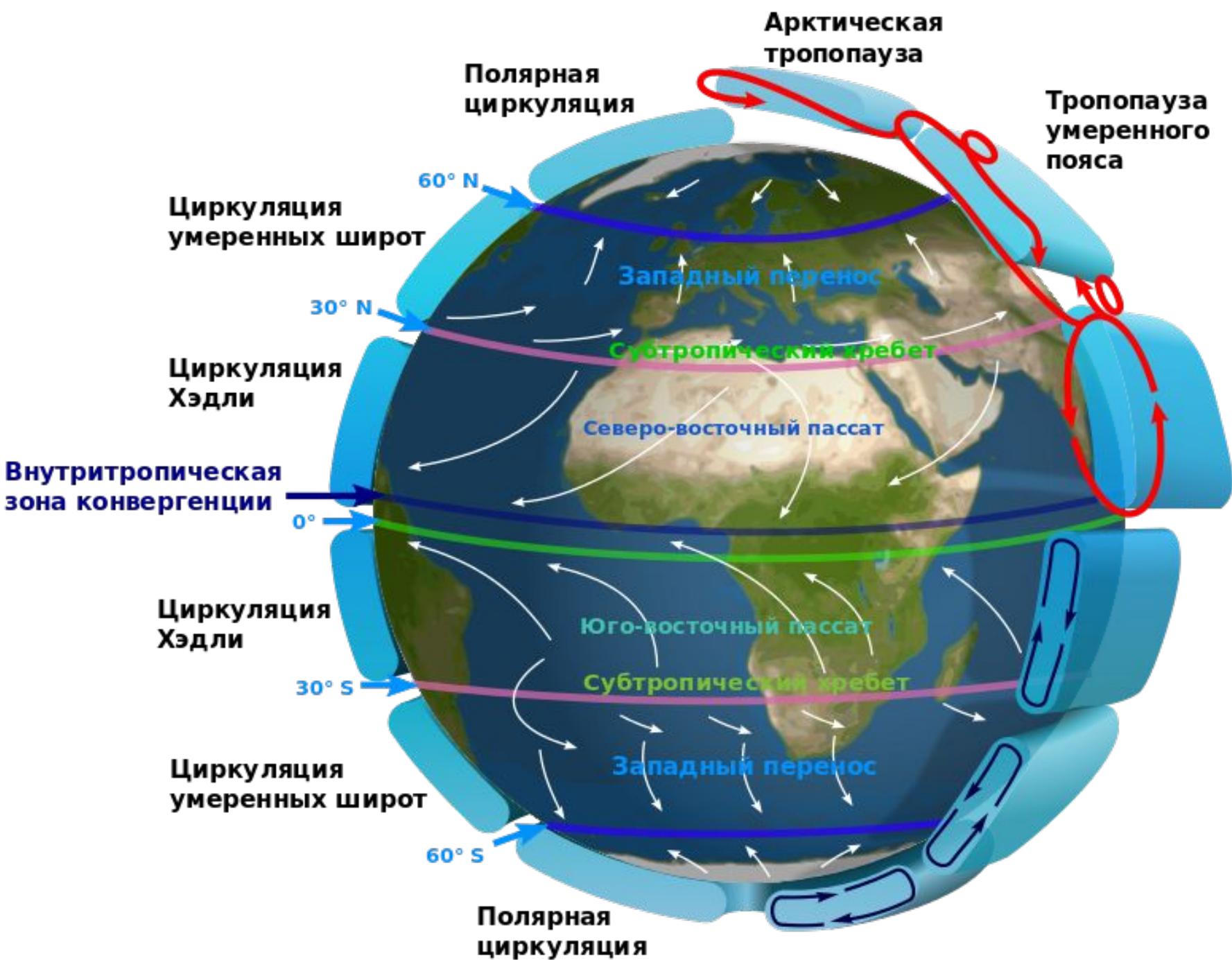
«ревущие сороковые»,

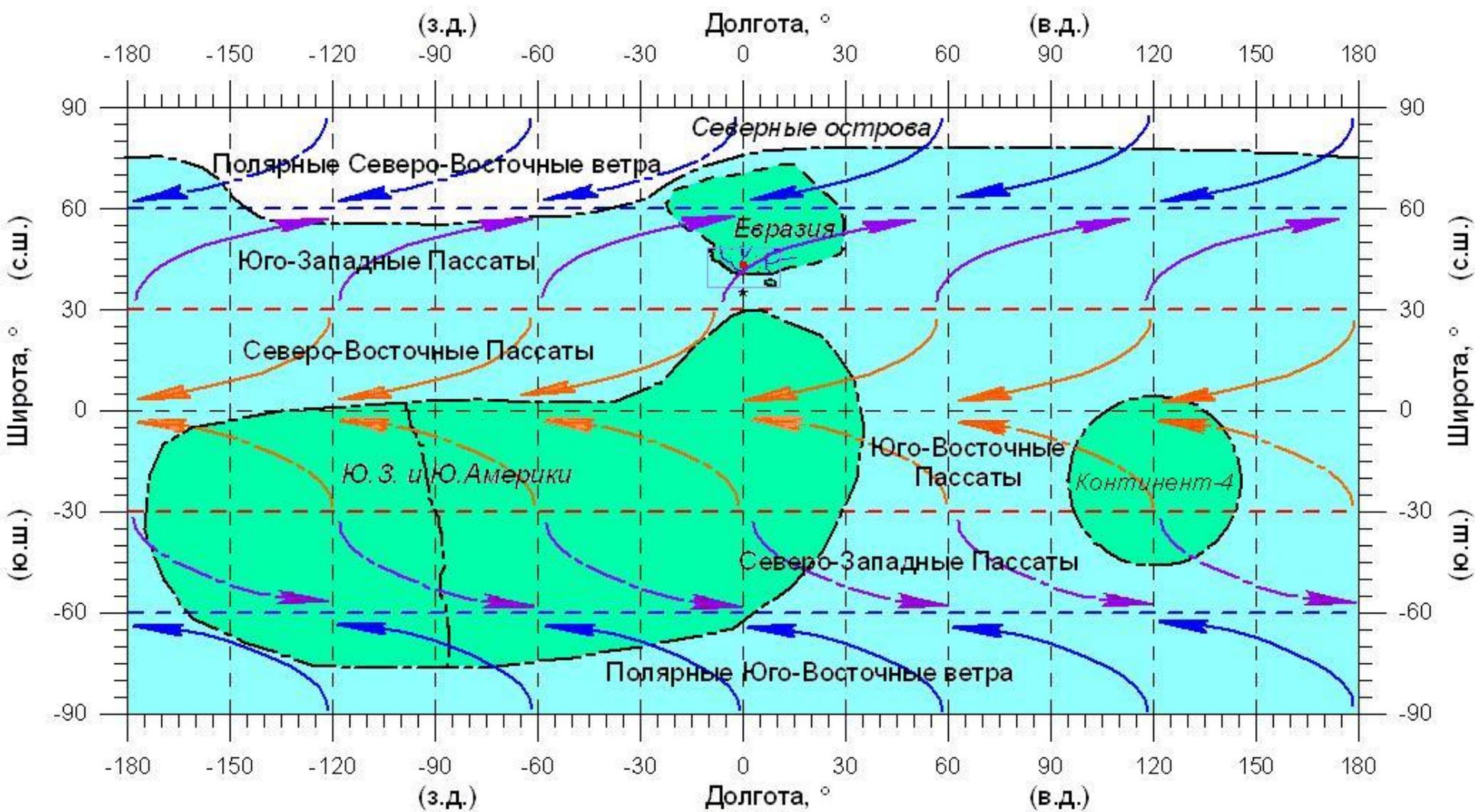
«неистовые пятидесятые» и

«пронзительные шестидесятые» широты

Южного океана







Карта пассатов Платформы-5

Первая трёхмерная схема зональности Мирового океана дана в работе немецкого океанографа А. Дефанта (1928), который разделил Мировой океан на две сферы - океанскую тропосферу, или тёплый океан (ТО), и океанскую стратосферу, или холодный океан (ХО).

ТО занимает центральную часть Мирового океана, образует на поверхности тёплый пояс приблизительно между  $45^\circ$  северной широты и  $45^\circ$  южной широты, глубина которого несколько сотен метров.

ТО отделён от ХО слоем скачка температуры (постоянным термоклинном) с характерной изотермой  $10^\circ\text{C}$ .

Воды ХО лежат под водами ТО и выступают на поверхность южнее и севернее его границ со стороны полюсов, где занимают всю толщу от поверхности до дна.

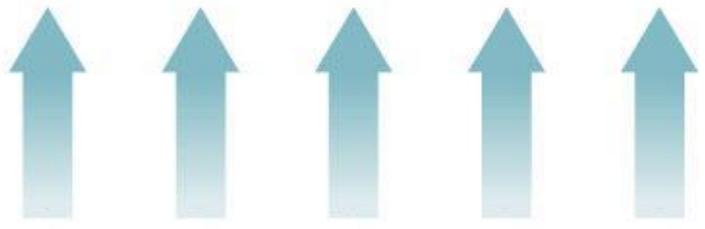
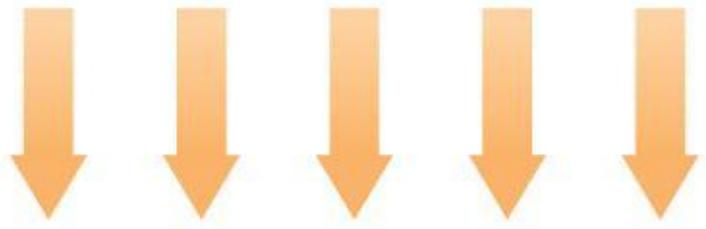
На поверхности океана выделяются три тепловых пояса: северный холодный, центральный тёплый и южный холодный. Граница между тёплым и холодным поясом (у Дефанта это выход на поверхность океана термоклина) - место расположения промежуточной умеренной зоны.

