

577.475(261)

**КРУПНОМАСШТАБНОЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
МАКРОПЛАНКТОНА \* АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА**

Ю. Г. Чиндонова

В Атлантическом океане достаточно полно изучено количественное вертикальное распределение макропланктона в Бермудском и Канарском районах (Gibbs & Roper, 1970; Foxton, 1970a, 1970; Badcock, 1970). Крупномасштабное горизонтальное распределение макропланктона ранее не обсуждалось.

На тридцати полигонах, расположенных от 50° ю. ш. до 60° с. ш., в 1961, 1962, 1964 и 1967 гг. проведены траления с борта НИС «Петр Лебедев» и в 1972 г. с борта НИС «Академик Курчатов» среднеглубинным тралом Айзекса—Кидда с входным отверстием 6,7 м<sup>2</sup> и наименьшей ячеей в куте 8 мм. Скорость судна при тралениях была 2,5—4,5 узла. На НИС «Петр Лебедев» каждое траление на горизонтах до 1000 м длилось 30 мин, в более глубоких слоях — 1 час, на НИС «Академик Курчатов» соответственно 1 и 2 ч. Объем воды, обловленной тралом, определяли по скорости судна и продолжительности траления. Положение трала фиксировалось с помощью геликного глубинного манометра типа МГГ. Замыкание кута трала проводилось только в 1-м рейсе НИС «Петр Лебедев». На каждом полигоне делали от 4 до 30 тралений через каждые 100 или 200 м. Днем более подробно исследовали глубины от 250 до 1000—1500 м, ночью также поверхностные воды (от 50 до 250 м). В работе в основном использованы данные ночных тралений.

Все полигоны были сгруппированы в два разреза — западный и восточный (рис. 1). Данные по некоторым полигонам, близко расположенным друг к другу по широте или долготе и находящимся в водах одной структуры, были осреднены.

Применение незамыкающейся модели трала затрудняет количественный анализ данных. Истинная картина искажается за счет прилова из вышележащих горизонтов, избегания трала активными пловцами и т. д. Оценить прилов помогают данные, полученные замыкающейся моделью трала, в которой, после замыкания кута, в предкутовом пространстве скапливается весь прилов. Данные, позволяющие сопоставить количество животных с учетом прилова и без него взяты из работ Фокстона (Foxton, 1970, а, б) и Бадкока (Badcock, 1970). По их материалам кривые вертикального распределения с учетом прилова параллельны кривым без учета прилова. Когда в улове трала определенный вид находился и в куте, и в прилове, его численность в прилове была больше в 1,5—8 раз. Разброс данных, полученных с учетом при-

\* Крупные беспозвоночные животные и наиболее распространенные в океане мезопелагические рыбы размером от 20 до 200 мм.

лова и без него, от горизонта к горизонту, не обнаруживает закономерности и, видимо, зависит от неравномерности пространственного распределения животных.

Следовательно, расчет плотности животных по данным, полученным при использовании незамыкающейся модели трала, показывает лишь порядок величин. Таким образом, метод количественной оценки траловых ловов позволяет проследить пространственные изменения относительной плотности животных, а не ее абсолютных значений. Доля (в %) различных групп рыб и беспозвоночных от их общего числа вычислялась для дневного и ночного времени на каждом полигоне. В тропической части океана все сборы НИС «Петр Лебедев» приходятся на январь—март, НИС «Академик Курчатов» — на ноябрь—январь. При незначительных сезонных колебаниях численности макропланктона в тропиках (Blackburn et al., 1970) эти данные вполне сопоставимы. В умеренных водах обоих полушарий работы проведены в период биологической весны. Данные, полученные за один и тот же сезон (Backus et al., 1970) в Саргассовом море и в водах Лабрадора, подтверждают реальность полученных нами различий в разных зонах и возможность сопоставления разновременных сборов.

Исследование пространственного распределения животных на различных таксономических уровнях показывает, что по мере укрупнения таксонов пятнистость распределения, свойственная виду, сглаживается и проявляются закономерности, характерные для группы в целом. Поэтому удобнее использовать данные о распределении семейств и отрядов, и лишь в некоторых случаях — родов. Такой подход особенно оправдан в тех случаях, когда излишняя детализация в экологических работах «создает ложное ощущение точности», как пишет Гловер (1965).

