

577.475(261/264)

**О КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПЛАНКТОНА  
АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА****И. П. Канаева**

Впервые карта количественного распределения планктона в Атлантическом океане была составлена Е. Гентшелем (Hentschel, 1933) на основании сборов немецкой экспедиции «Метеор» в центральной и южной части Атлантики. Автору удалось получить интересный материал, позволивший также дать распределение по количеству экземпляров отдельных групп животных и растений в верхних 50 м воды. В дальнейшем Е. Гентшель, обобщив накопленные к тому времени данные различных экспедиций, работавших в Атлантическом океане, составил биологическую карту Атлантики, на которой выделил олиготрофные и эвтрофные области (1942). Позднее Г. Фридрих (Friedrich, 1950) опубликовал схему распределения относительной плотности населения в поверхностных слоях Атлантического океана. Материалом для этих чрезвычайно интересных карт послужили очень разнородные данные; сборы были сделаны на протяжении нескольких десятков лет различными орудиями лова главным образом в поверхностном слое воды. В 1961 г. Левасту (Laevastu) опубликовал карту распределения биомассы зоопланктона в Атлантическом океане в верхнем 300-метровом слое, не выделяя при этом кормовую для рыб часть планктона.

Работы, проведенные в период Международного Геофизического Года (МГГ), Года Международного сотрудничества (МГС), а также в последующие годы (1957—1962 гг.) советскими исследователями (Владимирская, 1962; Канаева, 1960, 1962; Кусморская, 1960; Мовчан, 1962а, 1962б; Хромов, 1960, 1962; Яшнов, 1961, 1962; Kuzmorskaya, 1959; 1960, 1961), дали материал по распределению планктона Атлантического океана, собранный по единой, принятой в период МГГ, методике. Пробы планктона собирали в основном во время экспедиций на научно-исследовательском судне АН СССР «Михаил Ломоносов», а также в период экспедиций, организованных для поисков промысловых скоплений сардины у западных берегов Африки в 1957—1959 гг.

Расположение планктонных станций, использованных в работе, показано на рис. 1. Как видно из рисунка, материал был собран в различные сезоны года, но преимущественно в весенне-осенние месяцы.

Орудиями лова служили сети Джудея из мельничного сита № 38 (38 нитей в 1 сантиметре) с диаметром входного отверстия 36 и 80 см. Ловы проводили в слое воды от 500 м до поверхности по стандартным горизонтам: 500—200, 200—100, 100—50, 50—25, 25—10, 10—0 м. Все пробы были подвергнуты предварительной обработке: определяли объем