Equatorial regions

Heating

Cooling

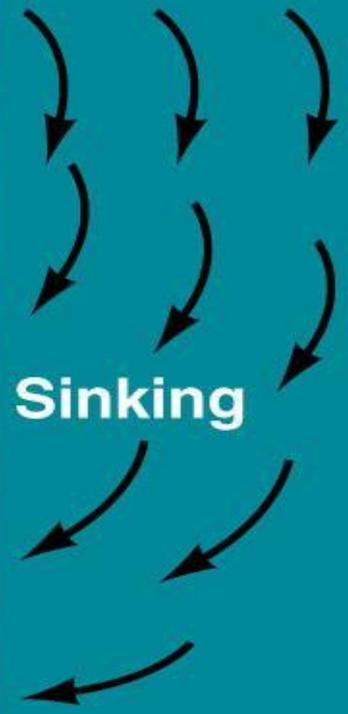
Polar regions



Surface flow

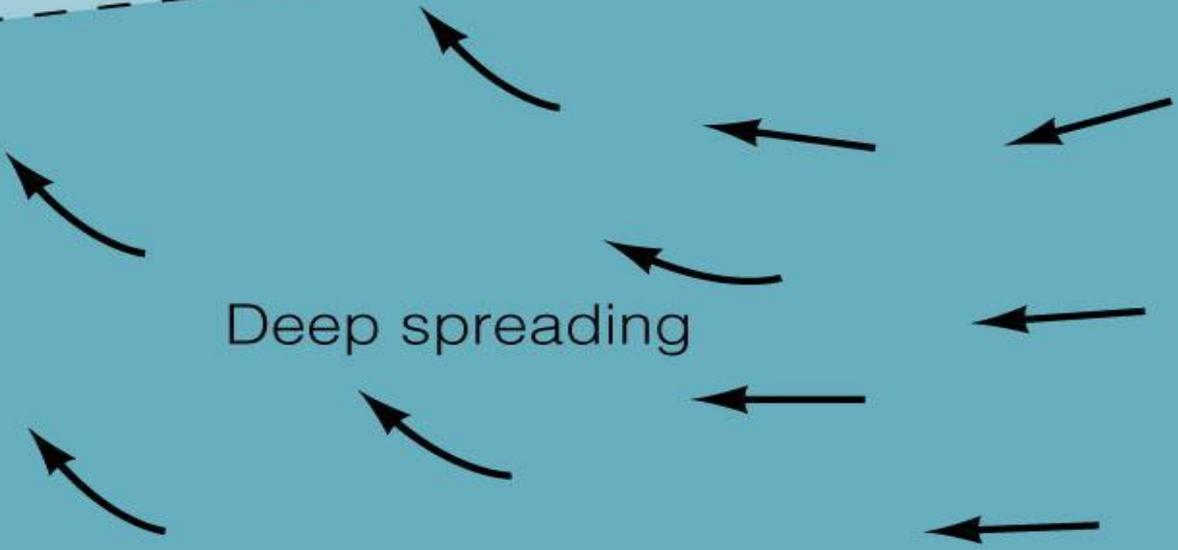


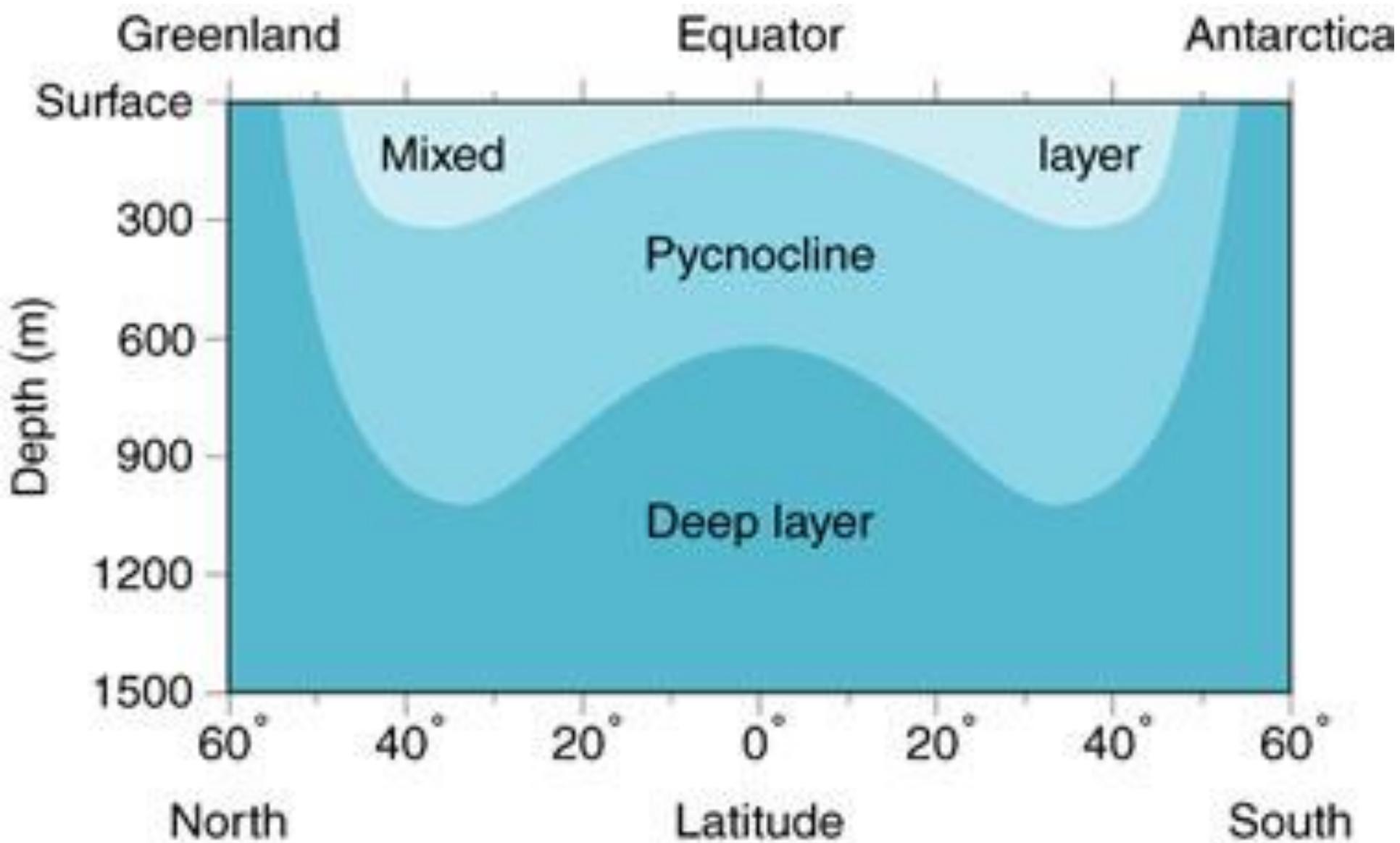
Thermocline



**Sinking**

Deep spreading





МЛН. КМ<sup>3</sup>

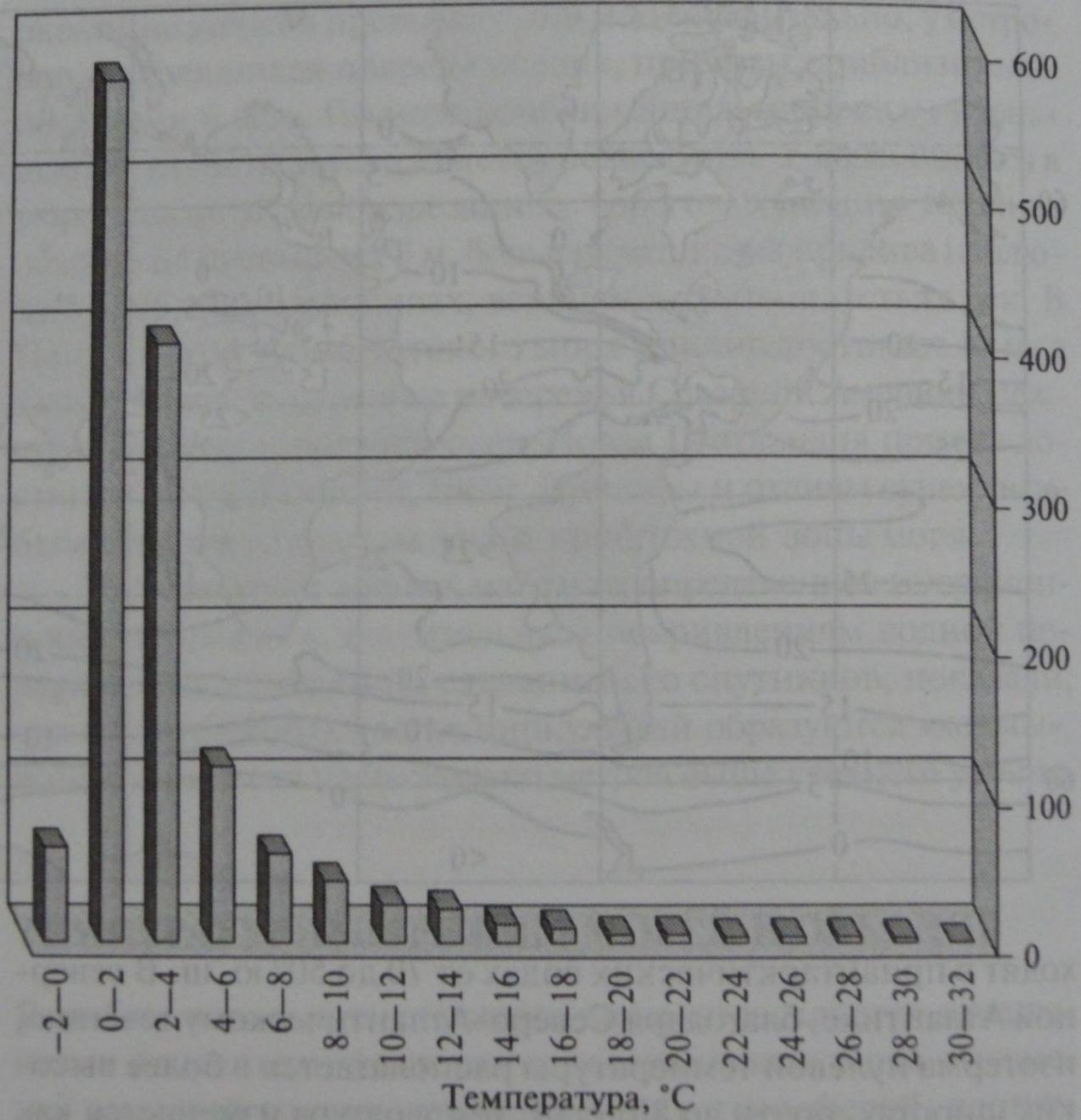
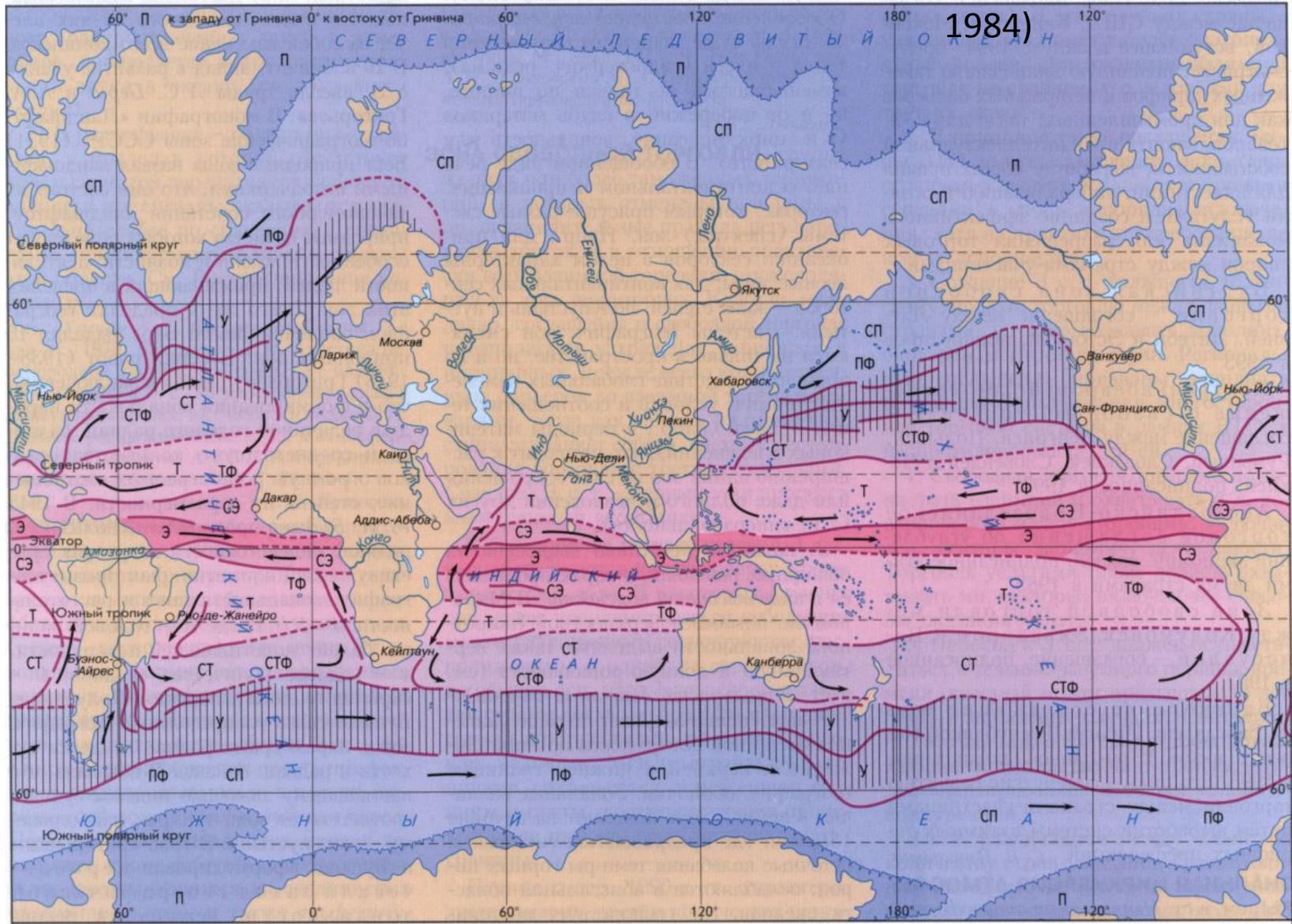


Рис. 4.4. Объем вод океана с различной температурой (по Дрейк и др., 1982)

Зональность, состоящая из пяти зон (две холодные, две умеренные и одна жаркая), была предложена С. В. Колесником в 1947.

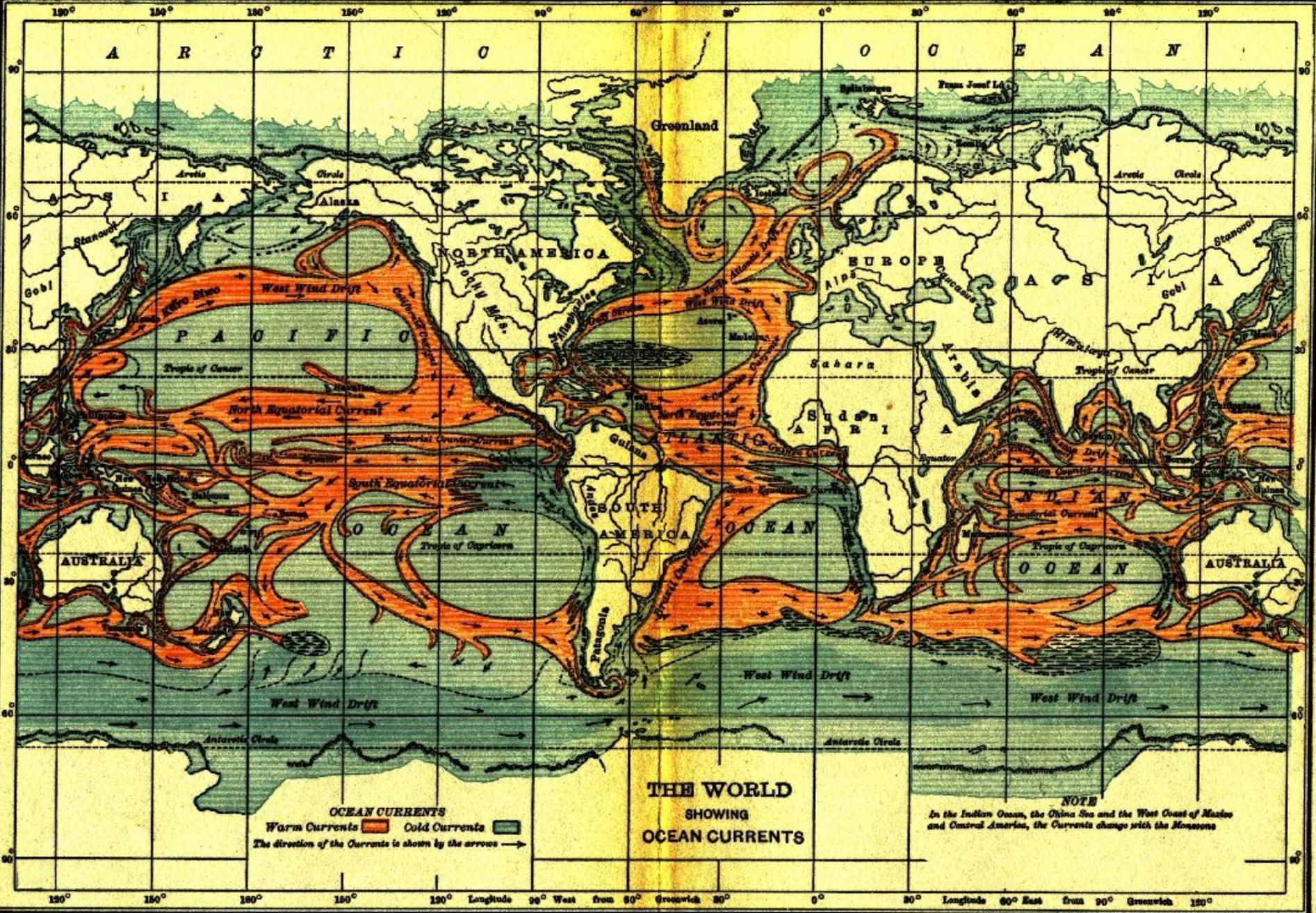
Границы зон проведены по изотермам 10 и 20°C.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МИРОВОГО ОКЕАНА (по В.Л. Лебедеву, 1984)



