

# зоопланктон



## Типы зоопланктона

**Микропланктон** — организмы размером 20-200 мкм — сюда входят некоторые копеподы, коловратки и другой зоопланктон.

**Мезопланктон** — организмы размером 200 мкм -2 мм, в том числе личинки ракообразных.

**Макропланктон** — организмы размером 2-20 мм, которые включают эвфаузиевых (например, криль — важный источник пищи для многих организмов, включая усатых китов).

**Микронектон** — организмы размером 20-200 мм. Примеры включают некоторых эвфаузиевых и головоногих моллюсков.

**Мегапланктон** — планктонные организмы размером более 200 мм, в том числе медузы и сальпы.

**Голопланктон** — организмы, которые являются планктонными на протяжении всей их жизни — например, копеподы.

**Меропланктон** — организмы, которые имеют планктонную стадию жизненного цикла, но вырастают из нее в какой-то момент, к примеру, рыбы и ракообразные.

# Организмы зоопланктона



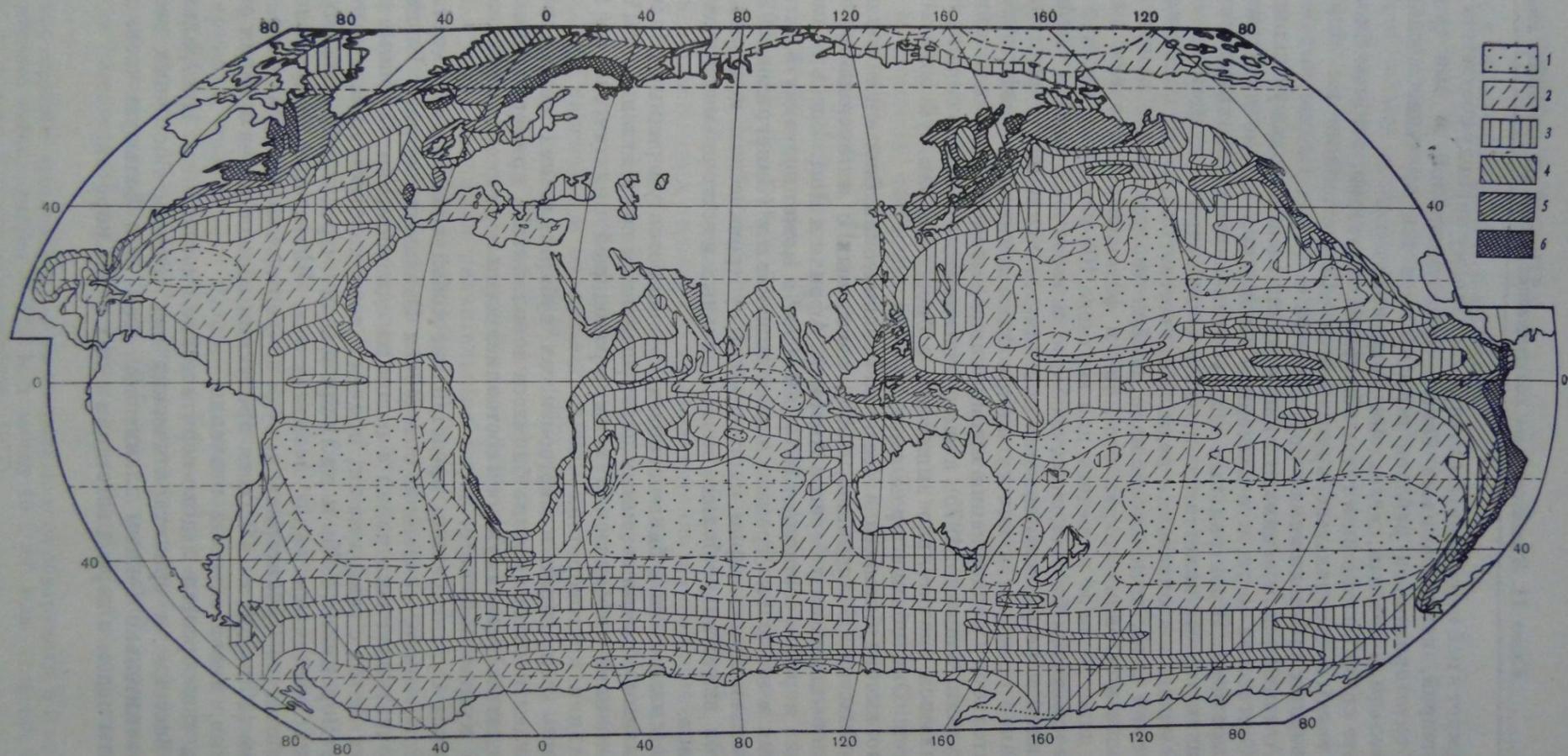


Рис. 4. Распределение биомассы сетного зоопланктона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в верхнем 100-метровом слое океана (по Богорову и др., 1968)

1 — менее 25; 2—25—50; 3—50—100; 4—100—200; 5—200—500; 6—более 500  $\text{мг}/\text{м}^3$

Биомасса мезопланктона повсюду с глубиной быстро убывает, причем соотношение между количеством его в поверхностных и глубинных слоях практически постоянно во всех районах Мирового океана: планктон слоя 0—500 м составляет около 65% общего количества его в слое 0—4000 метров.

Как показано М. Е. Виноградовым (1968, 1976), интенсивность уменьшения биомассы с глубиной имеет неравномерный характер.

Выделяются разделенные градиентными зонами участки с поверхностным, среднеглубинным и абиссальным типами количественного распределения мезопланктона.

Границы этих участков в тропических водах занимают более высокое положение (на глубинах 100—200 м и 1500—2500 м), чем в средних широтах (от 500—750 до 1000 м и на 2500—3500

Наибольшие концентрации макропланктона приходится на средние глубины (от 500 до 1500—2000 м).

При этом в олиготрофных тропических районах (центральные круговороты) максимум биомассы приходится на слои 500—1000 м (около 25% общей биомассы планктона).

В более продуктивных участках тропической зоны, в частности у экватора, макропланктона много на глубинах от 200 до 2000 м, а наибольшая биомасса (до 74% общей) отмечается в слое 1000—2000 метров.

В субполярных районах наибольшее количество макропланктона находится в слое 500—1000 м, но его доля максимальна на глубинах 2000—3000 м (до 11% биомассы).

Приведенные цифры были получены для Тихого океана (Виноградов, 1968), но они, несомненно, характеризуют и общие закономерности вертикального распределения макропланктона.

Одна из важнейших экологических особенностей **тропического макропланктона — суточные вертикальные миграции**, особенно характерные для мезопелагических ракообразных, головоногих моллюсков и рыб.

В результате вертикальных перемещений этих животных дважды в сутки (утром и вечером) происходят кардинальные перестройки количественного распределения планктона.

В ночное время наблюдаются два или три максимума биомассы макропланктона — у поверхности воды, у верхней границы главного термоклина и в нижней части мезопелагиали (последний образуется за счет немигрирующих организмов).

Днем все мигранты уходят вниз, и существует только один максимум биомассы (Парин и др., 1977).