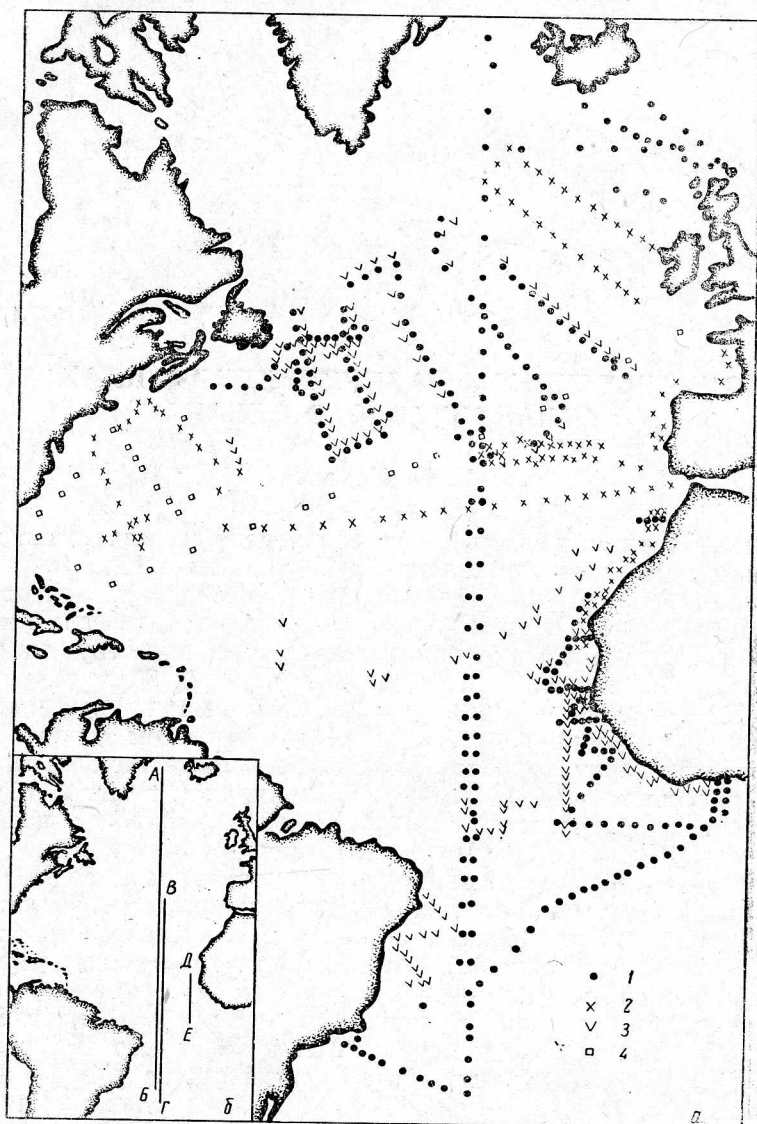


Рис. 1. Расположение планктонных станций (а) и меридианальных разрезов (б) в Атлантическом океане:  
1 — весна, 2 — лето, 3 — осень, 4 — зима.

и просматривали качественный состав пробы. Объем сестона определяли волюмометром В. А. Яшнова (1959).

Работами руководила А. П. Кусморская.

На основании предварительной обработки собранного материала и литературных источников (по Норвежскому морю — работы ПИНРО и БалтНИРО (Грузов, 1960; 1961; Павштикс, 1956; 1960) по Северной Атлантике, приафриканским водам и району Рио-де-Жанейро использо-

ваны некоторые данные из работ К. В. Беклемишева (1962), В. А. Яш-  
 нова (1959), Крея и др. (Krey, Hantschmann, Wellershaus, 1959) и  
 Вануччи и Алмейда Прадо (Vannucci, Almeida Prado, 1959) нами была