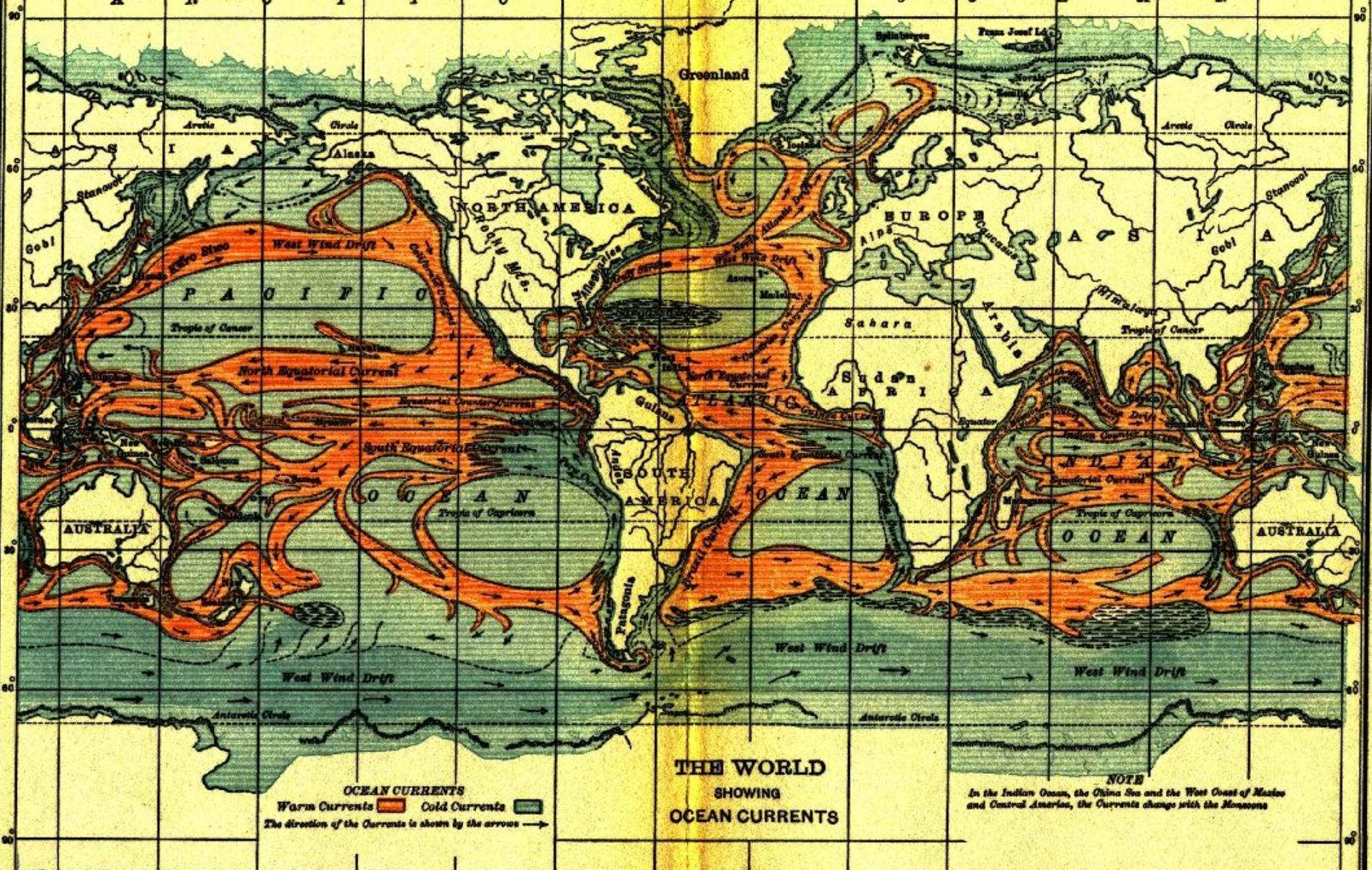
Граница постоянных льдов	Зона смешения холодных и тепловодных видов фитопланктона	<b>Умеренный пояс</b>	Экваториальный пояс
Границы океанских фронтов	<b>ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОЯСА</b>	Умеренная зона	Субэкваториальная зона
Экстраполяция океанских фронтов	<b>Холодный пояс</b>	Тёплый пояс	Экваториальная зона
Течения	Полярная зона	Субтропическая зона	Фронт
	Субполярная зона	Тропическая зона	

Масштаб 1: 180 000 000  
 Специальное содержание разработал В.Л. Лебедев



190° 180° 150° 120° 90° 60° 30° 0° 30° 60° 90° 120° 150°

A R O T I O O C E A N



190° 150° 180° 150° 120° Longitude 90° West from 60° Greenwich 30° 0° 30° Longitude 60° East from 90° Greenwich 120°

# ФИТОПЛАНКТОН

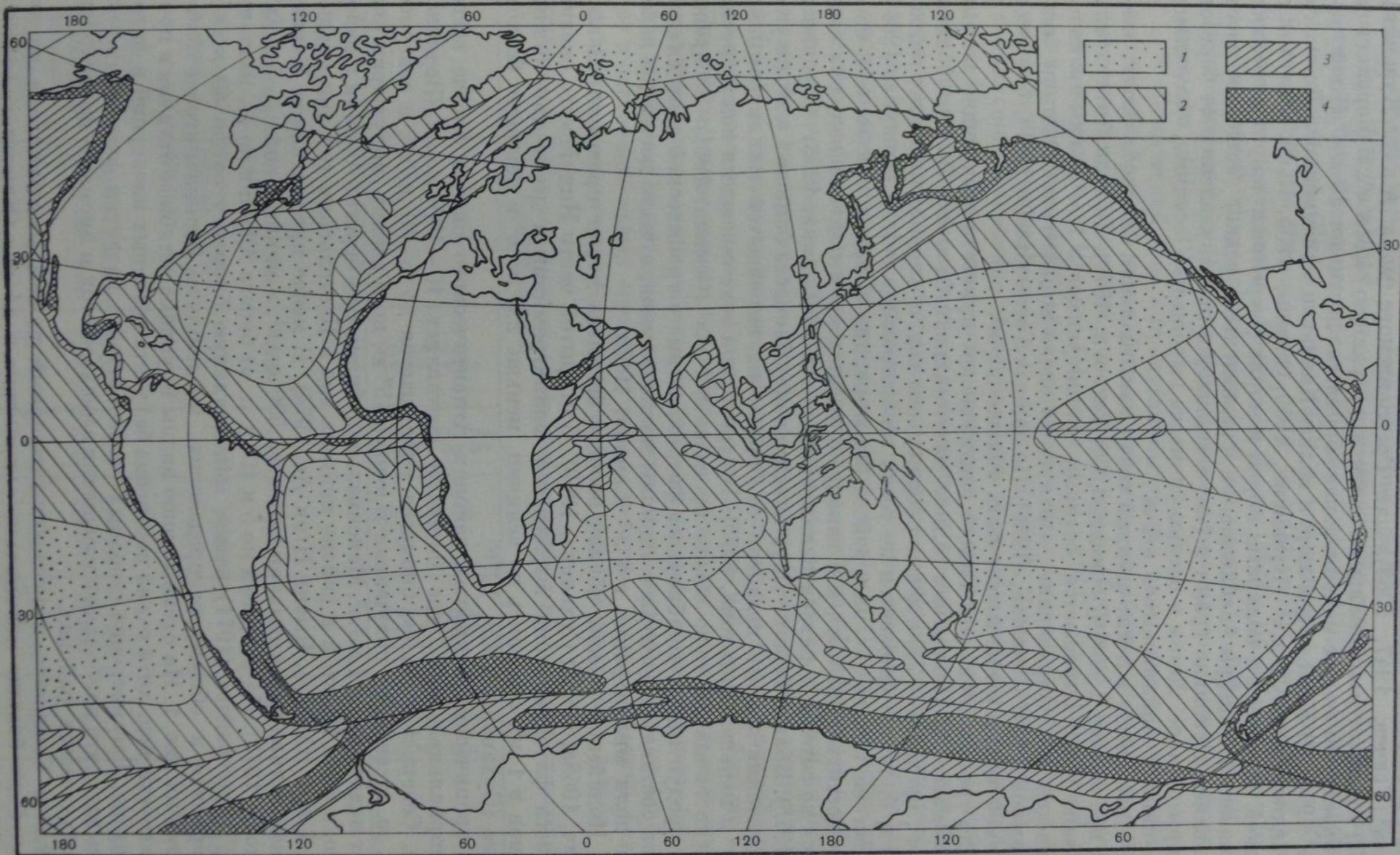


Рис. 1. Схема распределения численности клеток (кл/л) (по Волковинскому и др., 1972)  
 Средние значения для слоя 0—100 м: 1 —  $< 10^2$ ; 2 —  $10^2 - 10^3$ ; 3 —  $10^3 - 10^4$ ; 4 —  $> 10^4$

# Различают следующие зоны формирования планктонных сообществ:

- \* Неритическая (прибрежная, надшельфовая),
- \* Дальне-неритическая
- \* Океаническая

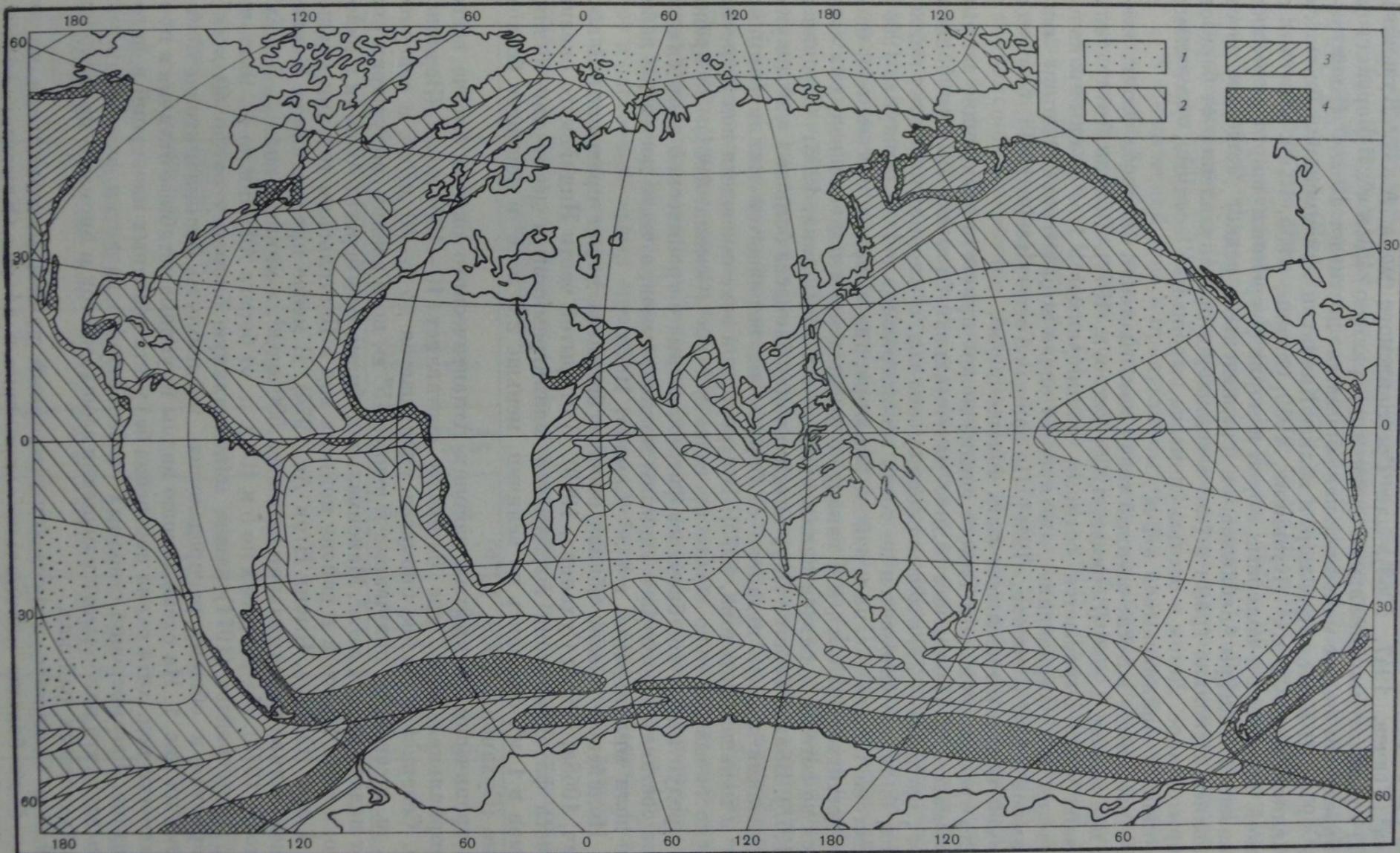


Рис. 1. Схема распределения численности клеток (кл/л) (по Волковинскому и др., 1972)  
 Средние значения для слоя 0—100 м: 1 —  $< 10^2$ ; 2 —  $10^2 - 10^3$ ; 3 —  $10^3 - 10^4$ ; 4 —  $> 10^4$

планктона в эвтрофных и эвтрофных районах приведена в табл. 1.