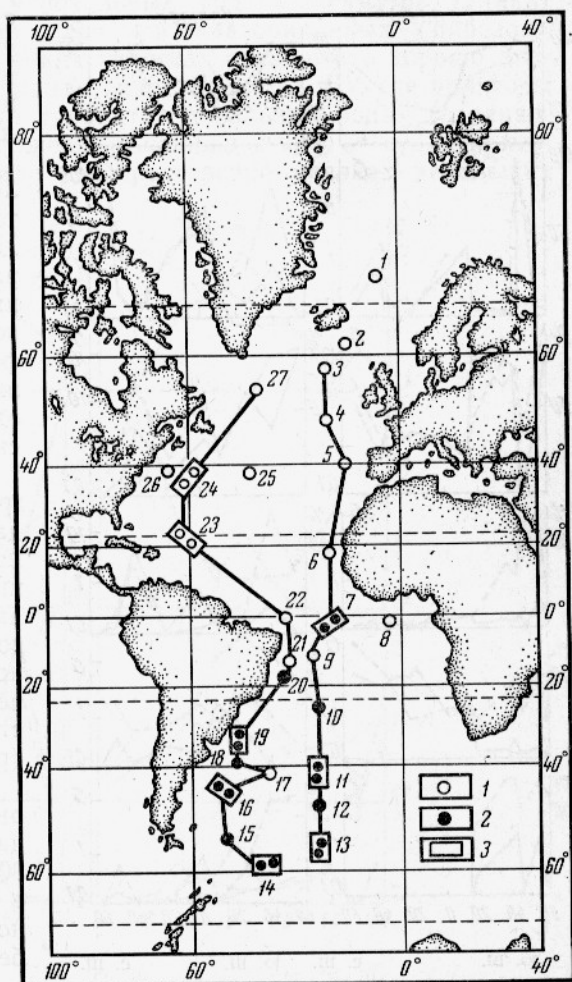


Рис. 1. Расположение полигонов:

1 — НИС «Петр Лебедев»; 2 — НИС «Академик Курчатов»; 3 — полигоны, данные по которым объединены. Линиями соединены полигоны западного и восточного разрезов.

Исследование пространственного распределения животных на различных таксономических уровнях показывает, что по мере укрупнения таксонов пятнистость распределения, свойственная виду, сглаживается и проявляются закономерности, характерные для группы в целом. Поэтому удобнее использовать данные о распределении семейств и отрядов, и лишь в некоторых случаях — родов. Такой подход особенно оправдан в тех случаях, когда излишняя детализация в экологических работах «создает ложное ощущение точности», как пишет Гловер (1965).

Наиболее четко закономерности распределения проявляются у доминирующих групп макропланктона и рыб. Из-за различий видового и размерного состава животных, обитающих в теплых и холодных водах океана, траловые уловы, отбирающие животных по размерам, могут искажать истинную картину распределения отдельных групп.

Это в первую очередь относится к хетогнатам, которые в умеренных водах в основном принадлежат к макропланктону, а в тропических — к мезопланктону.

Наши данные по распределению макропланктонных хетогнат, амфипод и салпы и данные Гейнрих (1968) по распределению мезопланктонных представителей неодинаковы, что говорит о специфичности распределения различных размерных классов одной и той же систематической группы.

Ниже из многочисленных групп макропланктона обсуждаются лишь туникаты (в основном роды *Salpa* и *Pyrosoma*), эвфаузииды, декаподы, амфиподы и хетогнаты. Кроме того, рассматриваются три основных семейства мезопелагических рыб: миктофиды, гоностомиды и стерноптихиды (рис. 2 и 3).

В восточной части океана рыб больше в тропических водах, где их доля в улове равна 30—45%. Она мала (до 3—5%) в умеренных водах, где сильно увеличивается численность беспозвоночных.

Симметричное распределение численности всех групп относительно экватора более четко прослеживается на восточном разрезе.

Характерно увеличение численности в приэкваториальном районе, уменьшение

в субтропических водах северного и южного полушария и увеличение к высоким широтам (к 40° ю. ш. и 50° с. ш.). Численность беспозвоночных примерно вдвое выше численности рыб в тропических водах и более чем в десять раз — в умеренных. Колебания численности беспозвоночных от их минимальных значений в субтропических водах до максимальных в переходных и умеренных областях достигает 30—50 раз, у рыб — примерно 10 раз.