Таблица 3. Средняя биомасса ( $mg/m^3$ ) мезопланктона и макропланктона в мезотрофных экваториальных ( $12^\circ$  с.ш.— $12^\circ$  ю.ш.) и олиготрофных тропических ( $40^\circ$  с.ш.— $12^\circ$  с.ш.,  $12^\circ$  ю.ш.— $40^\circ$  ю.ш.) районах Тихого и Индийского океанов (среднее по 32 сериям ловов сетями БР)

Глубина, м	Мезопланктон		Макропланктон			
	$12^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ ю.ш.	$40^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ с.ш., и $12^\circ$ ю.ш.— $40^\circ$ ю.ш.	$12^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ ю.ш.	% от веса всего зоо- планктона	$40^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ ю.ш.— $40^\circ$ ю.ш.	% от веса всего зоо- планктона
0—50	63,5	27,6	0	0	0	0
50—100	52,3	25,9	15,2	22,5	0	0
100—200	18,8	14,7	0,3	1,6	0	0
200—500	7,8	6,8	2,2	22,3	0,8	10,5
500—1000	5,2	4,8	2,7	34,2	1,6	25,0
1000—2000	1,2	1,8	5,9	74,0	0,3	14,2
2000—4000	0,23	0,40	0,02	8,0	0	0

(1000—1500 и 1500—2000 м) макропланктонные животные (главным образом креветки) встречаются и в верхних и в нижних ловах, но чаще в слое 1000—1500, чем в 1500—2000 м. Глубже 2000 м животные макропланктона почти совершенно исчезают из уловов.

Эти результаты свидетельствуют о том, что по всей экваториальной тропичес-

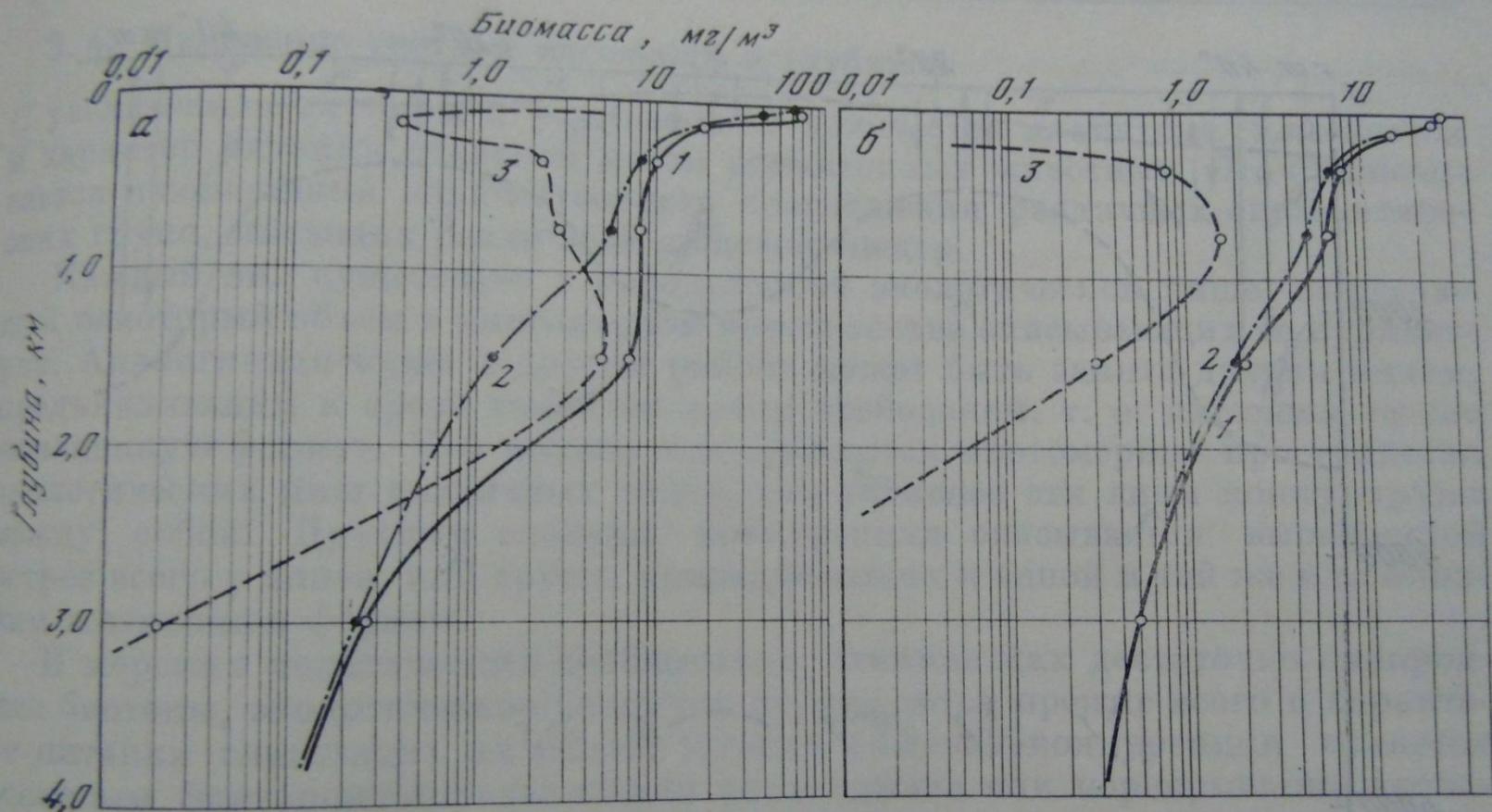


Рис. 12. Вертикальное распределение общей биомассы сетного мезо- и макропланктона (1), только мезопланктона (2) и только макропланктона (3) в продуктивных экваториальных (а) и олиготрофных тропических (б) районах Тихого и Индийского океанов

По ловам сетями БР 113/140. Среднее по 32 станциям

тельно, И. Б. Андреевой и Ю. Житковскому (1968), применившим методику  
здесь удалось обнаружить звукорассеивающие слои на