Таблица 1. Типы вод Мирового океана, различающиеся по богатству фитопланктона, и их характеристика

Типы вод	Район	Среднее число, кл/л	Средняя биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Максимальное число, кл/л	Максимальная биомасса, мг/м <sup>3</sup>	Продолжительность вегетационного периода, месяцы	Автор
<i>Олиготрофные</i>							
Высокоширотные	Северный Полярный бассейн	800	—	2 600	—	1	Kawamura, 1967
Низкоширотные	Субтропические районы Тихого океана, вдали от берегов	100	0,5—1	1 000	10	12	Расчет без сезонных наблюдений, по собственным данным
<i>Эвтрофные</i>							
Высоко- и среднеширотные	Норвежское море Побережье Камчатки	40 000 35 000	120 1000	216 000 1 294 000	1150 20 000	6—7 6	Виноградова, 1970 Семина, 1967, 1974
Низкоширотные	Панамский залив	212 170	>1000	4 643 000	>10 000	12	Smayda, 1966

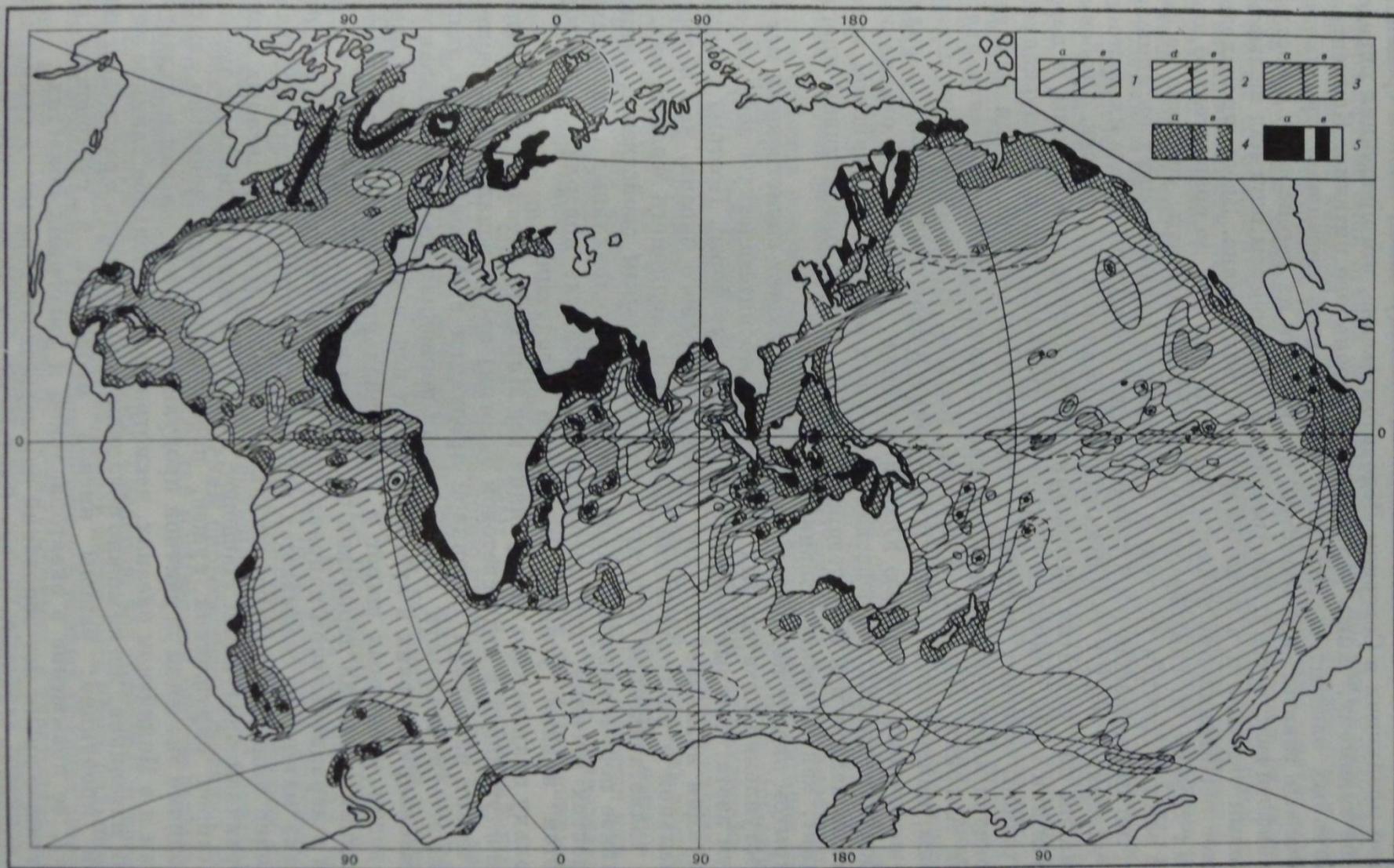


Рис. 2. Распределение средней годовой первичной продукции ( $\text{мг С/м}^2$  в день) по акватории Мирового океана

1) —  $< 100$ ; 2) —  $100-150$ ; 3) —  $150-250$ ; 4) —  $250-500$ ; 5) —  $> 500$ ;

а — по результатам определения первичной продукции радиоуглеродным методом;

б — по косвенным данным

# Вертикальное распределение фитопланктона

обычно более богатый слой передается в более бедный. Можно сказать, что бедные горизонты верхнего слоя по количеству фитопланктона сравнимы с его количеством в более глубоких слоях. В то же время, обогащенные горизонты верхнего слоя по количеству фитопланктона обычно гораздо богаче тех скоплений, которые бывают глубже основного пикноклина, особенно на больших глубинах.

Слой, в котором наблюдаются особенно плотные скопления фитопланктона, — это трофогенный слой (Naumann, 1931). Его нижняя граница лежит на самом нижнем богатом горизонте, глубже которого на данной станции такого обилия фитопланктона уже нет. Экологическая плотность популяции (плотность в биотопе) выше, чем плотность псевдопопуляции в слоях глубже основного пикноклина.

Толщина трофогенного слоя в океане может изменяться в довольно широких пределах от очень тонкого приповерхностного слоя (по-видимому, меньше 5 м) до 200 м. Глубина положения основного пикноклина в Тихом океане изменяется от 10 до 250 м. Средняя толщина трофогенного слоя в районах, различающихся по количеству фитопланктона, соответствует средней глубине положения основного пикноклина (табл. 1). Соответствие между толщиной трофогенного слоя и глубиной положения основного пикноклина показано на рис. 1. На этом рисунке показано распределение клеток в юго-восточной части тропической зоны Атлантического океана в районе 8° ю. ш. — 17° ю. ш., от берегов Африки до нулевого меридиана. Максимальное число

**Таблица 1.** Средняя глубина трофогенного слоя и средняя глубина верхней и нижней границ основного пикноклина в Тихом океане и юго-восточной части Атлантики (Семина, 1976)

Район	Число станций	Толщина трофогенного слоя, м	Верхняя и нижняя граница основного пикноклина
-------	---------------	------------------------------	---

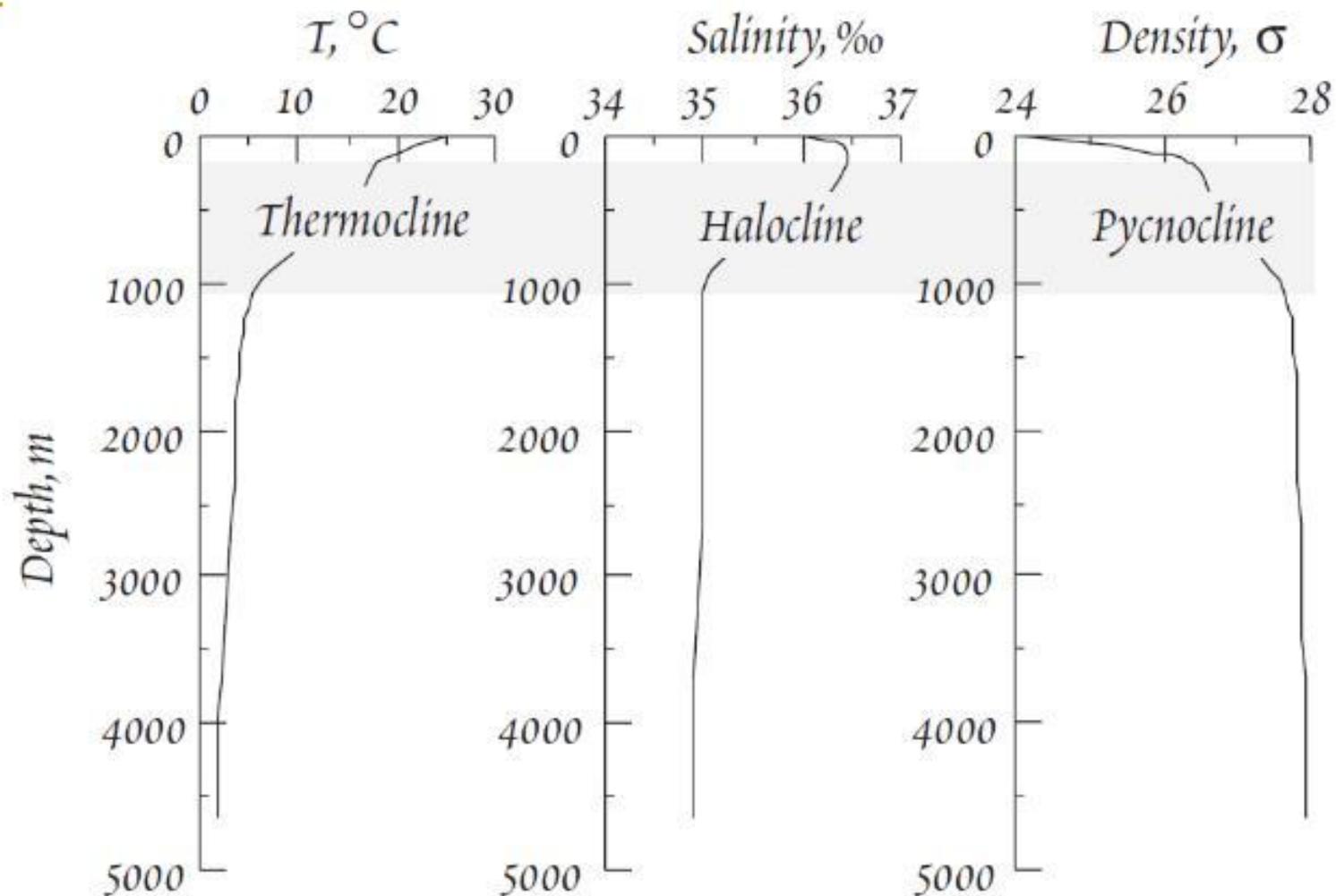
**Пикноклин** — резкий скачок плотности воды на глубине, расположенный ниже перемешанного слоя.

Слой в толще воды, где плотность изменяется с глубиной значительно быстрее, чем в соседних интервалах глубин.

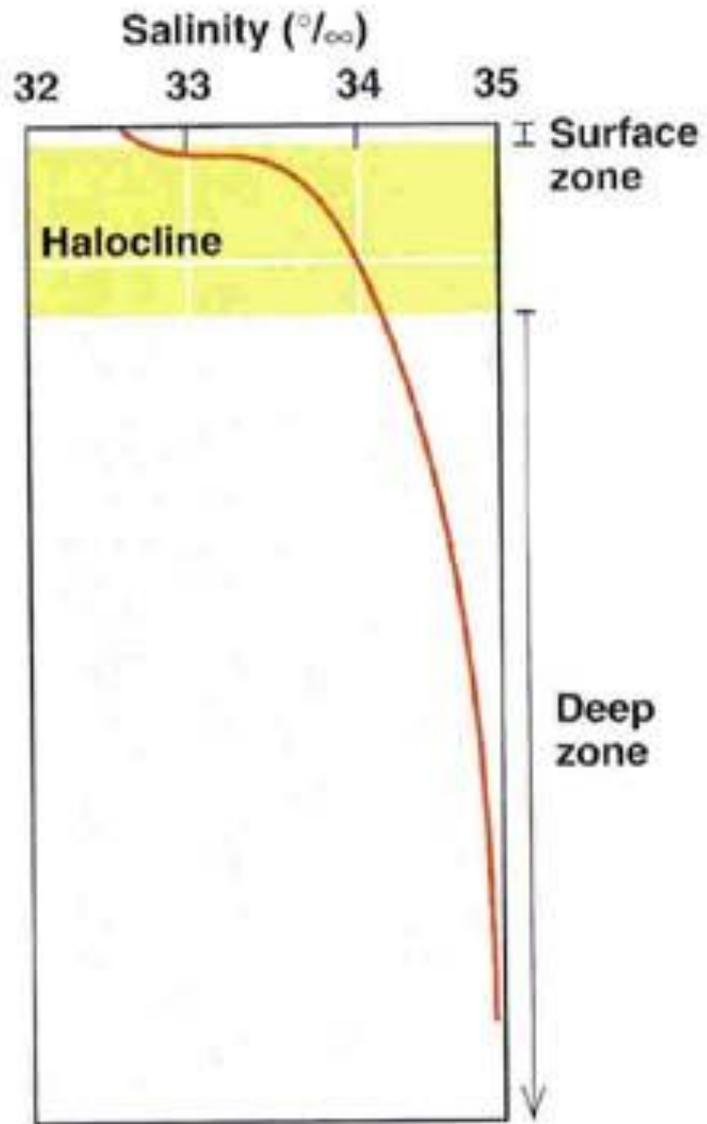
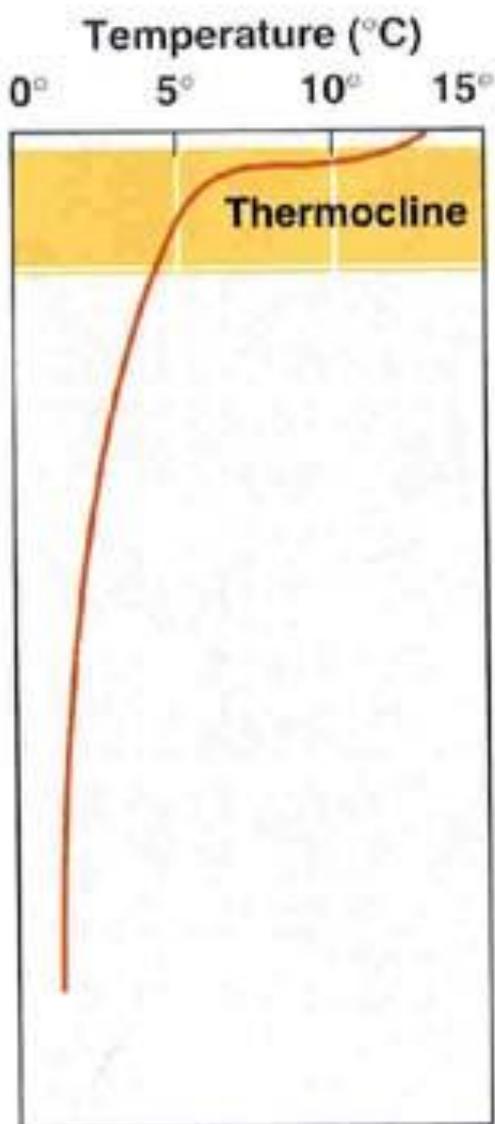
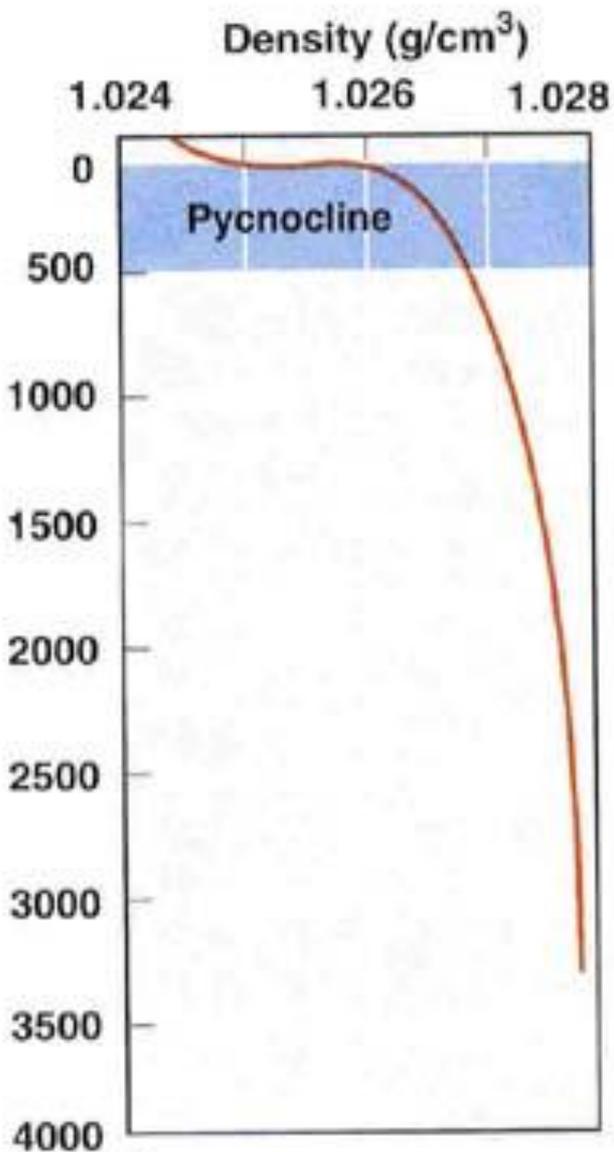
**Пикноклин играет важнейшую роль** в жизни Мирового океана.