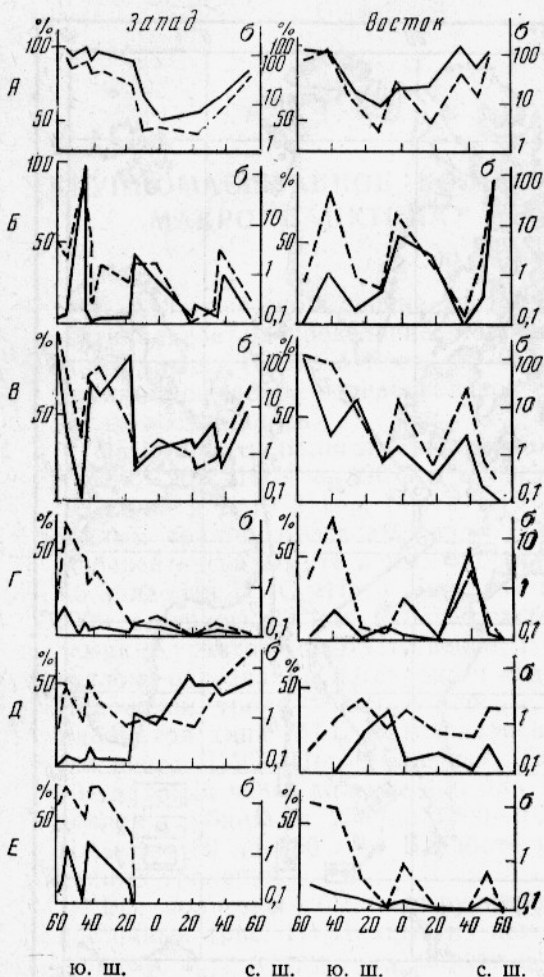


Рис. 2. Распределение беспозвоночных на западном и восточном разрезах по ночным ловам:

— — средняя численность экз./1000 м<sup>3</sup>;  
 ————— доля от численности, %;

A — все беспозвоночные; B — Tunicata; B — Euphausiacea; D — Amphipoda; E — Chaetognatha.

Почти у всех групп на восточном разрезе обнаруживается увеличение численности в приэкваториальных водах и в переходных зонах. Заметно чередование зон доминирования отдельных групп, особенно явно у конкурирующих. Так, у растительоядных туникат и эвфаузиид наблюдается довольно четкое расхождение пиков численности по широте в пределах бореальных и нотальных вод. Максимумы туникат (в умеренных водах в основном сальп, а в экваториальных — пирозом) наблюдаются на сравнительно узких участках океана, что хорошо видно по их распределению на западном разрезе (рис. 2, Б), где полигоны близки друг к другу. Оба пика туникат в нотальных водах (в западной и восточной части) расположены несколько к югу от субантарктической конвергенции вблизи или непосредственно в зонах небольших

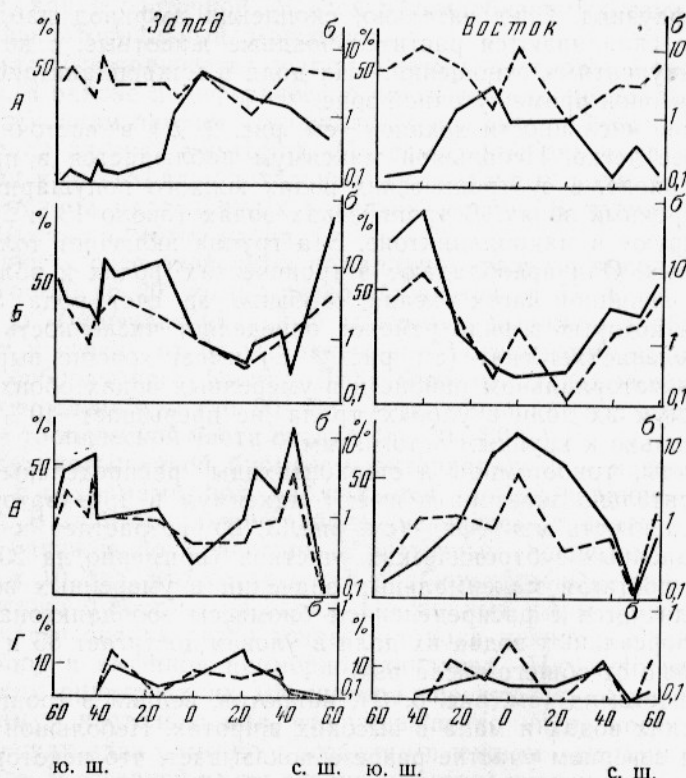


Рис. 3. Распределение мезопелагических рыб на западном и восточном разрезах по ночным ловам:

А — все рыбы; Б — Myctophidae; В — Gonostomidae; Г — Sternoptichidae.