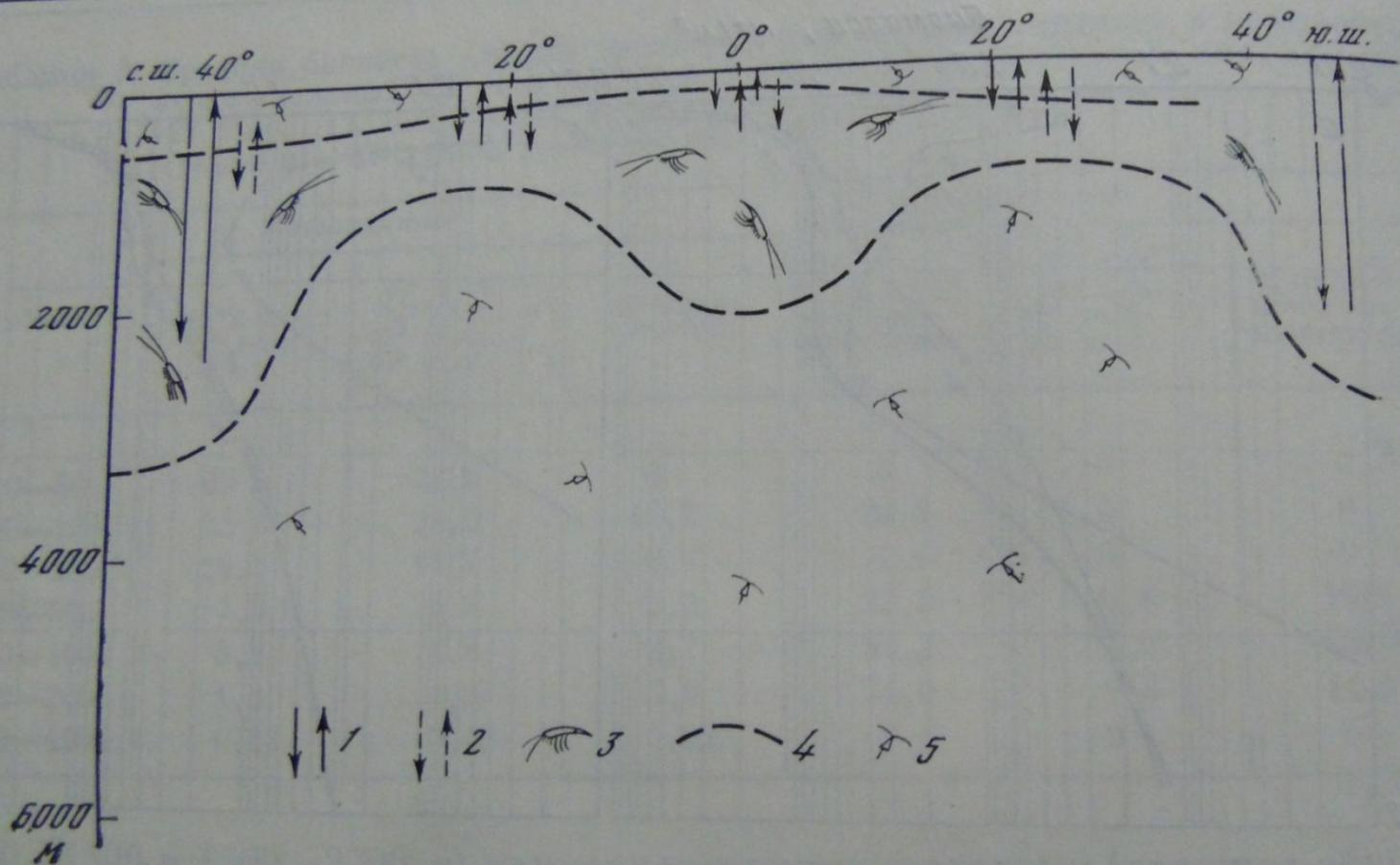


Рис. 13. Схема распределения мезо- и макропланктона на меридиональном разрезе через океан

1 — амплитуда суточных или сезонных миграций мезопланктона; 2 — амплитуда суточных миграций макропланктона (по эхолотным записям); 3 — зона концентрации макропланктона; 4 — граница зоны концентрации макропланктона; 5 — зона господства мезопланктона

и объясняется большая интенсивность убывания численности мезопланктона с глубиной.



# Бентос

(benthos — глубина)

Фитобентос

Зообентос

Большой частью представлен прикрепленными или медленно передвигающимися или роющими в грунте животными. На мелководье он состоит из организмов, синтезирующих органическое вещество (продуценты), потребляющих (консументы) и разрушающих его (редуценты).

На глубинах, где нет света, фитобентос (продуценты) отсутствует.

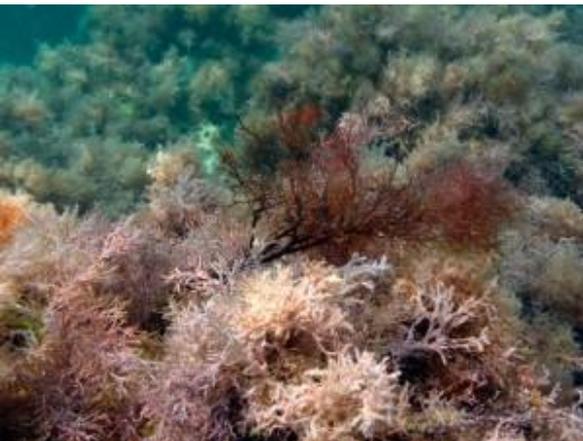
Бентос по размеру классифицируют на:

макробентос,  $> 1$  мм.

мейобентос,  $< 1$  мм и  $> 32$  мкм

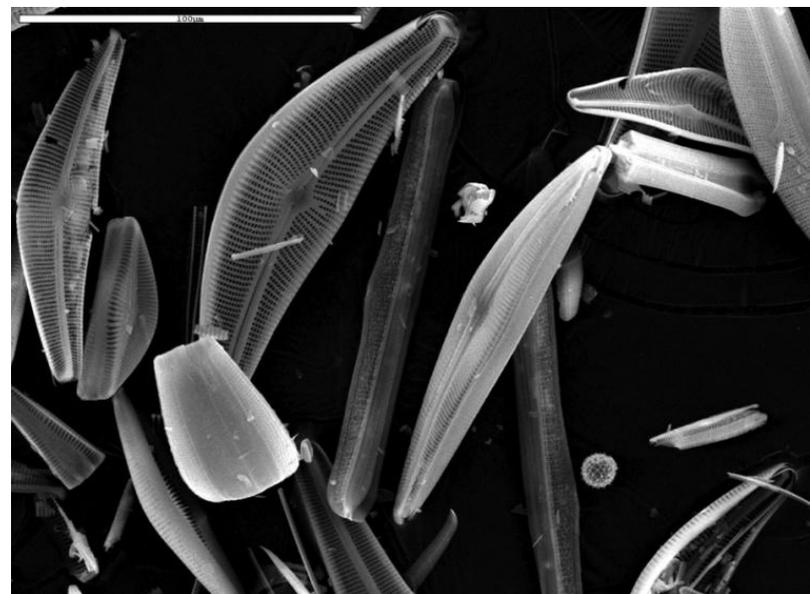
микробентос,  $< 32$  мкм

Макроводоросли



# Фитобентос

Микроводоросли



«Морские травы» (цветковые растения)