В слое скачка плотности (глубина его залегания колеблется от 25 до 100—120 м) вертикальные градиенты плотности могут достигать весьма больших значений, и в этих случаях он играет роль «жидкого грунта», на котором могут сосредоточиваться не только планктонные, но и более крупные организмы.

Моряки-подводники иногда называют его «жидким грунтом». Является препятствием для прохождения гидроакустического сигнала, что служит маскирующим фактором при уклонении подводной лодки от гидроакустического поиска надводных кораблей.



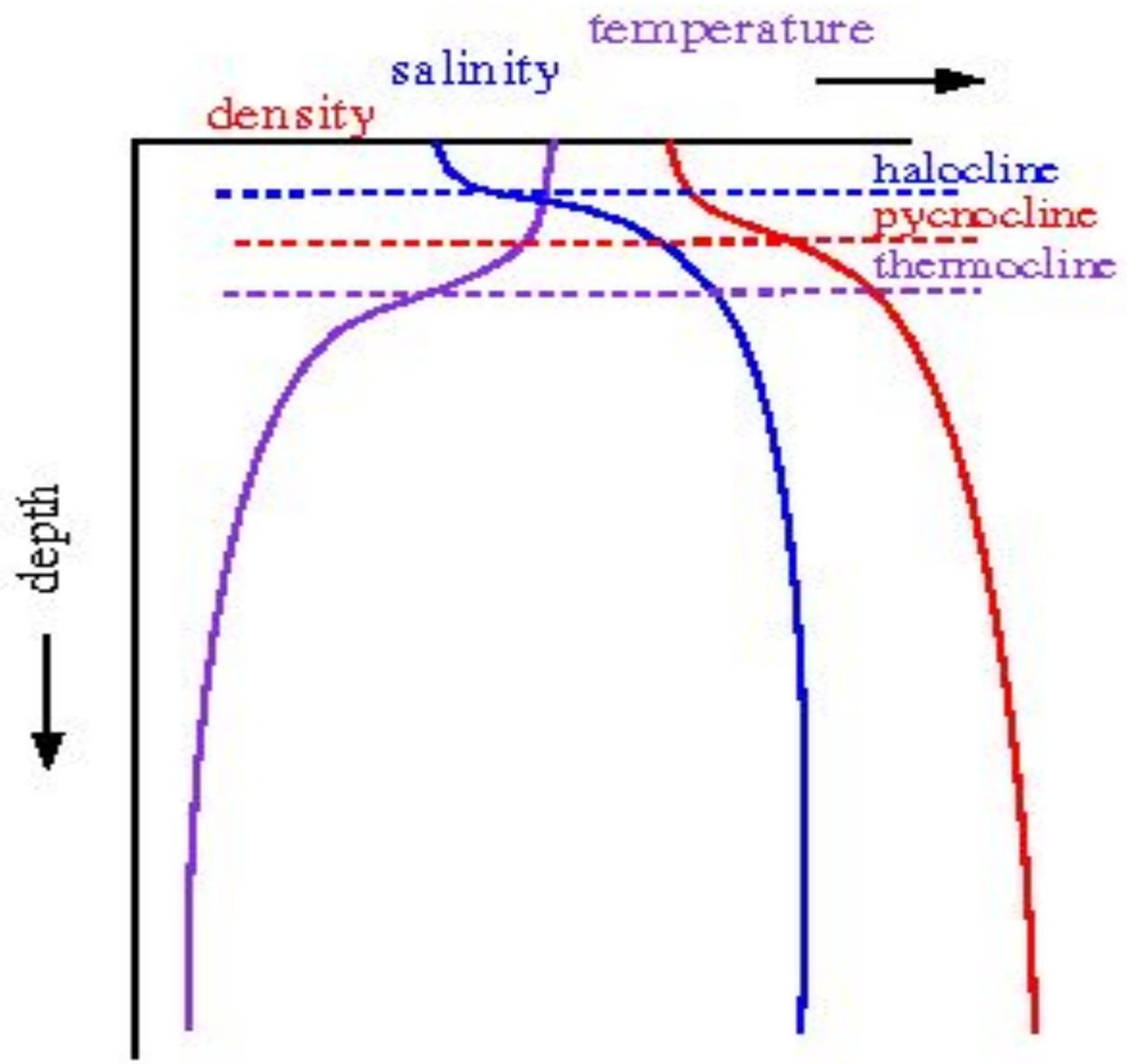
Температура, соленость и плотность вариации станции GEOSECS от 25 до 58° с.ш. в Северной Атлантике. Серые области показывают, положение постоянного термоклина и пикноклина. Инверсии в профиле солености вблизи поверхности указывают на превышение осадков над испарением.



A.

B.

C.



толщиной трофогенного слоя и глубиной положения основного пикноклина показано на рис. 1. На этом рисунке показано распределение клеток в юго-восточной части тропической зоны Атлантического океана в районе 8° ю. ш. — 17° ю. ш., от берегов Африки до нулевого меридиана. Максимальное число

Таблица 1. Средняя глубина трофогенного слоя и средняя глубина верхней и нижней границ основногo пикноклина в Тихом океане и юго-восточной части Атлантики (Семина, 1976)

Район	Число станций	Толщина трофогенного слоя, м	Верхняя и нижняя граница основногo пикноклина, м
<b>Тихий океан</b>			
Субарктический (весна)	23	Не меньше 80 *	91—122
Северный субтропический (центральная часть)	8	147	106—122
Южный субтропический	20	97	96—125
Восточный экваториальный	15	50	33—52
Центральный экваториальный	24	87	111—136
<b>Атлантический океан (юго-восточная часть)</b>			
	67	34	24—44

\* Глубже 100 м наблюдений не было.

клеток на отдельных горизонтах на этих станциях колебалось от  $10^2$  до  $10^5$  кл./л. За трофогенный слой здесь принят такой слой, в котором на каждом горизонте содержится не меньше 20% числа клеток от их максимальной концентрации. На 11 станциях из 14 трофогенный слой ограничен основным пикно-

Таблица 2. Среднее отношение максимальной численности клеток в основном пикноклине (А) к максимальной численности клеток на горизонтах выше основного пикноклина (В) и глубже основного пикноклина (В) в юго-восточной части тропической зоны Атлантического океана (Семина, 1976)

Глубина основного пикноклина, м	Число станций	А : В	А : В	Глубина основного пикноклина, м	Число станций	А : В	А : В
0—10	10	—	100 : 1	50—75	14	6 : 1	30 : 1
10—25	16	—	20 : 1	75—100	5	1 : 3	—
25—50	26	1 : 7	17 : 1				

отношении, скопления в основном пикноклине в Тихом и Атлантическом океанах обнаружены на 70% станций.

Скопления в основном пикноклине по численности клеток могут быть больше, чем выше расположенные максимумы, а могут быть и меньше них, особенно при глубоко расположенном основном пикноклине. Вместе с тем максимумы в основном пикноклине, как правило, больше небольших максимумов, лежащих на большей глубине. Это можно показать на примере юго-восточной части тропической зоны Атлантического океана (табл. 2).

Вертикальное распределение фитопланктона в пределах биотопа зависит от таких факторов, как устойчивость водных слоев, градиент плотности

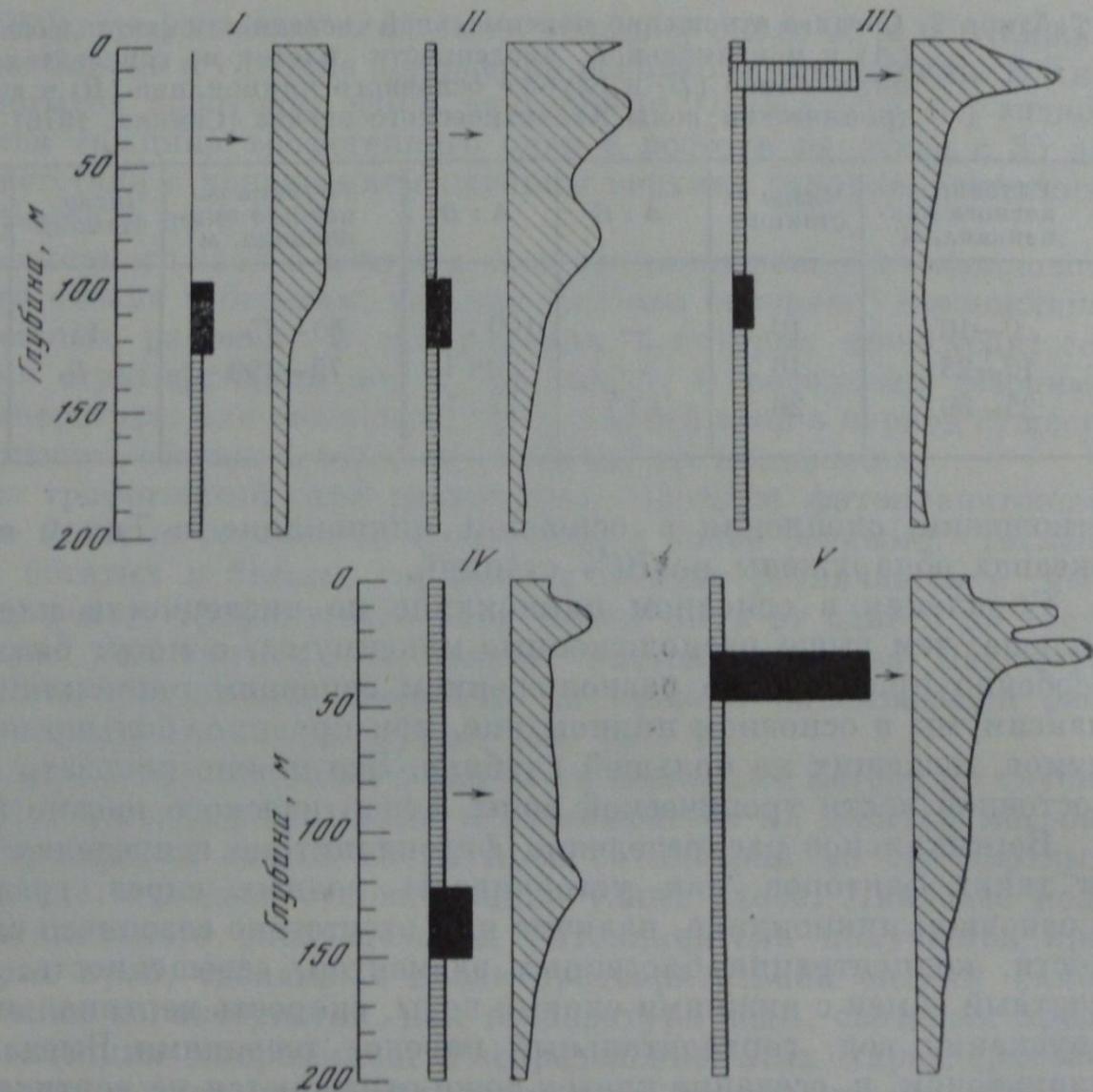


Рис. 2. Схема вертикального распределения фитопланктона (по Семиной, 1974)