--- средняя численность, экз. на 1000 м<sup>3</sup>;  
 ——— доля от численности, %.

подъемов вод. Вблизи тропического фронта (примерно на 4—5° ю. ш.) скопления туникат наблюдались глубже, чем в районе экваториальной дивергенции (примерно около 2° ю. ш.), где при тралении верхних 60 м весь трал был забит пирозомами. Максимальное количество туникат в северной части океана обнаружено вблизи нестационарной конвергенции (около 58° с. ш.). Наибольшая доля туникат в макропланктоне обнаруживалась там же, где их основные скопления.

В восточной части океана приэкваториальный максимум численности эвфаузиид почти равен максимуму численности, обнаруженному в



северной промежуточной зоне около 40° с. ш., а в южной части океана численность нарастает от зоны субтропической конвергенции к району субантарктического фронта и около 58° ю. ш. Скопления эвфаузиид наблюдались вблизи участков наибольшей биомассы сестона (Воронина и Задорина, 1974). Содержание эвфаузиид в макропланктоне почти пропорционально численности и несоответствие наблюдается лишь там, где численность сальп высока. Уменьшение численности эвфаузиид к 60° с. ш. вовсе не означает, что севернее их количество мало. В уловах на дневном полигоне, расположенном около 68° с. ш., их доля возрастает до 70%, а плотность достигает обычных максимальных значений, характерных для этой группы.

Амфиподы распределяются (см. рис. 2, Г), как туникаты, от экватора к югу, а в северной части океана их максимум совпадает с максимумом эвфаузиид. Следовательно, скопления амфипод наблюдаются там же, где скапливаются растительноядные животные, с которыми у них нет конкурентных отношений. Их доля в макропланктоне велика только в северной промежуточной зоне.

Изменение численности декапод (см. рис. 2, Д) в восточной части океана менее четко. Небольшой максимум наблюдается в приэкваториальном районе, в субтропических водах южного полушария и в северных умеренных зонах. В тропических водах (около 13 и 20° ю. ш.) они доминируют в макропланктоне. Эта группа включает только хищных животных. Они преобладают в тропических водах и вблизи континентов, в западной части океана, особенно за счет рода *Sergestes*, численность которых в ряде районов определяет численность декапод.

Распределение хетогнат (см. рис. 2, Е) имеет хорошо выраженные пики в приэкваториальном районе и в умеренных водах обоих полушарий. Максимум их доли в уловах трала не превышает 10%, но это относится только к крупным хетогнатам.

Миктофиды, гоностомиды и стерноптихиды распределены симметрично относительно экватора и имеют максимум в приэкваториальном районе. Численность миктофид (см. рис. 3, Б) возрастает к северу и югу от обедненных субтропических участков (примерно на 20° с. ш. и 13° ю. ш.), достигая максимальных значений в умеренных водах, что хорошо согласуется с распределением биомассы зоопланктона. В нотальных и бореальных водах их доля в уловах достигает 85 и 40—55% соответственно от общего числа рыб.

Доля гоностомид (см. рис. 3, В), напротив, велика в тропических и субтропических водах и мала в высоких широтах. Небольшой пик численности на северном участке разреза показывает, что некоторые виды проникают далеко на север вместе с трансформированными водами Северо-Атлантического течения. В семействе гоностомид доминирует род *Cyclothone*, практически определяя их количественное распределение.

Доля стерноптихид (см. рис. 3, Г) среди мезопелагических рыб не превышает 10%. Их распределение ограничено тропическими водами и лишь в северной половине океана они встречаются до 60° с. ш. На дневном полигоне, расположенном на 68° с. ш., стерноптихид и гоностомид не встречено.