Зостера  
азиатская  
*Zostera asiatica* Miki



PHOTOGRAPHY

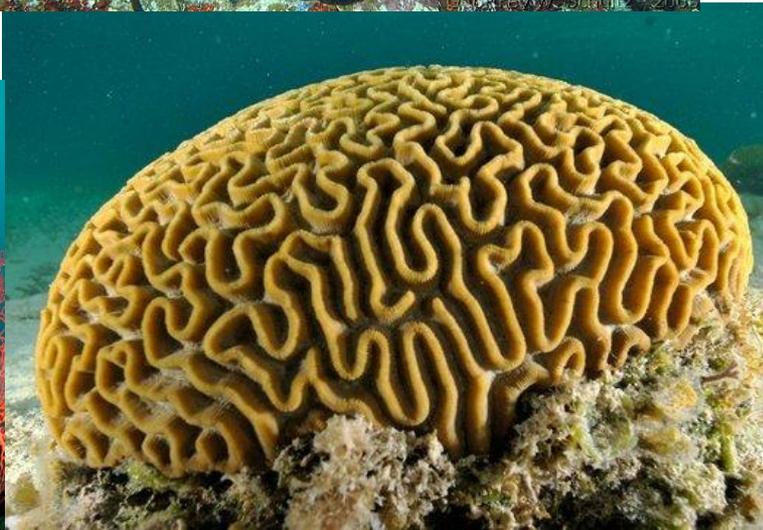
# Зообентос



Губки



Кораллы

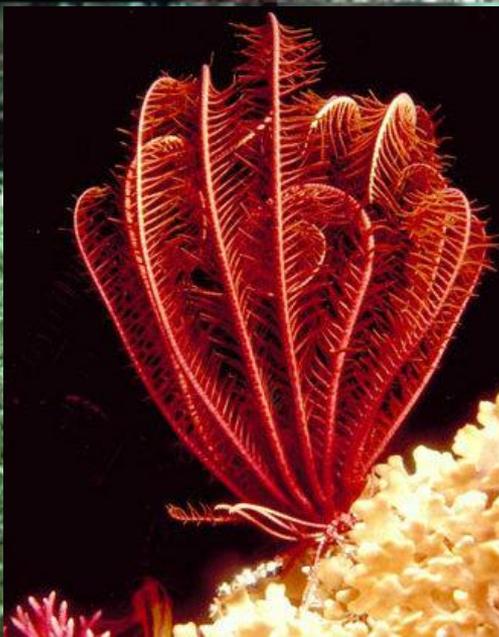
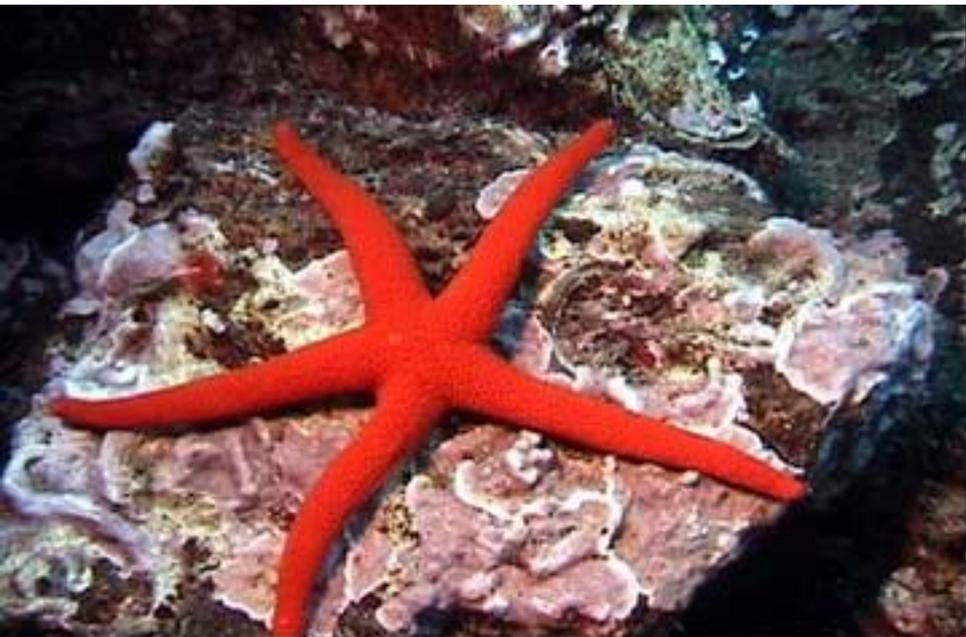




# Зообентос



# Зообентос



## В морском зообентосе доминируют:

- фораминифоры,
- губки,
- кишечнополостные,
- нематоды,
- плеченогие,
- полихеты,
- моллюски,
- иглокожие
- асцидии,
- рыбы

Более многочисленны бентосные формы на мелководьях.

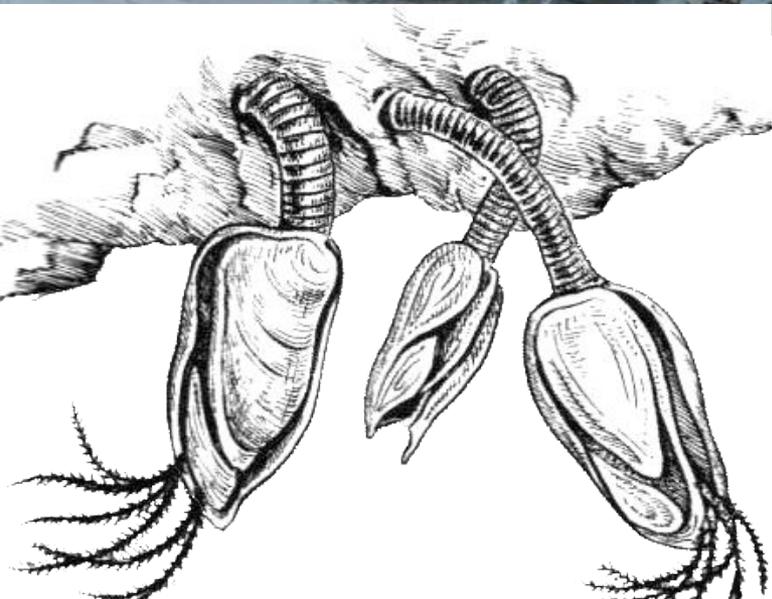
Их общая биомасса здесь может достигать десятков килограммов на 1 кв. м.

В морской гидробиологии используют термин **«обрастание»** для сообществ организмов, развивающихся исключительно на искусственных субстратах и рассматривают его составной частью бентоса.

Г. Б. Зевин (1972) не разграничивались обрастания на естественных и искусственных субстратах, но преимущественное значение придавалось прикрепленным организмам, подвижным отводилась второстепенная роль, в этом состояло главное отличие обрастаний от бентоса.

Ряд авторов (Серавин и др., 1985) предложили обозначить термином «обрастание» процесс заселения организмами любых новых, еще не занятых площадей твердых субстратов как естественных, так и искусственных. Они считают этот термин универсальным для морских и пресноводных сообществ.