Субарктический район Тихого океана: I — ранняя весна; II — поздняя весна; III — лето; субтропические районы (IV) и восточноекваториальный район (V). Справа на каждом рисунке показано распределение фитопланктона, слева — устойчивость вод в биотопе. Черным выделен основной пикноклин, сезонный скачок выделен вертикальной штриховкой, стрелками показана глубина положения компенсационной точки

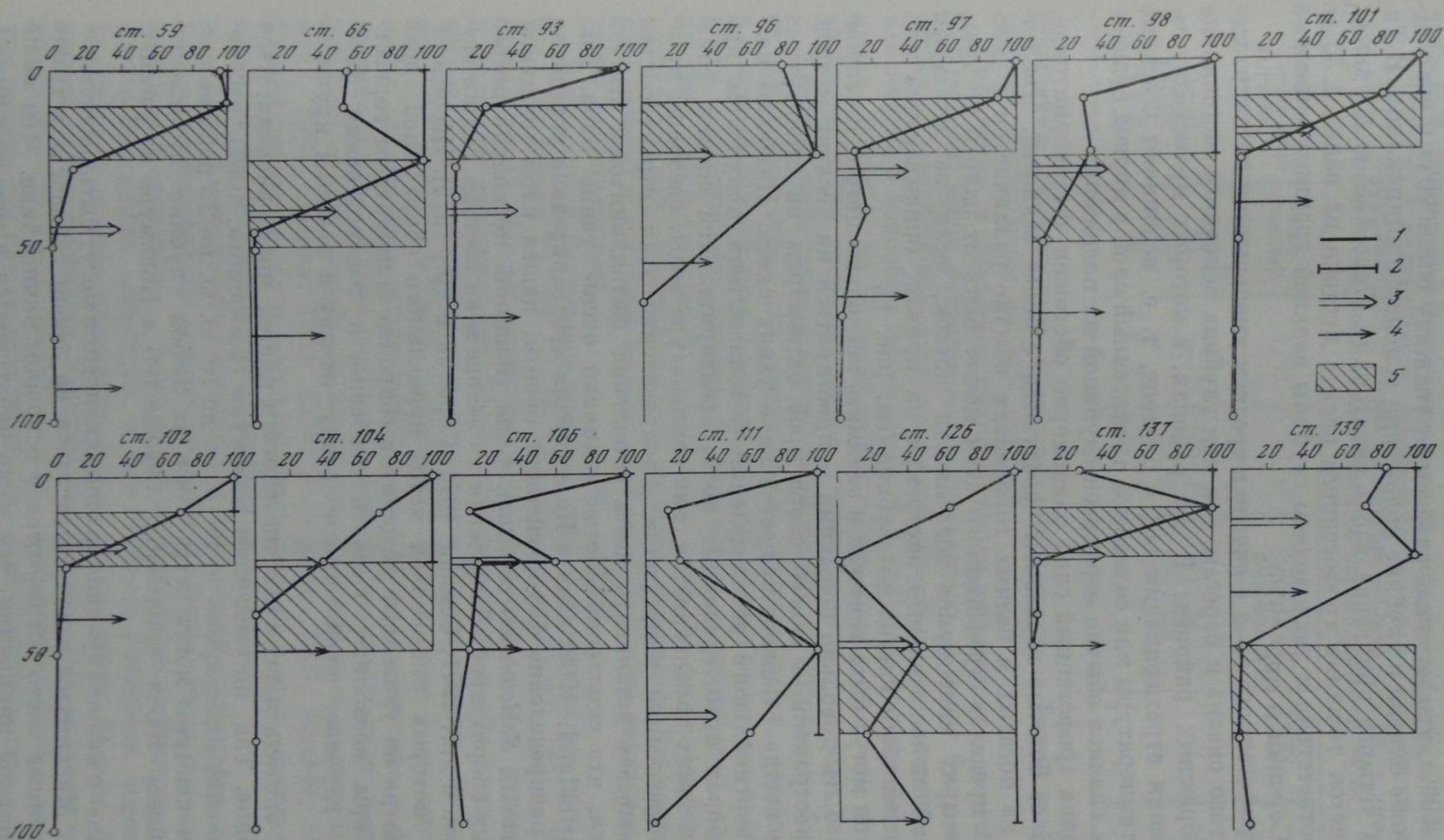


Рис. 1. Распределение фитопланктона в юго-восточной части тропической зоны Атлантического океана

За 100% принято число клеток, максимальное для каждой станции.

1 — фитопланктон;

2 — толщина трофогенного слоя;

3 — глубина изолюмы 10% освещенности (от освещенности на поверхности);

4 — глубина компенсационной точки (изолюма 1% от освещенности на поверхности);

5 — основной пик оклин

# **ВЫВОДЫ**

**Задание:  
к следующей лекции  
сделать ВЫВОДЫ**

## **ВЫВОДЫ**

**Каковы особенности вертикальной структуры океана?**

**Каковы особенности широтной зональности океана?**

**Каково влияние широтной зональности на фитопланктон?**

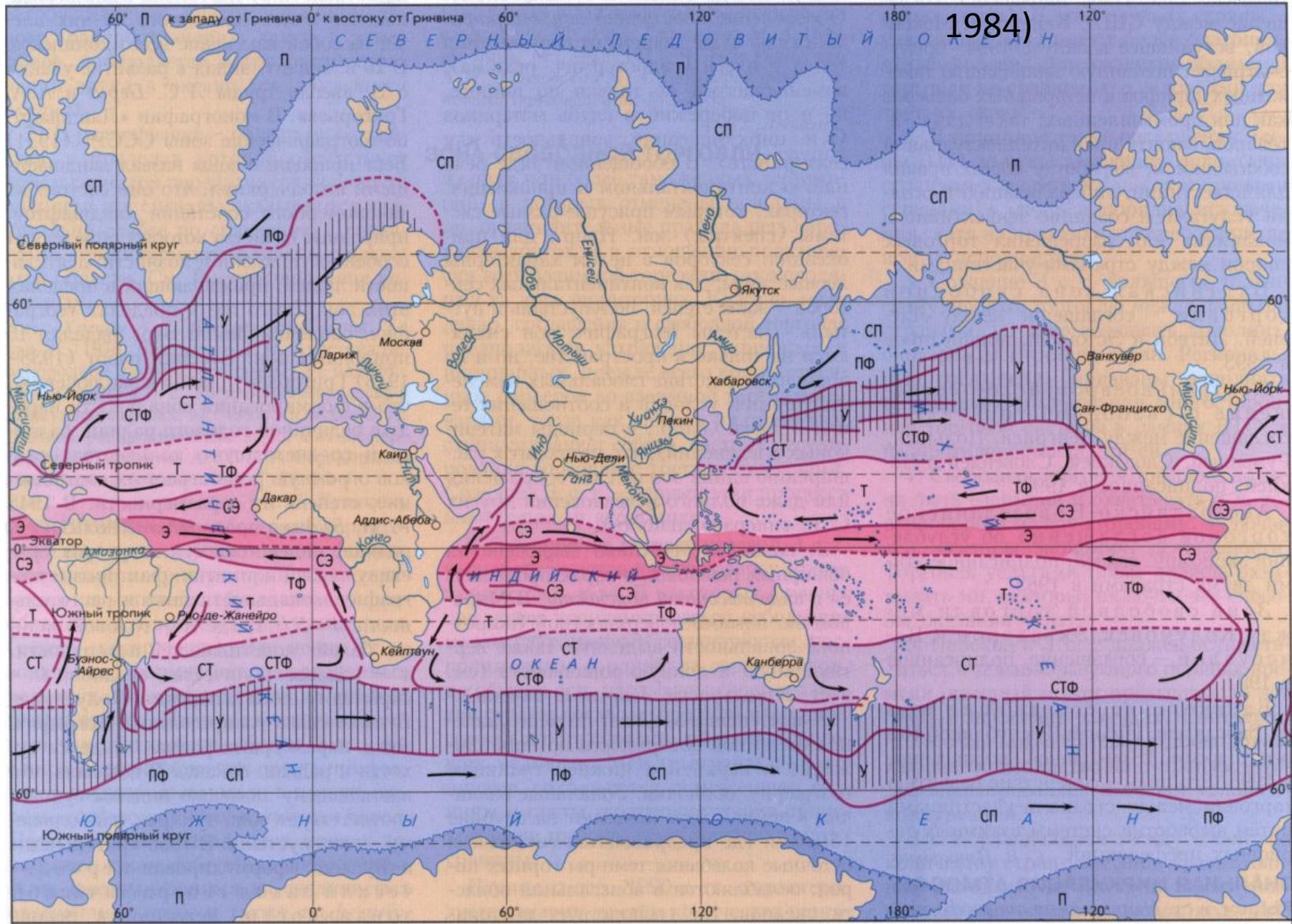
**Каково влияние вертикальной структуры на фитопланктон?**