На западном разрезе не обнаруживается строгой количественной симметрии в распределении рыб и беспозвоночных по отношению к экватору. Приэкваториальный максимум сглажен, а субтропический минимум плохо выражен в южном полушарии, так как влияние субтропических вод ослаблено из-за прибрежного положения полигона. На распределение макропланктона в южной части разреза оказывает сильное

влияние Фолклендское течение, сглаживая широтную зональность, свойственную открытым водам. Смещение вод Фолклендского и Бразильского течений не только влияет на качественный состав населения пелагиали, но и определяет соотношение численности рыб и беспозвоночных, более характерное для умеренных, чем для тропических вод. В этой части разреза отмечается уменьшение доли рыб (до 5—10%), которая далее к северу увеличивается примерно до 20° с. ш. и вновь постепенно падает к высоким широтам. Доля рыб определяется в основном числом беспозвоночных, так как минимальные и максимальные значения численности рыб различаются не более чем в 10 раз, а у беспозвоночных — в 30—50 раз.

Распределение численности основных семейств мезопелагических рыб в западной части океана не обнаруживает таких четких закономерностей, как в восточной. У всех рассматриваемых семейств отсутствует приэкваториальный максимум.

Минимальные количества всех рыб отмечены в южной части Саргасова моря, в районе периферической части южного центрального круговорота в основном за счет стерноптихид и к югу от субантарктической конвергенции за счет миктофид. Максимальные значения численности гоностомид и миктофид в нотальных и бореальных водах, как правило, наблюдаются на разобщенных участках океана. В тропических водах их численность примерно равна.

Численность беспозвоночных на западном разрезе высока (рис. 2, А) примерно от 60 до 20° ю. ш., резко снижается от 13° ю. ш. примерно до 25° с. ш. (приэкваториальный максимум выражен слабо) и вновь возрастает к северу от фронтальных зон Гольфстрима, достигая максимума у субполярного фронта. Доля беспозвоночных велика там, где высока их численность (до 90—98%), и уменьшается с падением численности в тропической части океана (до 50—60%).

В местах повышенной биомассы фитопланктона и наннопланктона, связанной с подъемами вод, наблюдается доминирование туникат и эвфаузиид. В экваториальном районе численность туникат и эвфаузиид примерно равна, а по сравнению с восточным разрезом их меньше примерно в 10 раз, что согласуется с общим уменьшением биомассы фитопланктона с востока на запад. Из хищных форм (рис. 2, Г, Д) в северной части океана резко возрастает доля декапод, в южной части доля декапод и амфипод примерно одинакова. На некоторых субантарктических полигонах их максимумы чередуются. Приэкваториальный максимум настолько мал, что уменьшение численности в субтропических водах едва заметно, особенно в южном антициклоническом круговороте. В северной части океана минимум численности в центральном круговороте прослеживается почти у всех групп животных, в том числе у декапод и амфипод.

### *Заключение*

Распределение численности животных в западной и восточной частях океана существенно различается.

Четкий приэкваториальный максимум наблюдался у всех групп животных в восточной части океана. В западной части максимум численности у многих групп сглажен в связи с ослаблением дивергенции в западном направлении и заглублением слоя скачка. Вероятно, при более рассредоточенных по меридиану полигонах в экваториальной зоне можно было получить более ясное представление о связи распределения различных групп животных с экваториальными вергенциями.

Сборы, проведенные по меридиану в пределах 2—3°, охватывают как дивергирующие, так и конвергирующие потоки. Часть ловов в более глубоких слоях проведена в экваториальной конвергенции, а часть — более поверхностных — в экваториальной дивергенции. Поэтому концентрация больших скоплений туникат в районе экваториальной дивергенции, а эвфаузинд — ближе к экваториальной конвергенции должны быть подтверждены дополнительным материалом.

Низкая численность большинства групп отмечена в субтропических антициклонических круговоротах северного и южного полушарий. Более четко это выражено по восточному разрезу и менее — по западному, особенно в южной половине океана, где восточные полигоны были расположены в центральной, а западные в периферической части антициклонического круговорота. Численность некоторых групп (например, декапод, стерноптихид) колеблется незначительно, и различия между максимумами и минимумами у них невелики.