# Обрастание (перифитон)



# Мелководные экосистемы тропиков

**Мангры**

*Уровень прилива*

Литораль

*Уровень отлива*

**Пояс губок**

**Заросли черепашьей травы**

**Коралловый риф**

**Заросли макроводорослей**

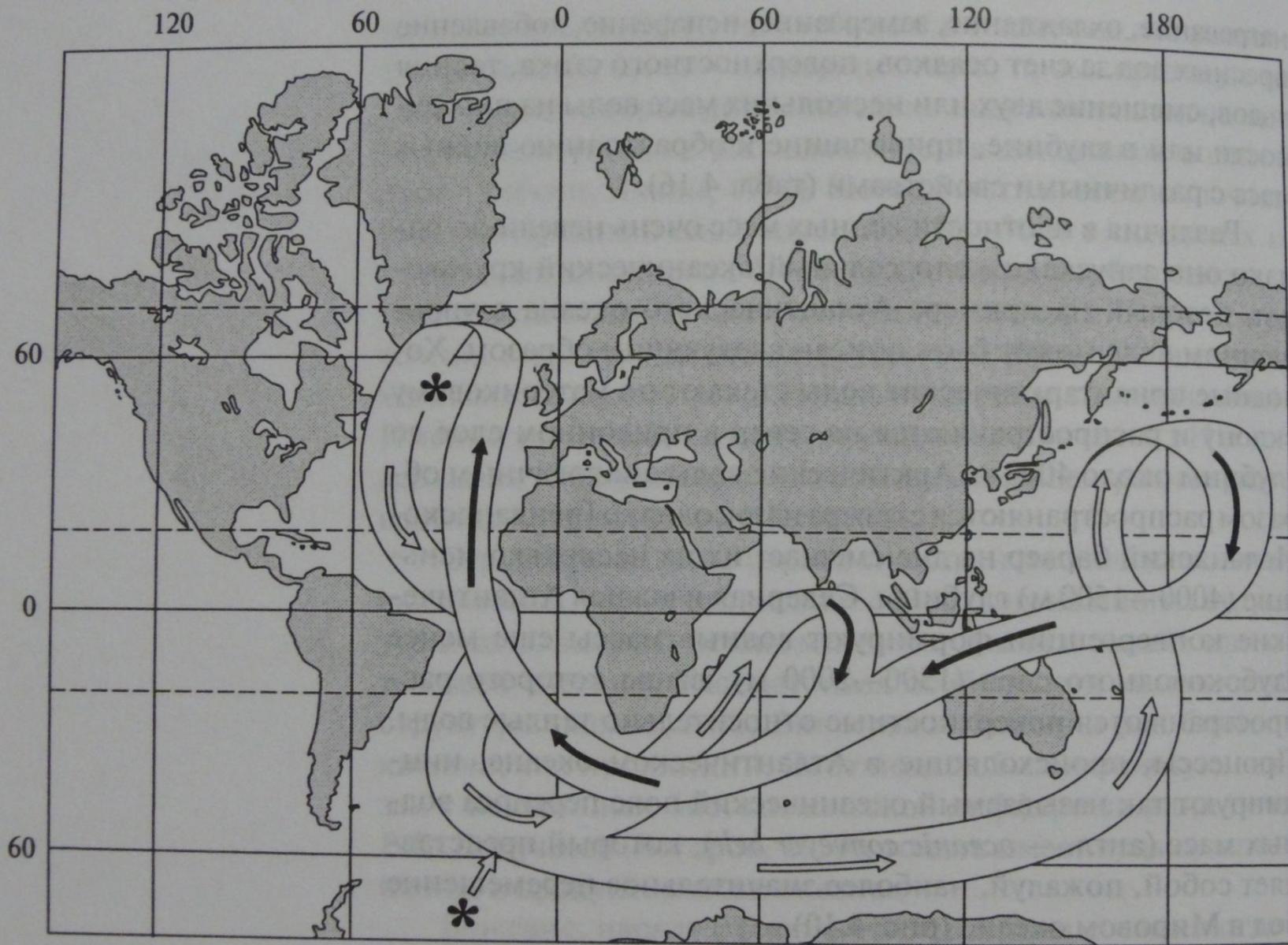
# Мангры











**Рис. 4.10.** Океанический пояс переноса (конвейера) водных масс (по Earth systems, 2000): светлые стрелки — холодные глубинные воды; темные стрелки — теплые поверхностные воды; звездочками обозначены зоны погружения холодных арктических и антарктических вод









# БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БЕЛОГО МОРЯ

РАЧОК МИЗИДА  
РЕЛИКТОВАЯ

БУРАЯ  
ВОДОРОСЛЬ  
ЛАМИНАРИЯ  
САХАРСТАЯ

ОБИУРА  
КОПЮЧАЯ  
ЗМЕЕХВОСТКА

МОЛЛЮСК  
НЕПТУНИЯ

СИДЯЧАЯ  
МЕДУЗА  
ЛЮЦЕРНАРИЯ

КОЛОНИАЛЬНАЯ  
МЕШАНКА  
FLUSTRA FOLIACEA

ТИХООКЕАНСКАЯ  
МИНОГА

МОРСКАЯ  
ТРАВА  
ЗОСТЕРА

РЫБА ПИНАГОР

ЧЕРВЬ НЕРЕИС  
ПЕЛАГИЧЕСКИЙ





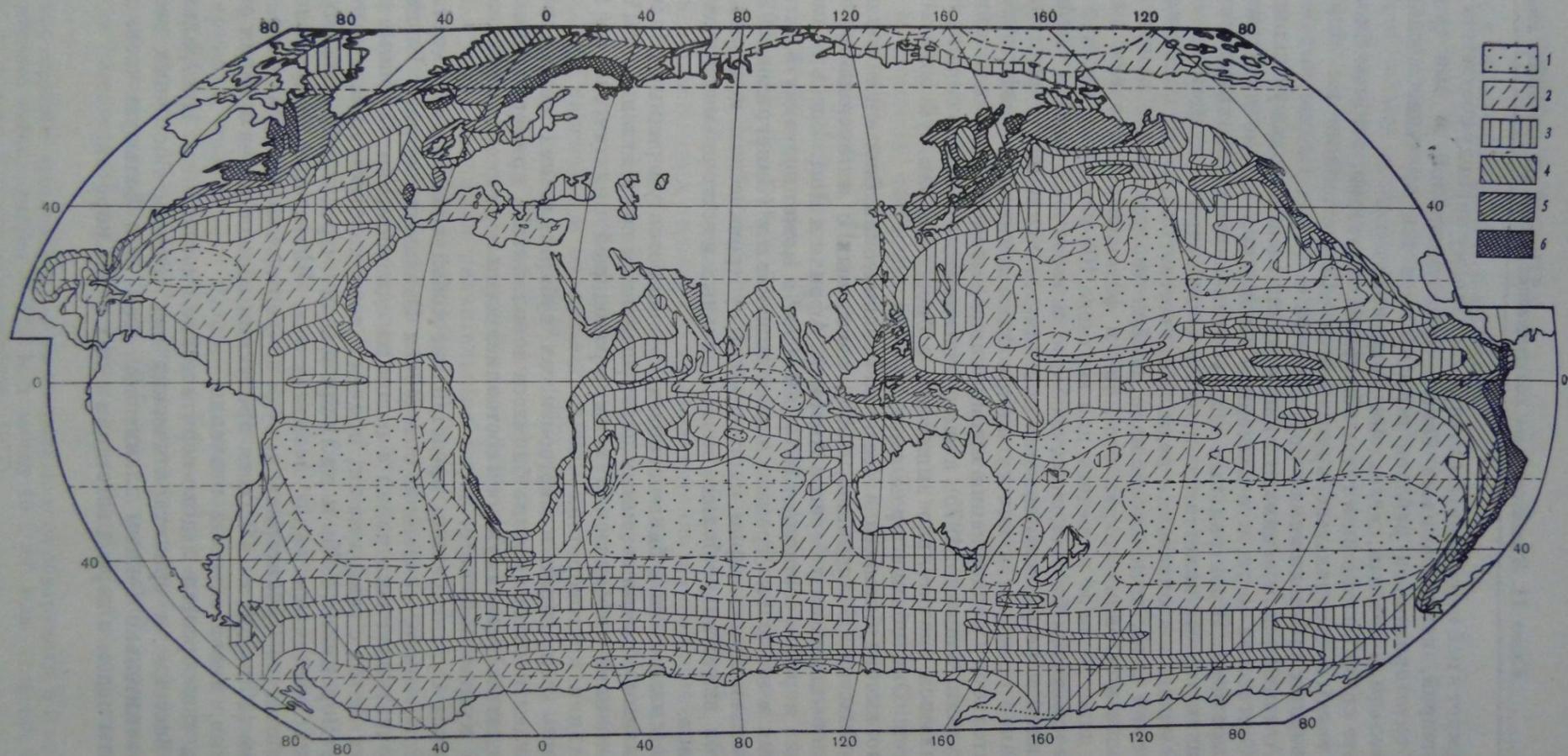


Рис. 4. Распределение биомассы сетного зоопланктона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в верхнем 100-метровом слое океана (по Богорову и др., 1968)

1 — менее 25; 2—25—50; 3—50—100; 4—100—200; 5—200—500; 6—более 500  $\text{мг}/\text{м}^3$

Биомасса мезопланктона повсюду с глубиной быстро убывает, причем соотношение между количеством его в поверхностных и глубинных слоях практически постоянно во всех районах Мирового океана: планктон слоя 0—500 м составляет около **65%** общего количества его в слое 0—4000 метров.