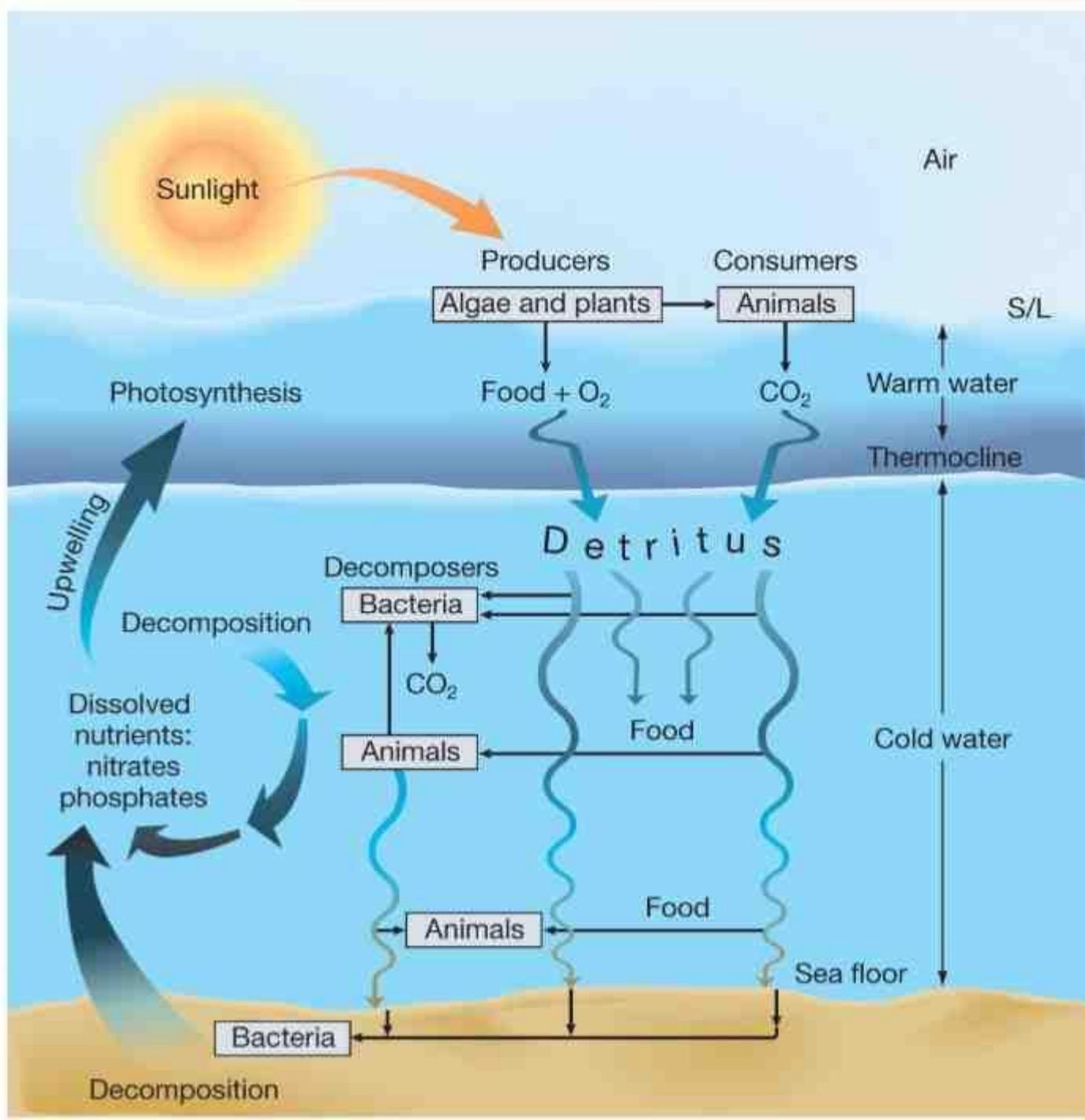


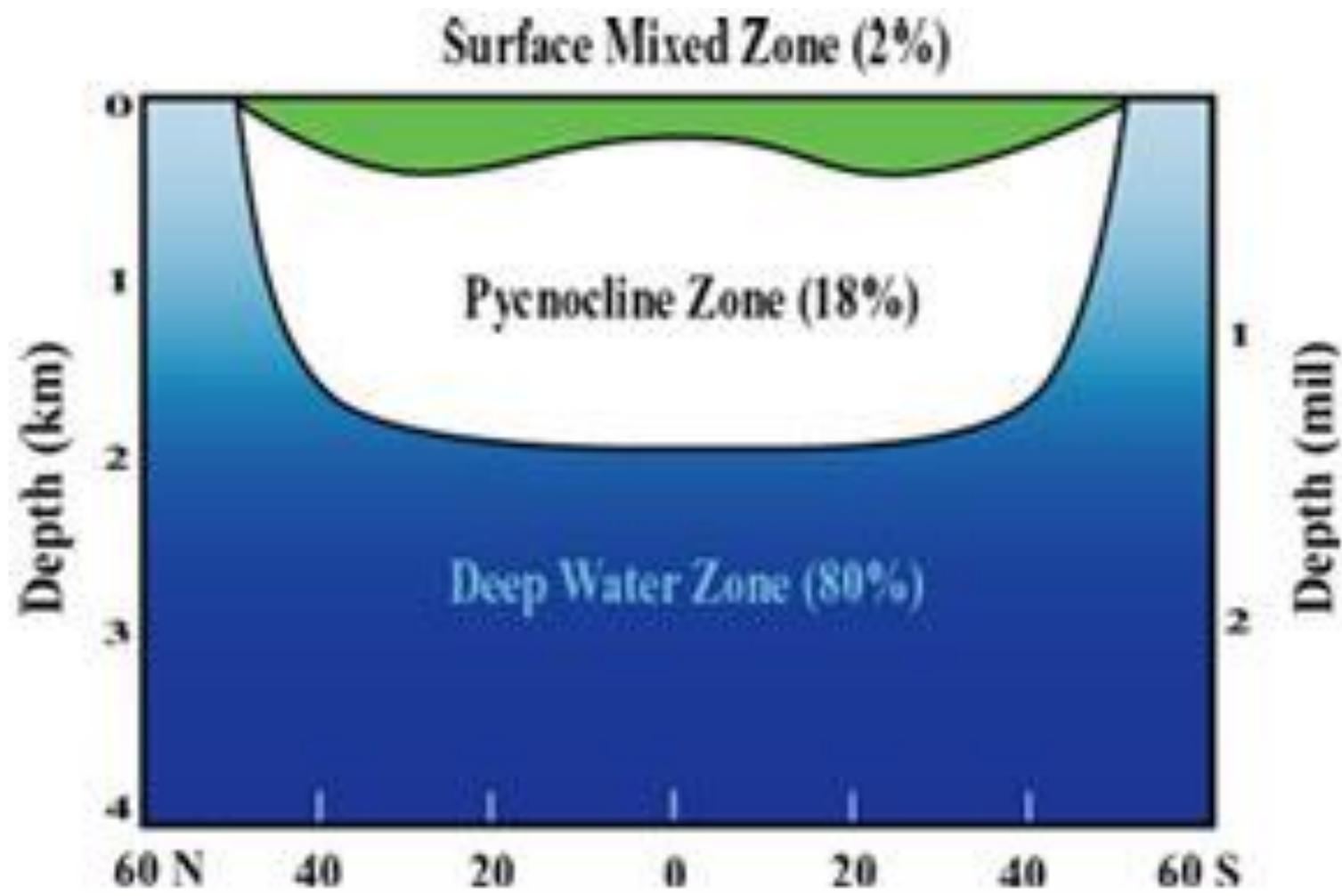
ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ МИРОВОГО ОКЕАНА (по В.Л. Лебедеву, 1984)



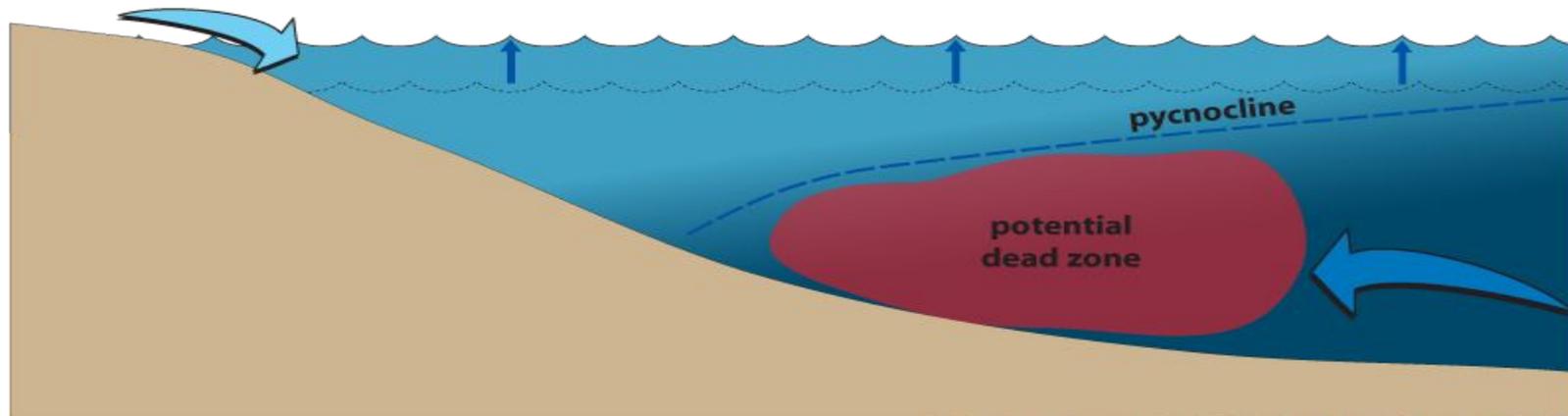
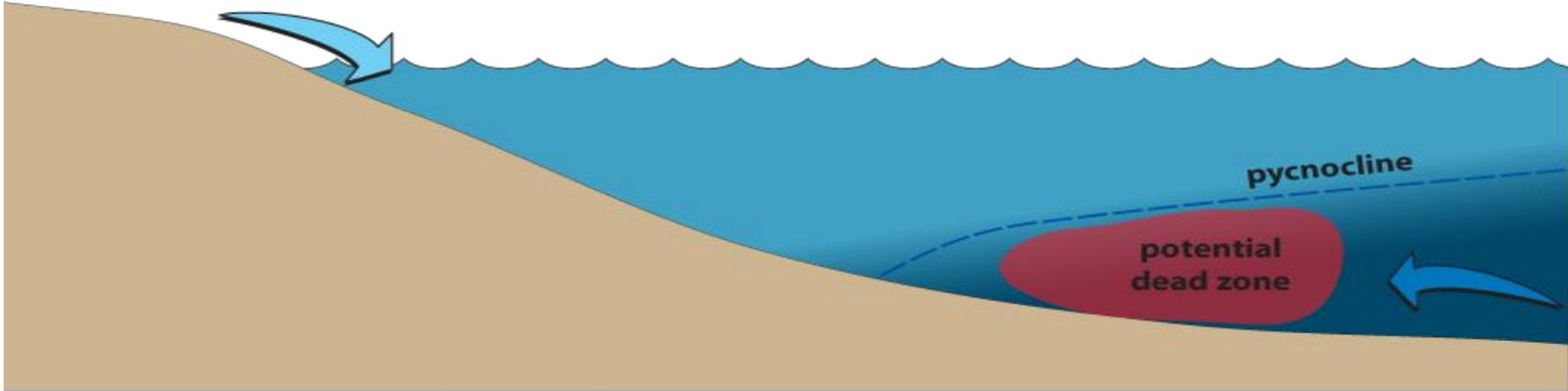
Граница постоянных льдов	Зона смешения холодных и тепловодных видов фитопланктона	<b>Умеренный пояс</b>	<b>Экваториальный пояс</b>
Границы океанских фронтов	<b>ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОЯСА</b>	Умеренная зона	Субэкваториальная зона
Экстраполяция океанских фронтов	<b>Холодный пояс</b>	<b>Тёплый пояс</b>	Экваториальная зона
Течения	Полярная зона	Субтропическая зона	Фронт
	Субполярная зона	Тропическая зона	Масштаб 1: 180 000 000
			Специальное содержание разработал В.Л. Лебедев



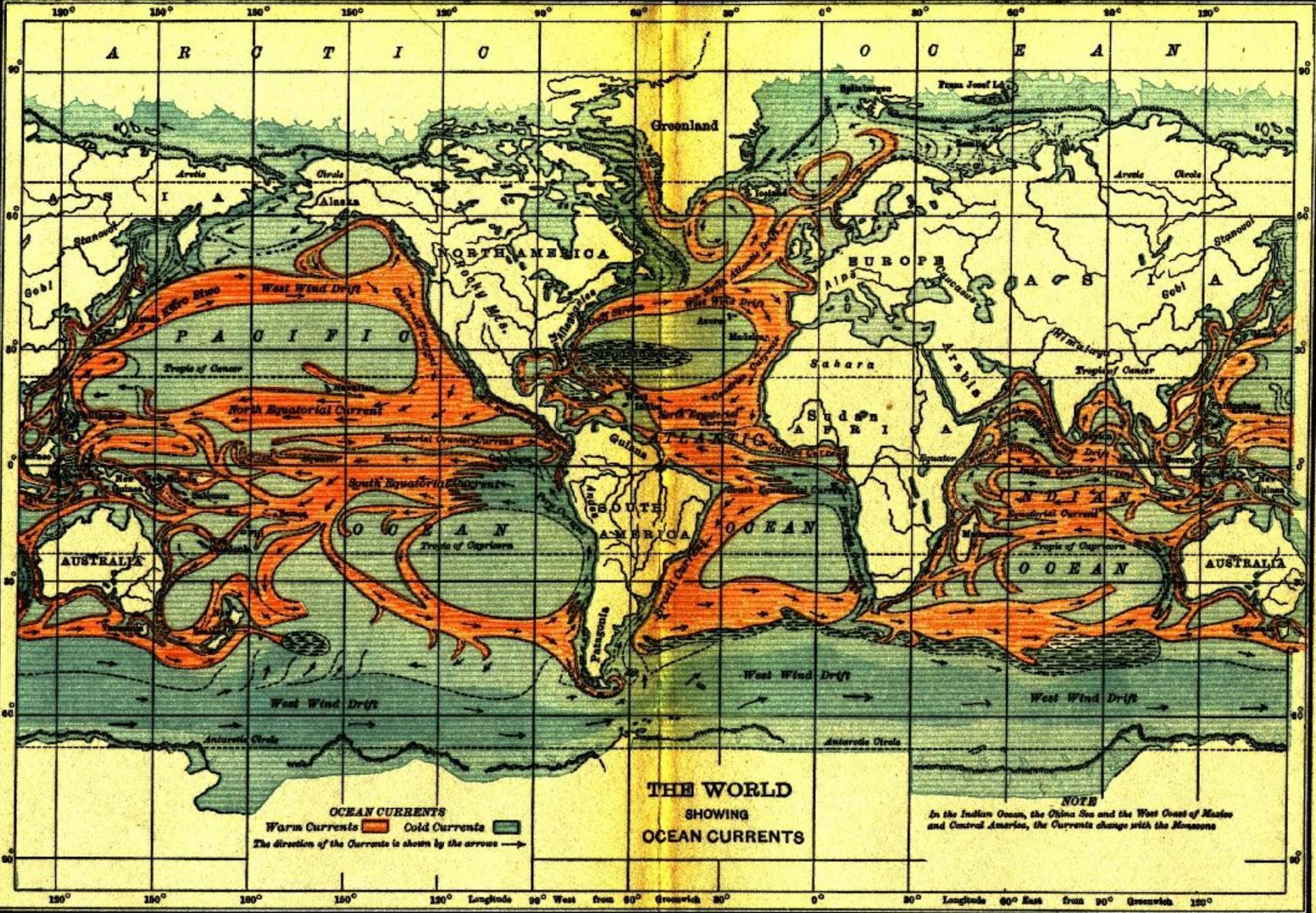




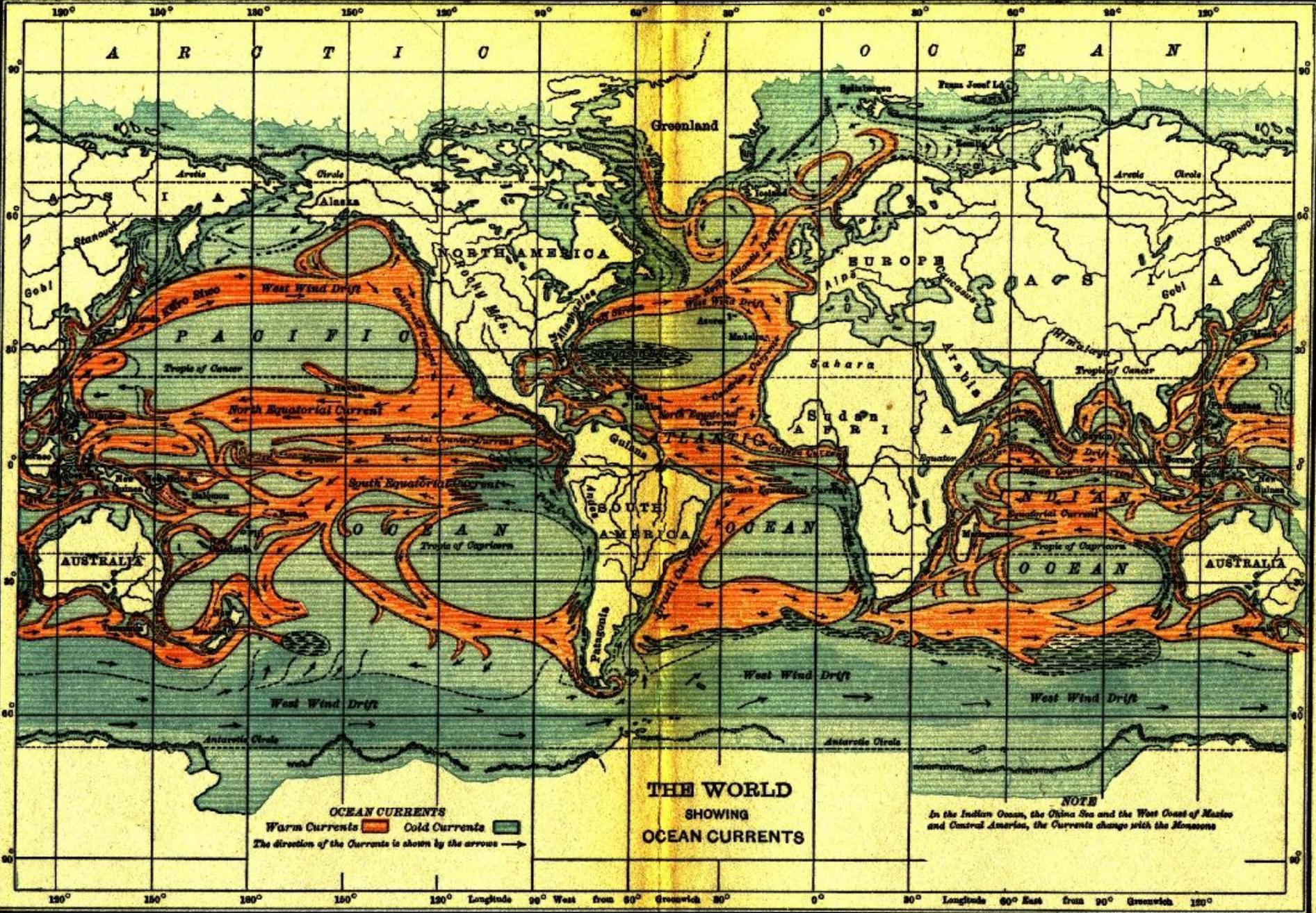




The pycnocline marks the boundary between the river-fed freshwater  at the surface of the bay and deeper ocean-fed saltwater . When sea-level increases  or the movement of ocean-water into the bay changes, the pycnocline can move higher in the water column, allowing a larger dead zone to form.