Численность почти всех групп, кроме декапод и стерноптихид, увеличивается в южных и умеренных водах. На этих участках наблюдается последовательное доминирование ведущих групп макропланктона и рыб. Максимумы эвфаузинд и туникат четко расходятся. Туникаты образуют скопления в южной половине океана в зонах поднятия вод, выявленных при разномасштабном осреднении до глубины 500 м (Булатов, 1971). В северной части океана (подтверждается и литературными данными) скопления туникат наблюдаются вблизи нестационарных подъемов вод, образуя иногда пятна значительной протяженности. В местах, где в макропланктоне преобладают туникаты или эвфаузинды, весь остальной макропланктон крайне беден (менее 3—5%).

Основные семейства мезопелагических рыб распределяются так: преобладают миктофиды и гоностомиды (стерноптихид примерно в 10 раз меньше), их численность в тропических водах на западе примерно одинакова, на востоке преобладают гоностомиды; в переходных и умеренных водах выше численность миктофид. В местах наибольших скоплений этих рыб на некоторых участках максимумы последовательно чередуются. У стерноптихид максимум численности превышает минимум в 2—4 раза, у миктофид и гоностомид — на порядок больше.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Арсеньев В. С., Булатов Р. П., Леонтьева В. В. Гидрологические исследования в 11-м рейсе НИС «Академик Курчатов». Экспресс-информация, «Промысловая океанология». М. ЦНИИТЭИРХ, 1972, серия 9, вып. 12, с. 1—17.

Исследование циркуляции и переноса вод Атлантического океана. «Океанологические исследования». М., «Наука», 1971, № 22. 289 с. Авт.: Е. И. Баранов, В. А. Бубнов, Р. П. Булатов, И. В. Привалова.

Бурков В. А., Булатов Р. П., Нейман В. Г. Крупномасштабные черты циркуляции вод Мирового океана. — «Океанология», 1973, т. XIII, вып. 3, с. 395—403.

Воронина Н. М., Задорина Л. А. Количественное распределение планктона в Южной Атлантике в ноябре—декабре 1971 г. — «Труды ИОАН», 1974, том 98, с. 30—37.

Гейнрих А. К. Состав и количественное распределение зоопланктона в центральной части Тихого океана. Планктон Тихого океана. М., «Наука», 1968, с. 87—102.

Гловер Р. Биогеографические границы: Типы распределения. В кн.: Океанография, М., 1965, с. 166—187.

Ярогов Б. А. О физико-географических условиях ареала *Euphausia superba* Dana. Морские биологические ресурсы Антарктики. М., «Пищевая промышленность», 1969, с. 85—102.

Backus, R. H., I. E. Craddock, R. L. Haedrich and D. L. Shores  
The distribution of mesopelagic fishes in the Equatorial and Western North Atlantic  
Ocean. Proc. Intern. Sym. Sound Scattering in the Ocean. Mar.—Apr. Washington,  
1970. p. 20—40.

Badcock, J. The vertical distribution of mesopelagic fishes collected on the  
SOND cruise 1965. J. Mar. Biol. Ass. U. K. (1970), 50 p. 1001—1044.

Blackburn, M., R. M. Laurs, R. W. Owen and B. Zeitzschel. Seasonal and areal changes in standing stocks of phytoplankton, zooplankton and micro-  
nekton in the Eastern Tropical Pacific. Mar. Biol. 7, 1970. p. 4—31.

Foxton, P. The vertical distribution of pelagic Decapoda (Crustacea, Natantia)  
collected on the SOND cruise 1965. I. Caridea. „J. Mar. Biol. Ass. U. K.“, (1970),  
50 p.

Foxton, P. The vertical distribution of pelagic Decapoda (Crustacea: Natantia)  
collected on the SOND cruise 1965, II. The Penaeidea and general discussion, „J.  
Mar. Biol. Ass. U. K.“ (1970.) 50. p. 939—960.

Gibbs, R. H., C. F. E. Roper. Ocean Ace: Preliminary report on vertical  
distribution of fishes and cephalopods. „Proc. Intern. Sym. Biol. Sound Scattering  
in the Ocean“. Washington. 1970. p. 119—133.

## LARGE—SCALE QUANTITATIVE DISTRIBUTION OF MACROPLANKTON IN THE ATLANTIC OCEAN

*Ju. G. Tchindonova*

### SUMMARY

The distribution of macroplankton is discussed in its entirety and by selectep  
groups along two meridional sections in the Atlantic Ocean. A pre—equatorial pick  
in abundance is clearly observed in all age groups along the eastern section.  
The western section lies in the inshore waters and the pick is not so evident.