Как показано М. Е. Виноградовым (1968, 1976), интенсивность уменьшения биомассы с глубиной имеет неравномерный характер. Выделяются разделенные градиентными зонами участки с поверхностным, среднеглубинным и абиссальным типами количественного распределения мезопланктона.

Границы этих участков в тропических водах занимают более высокое положение (на глубинах 100—200 м и 1500—2500 м), чем в средних широтах (от 500—750 до 1000 м и на 2500—3500 м).











Таблица 3. Средняя биомасса ( $mg/m^3$ ) мезопланктона и макропланктона в мезотрофных экваториальных ( $12^\circ$  с.ш.— $12^\circ$  ю.ш.) и олиготрофных тропических ( $40^\circ$  с.ш.— $12^\circ$  с.ш.,  $12^\circ$  ю.ш.— $40^\circ$  ю.ш.) районах Тихого и Индийского океанов (среднее по 32 сериям ловов сетями БР)

Глубина, м	Мезопланктон		Макропланктон			
	$12^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ ю.ш.	$40^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ с.ш., и $12^\circ$ ю.ш.— $40^\circ$ ю.ш.	$12^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ ю.ш.	% от веса всего зоо- планктона	$40^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ с.ш.— $12^\circ$ ю.ш.— $40^\circ$ ю.ш.	% от веса всего зоо- планктона
0—50	63,5	27,6	0	0	0	0
50—100	52,3	25,9	15,2	22,5	0	0
100—200	18,8	14,7	0,3	1,6	0	0
200—500	7,8	6,8	2,2	22,3	0,8	10,5
500—1000	5,2	4,8	2,7	34,2	1,6	25,0
1000—2000	1,2	1,8	5,9	74,0	0,3	14,2
2000—4000	0,23	0,40	0,02	8,0	0	0

(1000—1500 и 1500—2000 м) макропланктонные животные (главным образом креветки) встречаются и в верхних и в нижних ловах, но чаще в слое 1000—1500, чем в 1500—2000 м. Глубже 2000 м животные макропланктона почти совершенно исчезают из уловов.

Эти результаты свидетельствуют о том, что по всей экваториальной тропической океане...

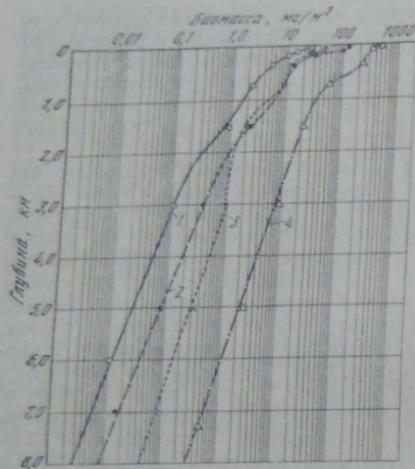


Рис. 9. Вертикальное распределение биомассы ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) сетного зоопланктона в глубоководных желобах

- 1 — Марианский желоб («Витязь», ст. 3686 и 3689);
- 2 — Бугенвильский желоб («Витязь», ст. 3663);
- 3 — желоб Кермадек («Витязь», ст. 3629);
- 4 — Курило-Камчатский желоб («Витязь») (среднее по 6 станциям с протяженными слоями облова; май-июнь 1953 г.)

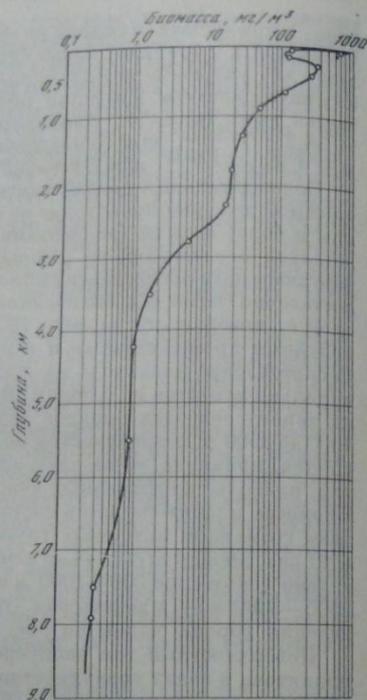


Рис. 10. Вертикальное распределение биомассы ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) сетного зоопланктона в Курило-Камчатском районе Тихого океана (среднее по 9 станциям с дробными слоями облова, июль-август 1966 г.)

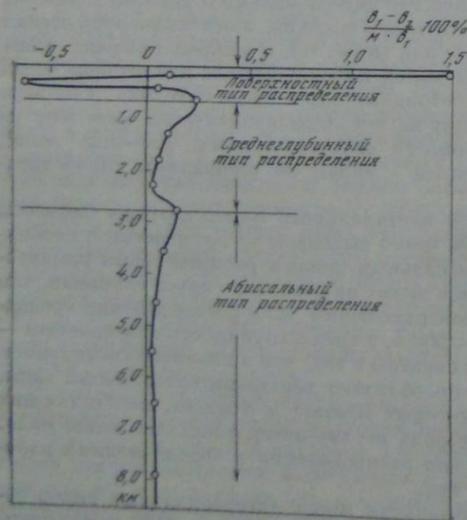


Рис. 11. Изменения с глубиной интенсивности уменьшения биомассы зоопланктона в Курило-Камчатском районе Тихого океана (среднее по 9 станциям, июль-август 1966 г.)

- $V_1$  — биомасса в лещащем выше слое облова;  
 $V_2$  — биомасса в лещащем ниже слое облова;  
 $M$  — расстояние (м) между серединами сравниваемых слоев облова

со значительно меньшей амплитудой. Поэтому естественно, что в субполярных районах среднеглубинный тип распределения, связанный с присутствием большого количества мигрантов из поверхностной зоны, охватывает значительно большую толщу и простирается до больших глубин, чем в тропиках.

Неравномерное (ступенчатое) изменение интенсивности уменьшения биомассы мезопланктона с глубиной имеет вполне определенный биологический смысл и объясняется зональной сменой трофических отношений в пелагических сообществах, что неизбежно приводит к изменению их структуры. Ниже мы специально рассмотрим эти вопросы.

Связать чередование слоев разной интенсивности изменения биомассы с границами водных масс или слоями наибольших градиентов, т. е. температурной стратификацией водной толщи, не удастся (Виноградов, 1968; Vиноградов, 1972).

**Макропланктон**<sup>1</sup>. Вертикальное распределение макропланктона значительно отличается от распределения сетного мезопланктона. Макропланктоном может более активно скапливаться в слоях наилучшей обеспеченности пищей.

Наблюдения при помощи эхолотов за звукорассеивающими слоями, ловы крупноячеистыми горизонтально-буксируемыми сетями, ловы глубоководными пелагическими тралами, и, наконец, визуальные наблюдения при погружениях батисферы и батискафов позволяют утверждать, что животные макропланктона образуют сравнительно узкие по вертикальной протяженности скопления. Поэтому очень трудно судить об общем количестве макропланктона по сборам горизонтально буксируемыми сетями. Тем не менее такие сборы, проведенные в разных районах океана, показали неравномерность количественного распределения макропланктона, показали они также, что по крайней мере на средних океанических глубинах (от 500 до 1500—2000 м) не наблюдается четкого уменьшения количества макропланктона с глубиной, столь характерного для мезопланктона. Однако в ловах глубже 1800—2000 м количество макропланктона постоянно очень низко.