A R O T I O O C E A N



190° 180° 150° 120° 90° West from 0° Greenwich 30° 0° 30° Longitude 60° East from 90° Greenwich 120° 150° 180°





# Ресурсы Мирового океана

Ресурсы Мирового океана

Рекреационные

Морская вода

Минеральные ресурсы дна

Энергетические

Биологические

вода

нефть

Fe

Энергия приливов

рыбные

растворённые вещества

газ

Mg

Энергия волн

морские животные

Mn

I

Zr

Au

Энергия течений

растительные ресурсы

NaCl

Br

алмазы

Ti

Энергия температурного градиента

фосфориты



# Ресурсы Мирового океана



Биологическая масса Мирового океана включает 140 тыс. видов растений и животных и оценивается в 35 млрд. т.

Из общего количества биологических ресурсов, на долю рыбы приходится 0,2 – 0,5 млрд. т., то составляет в настоящее время 85% используемых человеком биологических ресурсов. Остальное – это крабы, моллюски, некоторые морские животные и водоросли. Ежегодно из океана добывается 70 – 75 млн. т. рыбы, моллюсков, крабов, водорослей, которые обеспечивают 20% потребления населением Земли белков животного происхождения.

В Мировом океане, так же как и на суше, существуют ареалы или зоны с высокой продуктивностью биологической массы и ареалы с низкой продуктивностью или, совсем лишенные биологических ресурсов.

90% рыбной ловли и сбора водорослей происходит в более освещенной и теплой шельфовой зоне, где сосредоточена основная часть органического мира океана. Около 2/3 поверхности дна Мирового океана заняты «пустынями», где живые организмы распространены в ограниченном количестве. Из-за интенсификации рыболовства и использования самых современных орудий лова, ставится под угрозу возможность воспроизводства многих видов рыб, морских животных, моллюсков и крабов. В результате, сокращается продуктивность многих ареалов Мирового океана, которые еще недавно отличались богатством и разнообразием биологических ресурсов.

# Биологические ресурсы

## Биологические ресурсы

Мирового океана – животные (рыбы, млекопитающие, моллюски, ракообразные) и растения, обитающие в его водах. Биомасса Океана насчитывает 180 тыс. видов, а ее общий объем оценивается в 35-40 млрд. т.



Основная часть приходится на фитопланктон и зообентос, тогда как на нектон (рыбы, млекопитающие, кальмары, креветки и др.) – всего немногим свыше 1 млрд. т.



# Биологические ресурсы

Мировой океан – самый обширный биотоп планеты, насчитывающий около 180 тыс. видов животных и около 20 тыс. видов растений. Общая биомасса организмов Мирового океана достигает 40 млрд. т.

## Нектон

рыбы



моллюски



китообразные



двустворчатые



моллюски

ракообразные



иглокожие



ВОДОРОСЛИ

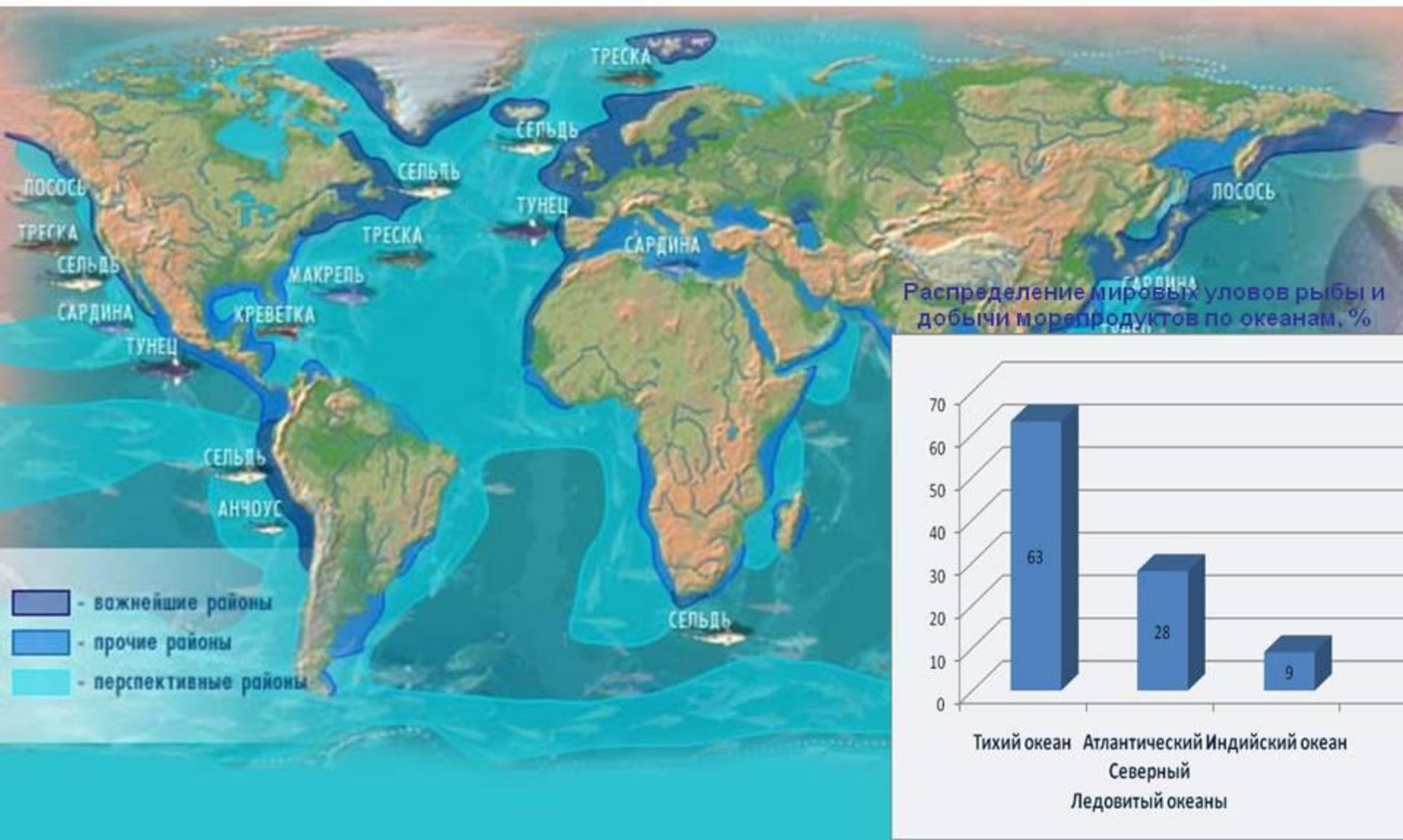


# Биологические ресурсы мирового океана

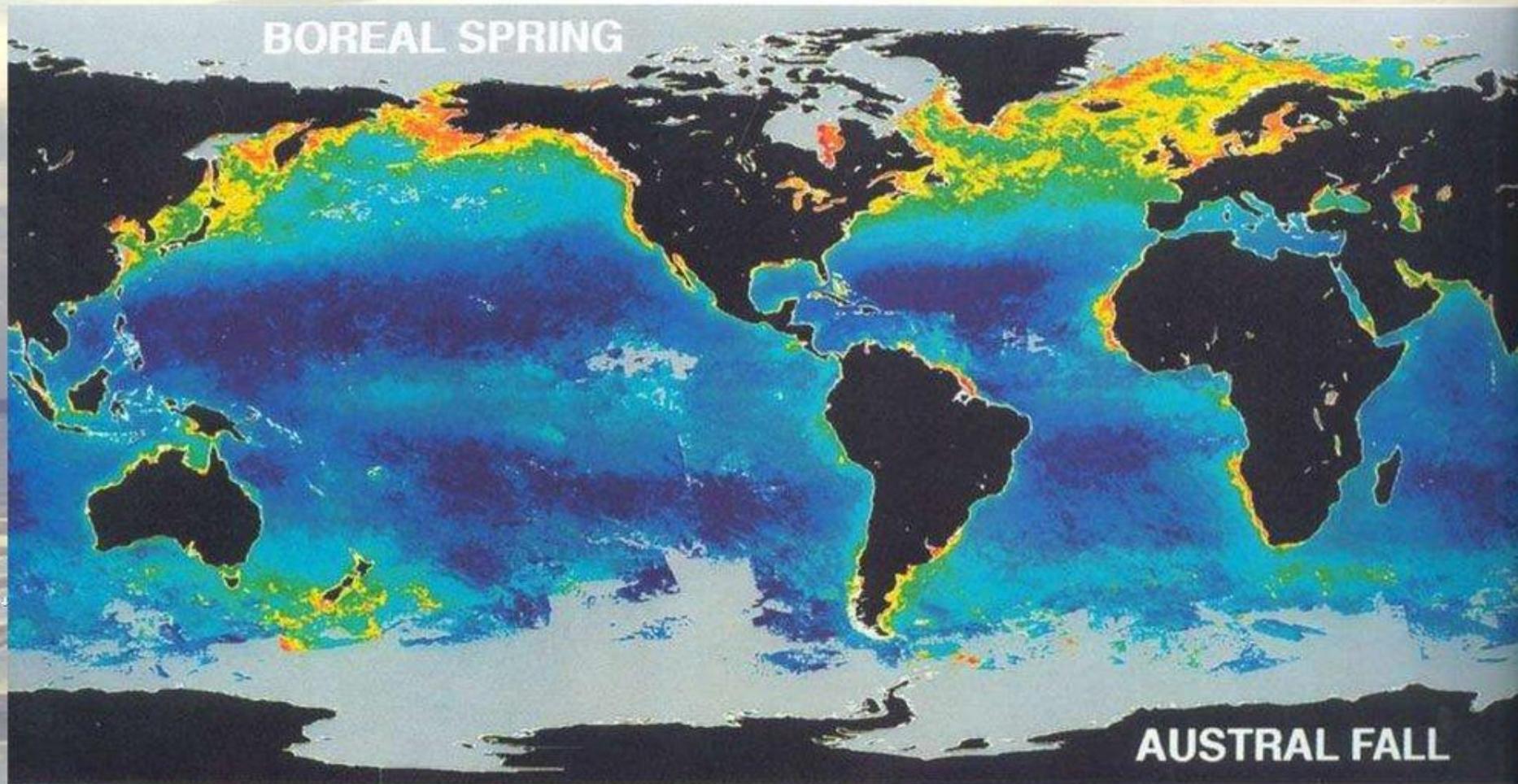


# Биологические ресурсы

Наиболее продуктивные акватории Мирового океана – Норвежское, Северное, Баренцево, Охотское и Японское моря.



На этой карте хорошо видны районы с повышенной первичной продуктивностью, которые по большей части и богаты биологическими ресурсами. Более 60% площади Мирового океана не представляют особого интереса для рыболовства





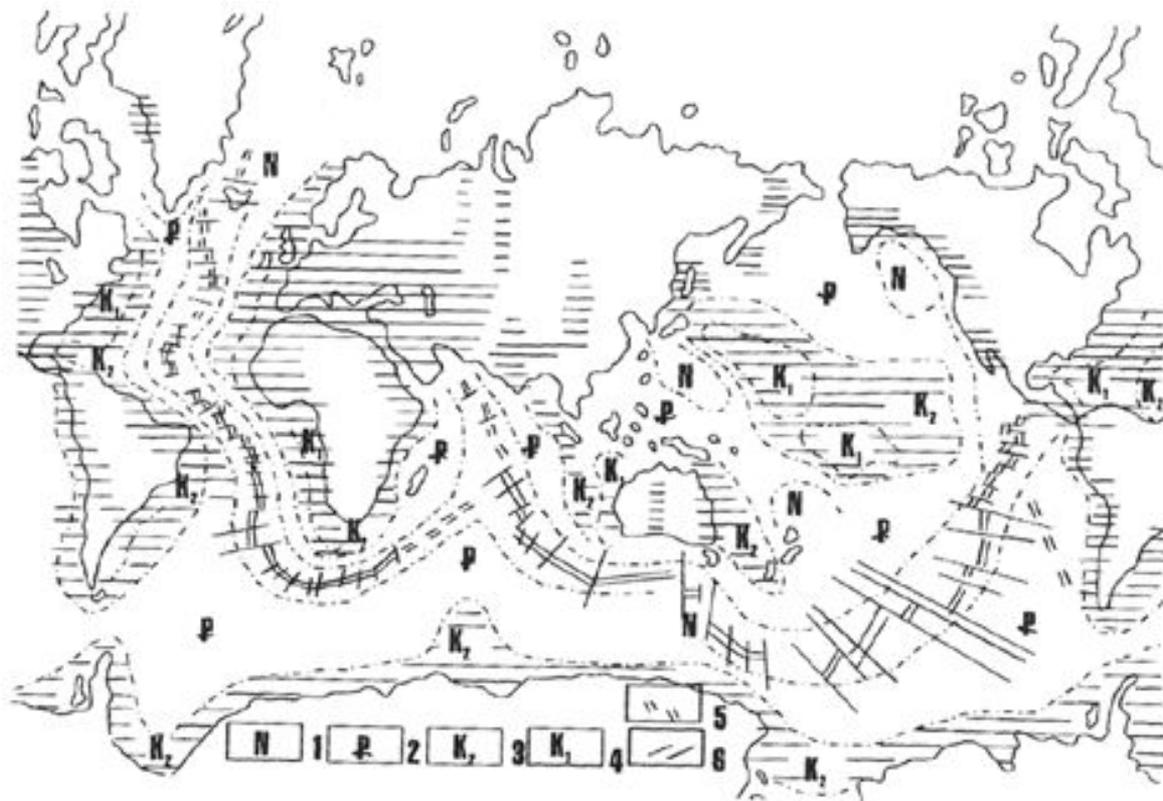












a