Интересно оценить, хотя бы приблизительно, количество макропланктона и его роль в общей массе планктона на разной глубине и в разных районах океана. В данном случае для этого использованы вертикальные ловы замкающимися крупногабаритными сетями типа БР 113/140. Поимка крупных животных сетями БР происходит нерегулярно и поэтому отдельные пробы не пригодны для суждения о количестве макропланктона. Но при осреднении результатов, полученных на многих станциях, появляется возможность судить о средней биомассе. В табл. 3 сопоставлено среднее количество планктона с учетом и без учета макропланктонных животных в открытых тропических и экваториальных районах Тихого и Индийского океанов.

В олиготрофных тропических районах максимум биомассы макропланктона лежит в слое 500—1000 м. На меньших и больших глубинах (в слоях 200—500 и 1000—2000 м) количество макропланктона понижается, а в поверхностных водах, в слое 0—200 м, в уловах сетями БР, сходит на нет. Но и в слое 500—1000 м биомасса макропланктона в общем невысока и составляет лишь около  $1/3$  от биомассы мезопланктона и  $1/4$  от количества всего планктона. Иная картина характерна для продуктивного экваториального района. Уже в слое 200—500 м биомасса макропланктона составляет почти 30% от биомассы мезопланктона, в слое 500—1000 м увеличивается до 52%, а в слое 1000—2000 м биомасса макропланктона оказывается в 5 раз выше, чем биомасса мезопланктона, причем в этом слое преобладают более крупные животные, чем в слое 500—1000 м (рис. 12). При дифференцированном облове этого слоя

<sup>1</sup> К макропланктону мы относим животных длиной больше 3 см.

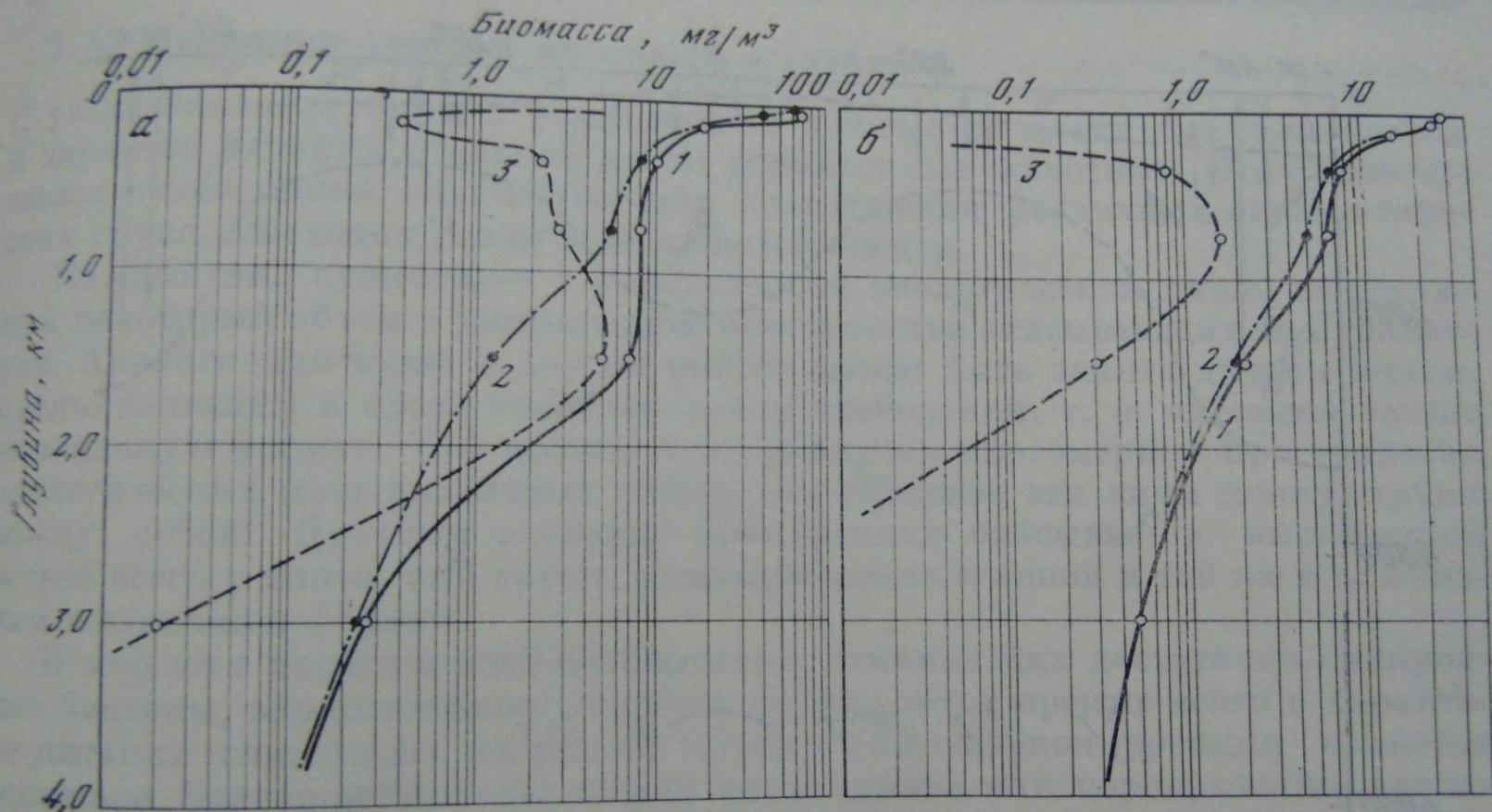


Рис. 12. Вертикальное распределение общей биомассы сетного мезо- и макропланктона (1), только мезопланктона (2) и только макропланктона (3) в продуктивных экваториальных (а) и олиготрофных тропических (б) районах Тихого и Индийского океанов

По ловам сетями БР 113/140. Среднее по 32 станциям

тельно, И. Б. Андреевой и Ю. Житковскому (1968), применившим методику  
здесь удалось обнаружить звукорассеивающие слои на

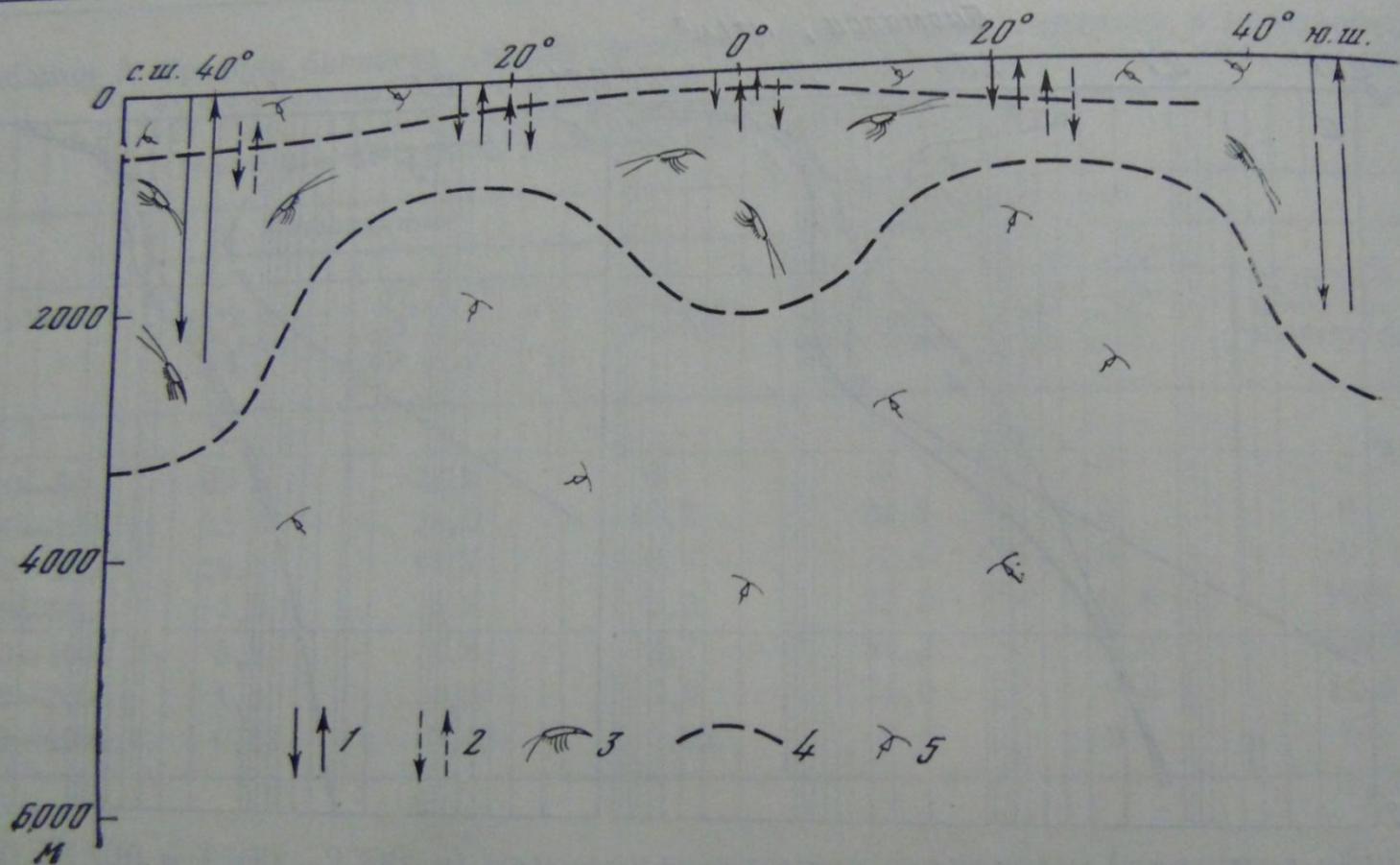


Рис. 13. Схема распределения мезо- и макропланктона на меридиональном разрезе через океан

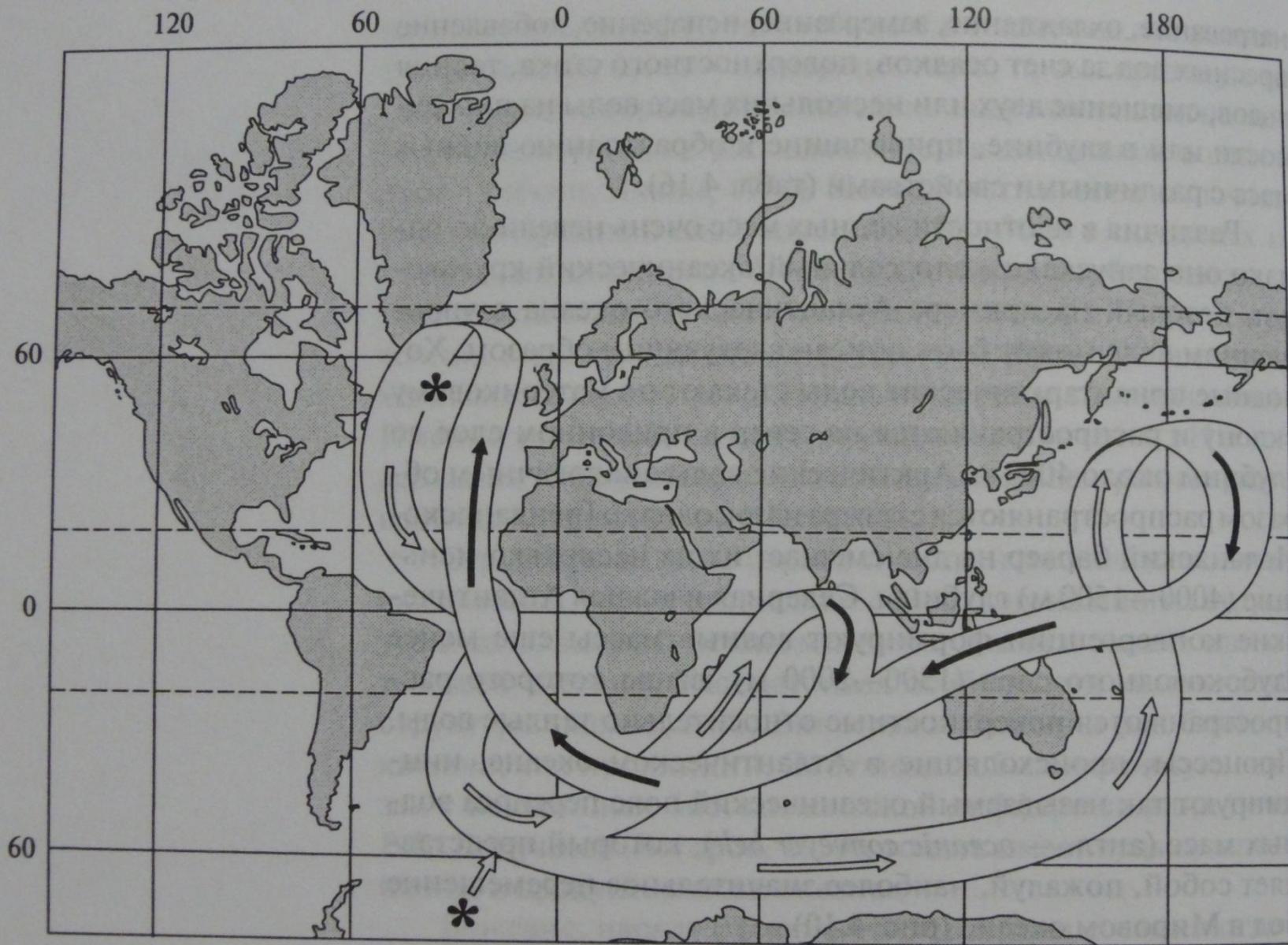
1 — амплитуда суточных или сезонных миграций мезопланктона; 2 — амплитуда суточных миграций макропланктона (по эхолотным записям); 3 — зона концентрации макропланктона; 4 — граница зоны концентрации макропланктона; 5 — зона господства мезопланктона

и объясняется большая интенсивность убывания численности мезопланктона с глубиной.









**Рис. 4.10.** Океанический пояс переноса (конвейера) водных масс (по Earth systems, 2000): светлые стрелки — холодные глубинные воды; темные стрелки — теплые поверхностные воды; звездочками обозначены зоны погружения холодных арктических и антарктических вод