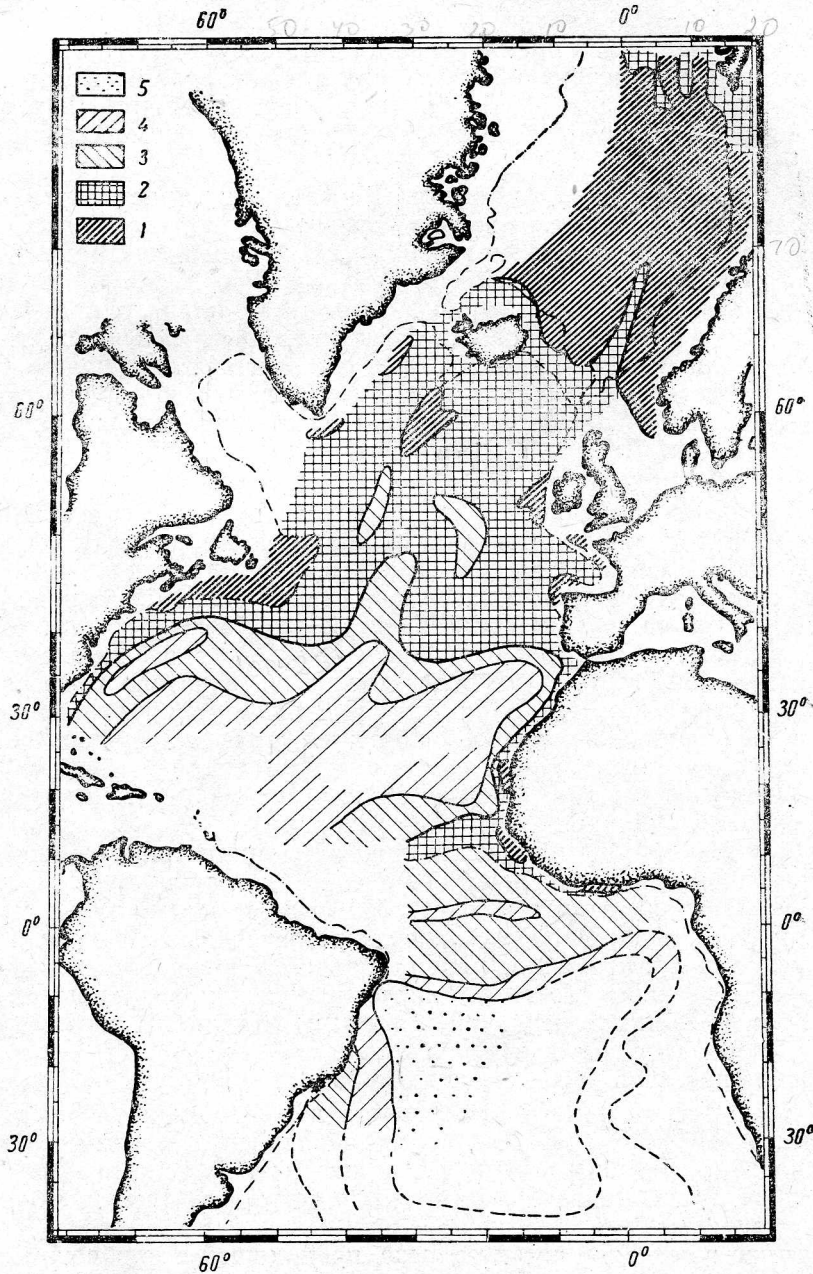


Рис. 2. Распределение планктона в Атлантическом океане в слое  
 100—0 м в мг/м³:

1 — >500, 2 — 500—250, 3 — 250—100, 4 — 100—50, 5 — <50.

составлена карта, на которой приведены данные по объему сестона  
 в верхнем стометровом слое воды, пересчитанные на 1 м³ (рис. 2). Часть  
 изолиний в Южной Атлантике дана приблизительно по литературным  
 данным (Hentschel, 1933; Friedrich, 1950).



Мы располагаем лишь данными по биомассе планктона, т. е. по количеству планктона в какой-то определенный момент. Для получения более точного представления о продуктивности различных областей океана необходимы величины годовой продукции планктона в этих областях. В настоящее время такие данные отсутствуют. Опубликованные материалы по первичной продукции в водах Атлантического океана (Сорокин и Кляшторин, 1961; Gessner, 1959; Steemann-Nielsen, 1959) в основном согласуются с картой распределения биомассы планктона, полученной нами.

Наиболее богата планктоном Бореальная область Атлантики\*. Биомасса планктона, как правило, превышает  $250 \text{ мг/м}^3$  и на значительной акватории она свыше  $500 \text{ мг/м}^3$ . Лишь в центральной части биомасса снижается и колеблется от 100 до  $250 \text{ мг/м}^3$ . В Норвежском море в весенне-летний период биомасса планктона превышает  $1000 \text{ мг/м}^3$ , а в отдельных, самых богатых районах Северной Атлантики в периоды «цветения» биомасса достигает нескольких грамм в  $1 \text{ м}^3$ . Такими районами с богатым развитием планктона являются район Северо-Западной Атлантики (Большая Ньюфаундлендская банка, банки Флемиш-Кап, Джорджес, Банкеро), воды к западу от Ирландии и некоторые др.

В Тропической области в целом биомасса планктона значительно ниже, чем в Бореальной, большие площади занимают воды с количеством планктона менее  $100 \text{ мг/м}^3$ . Лишь в экваториальной части между  $15-20^\circ$  с. ш. и  $5-10^\circ$  ю. ш. лежит зона относительно богатых вод с биомассой планктона до  $250 \text{ мг/м}^3$ . Внутри этой зоны в открытой части океана выделяется участок в районе  $10-12^\circ$  с. ш. с биомассой планктона свыше  $250 \text{ мг/м}^3$ . А непосредственно на экваторе и несколько к северу от него биомасса планктона уменьшается по сравнению с ее величиной в окружающих водах. Наконец, воды с большим количеством планктона тянутся узкой полосой вдоль западных берегов Африки. В отдельных участках биомасса достигает  $1000 \text{ мг/м}^3$  и выше (районы Кап-Блана, Дакара-Фритауна, Такоради).

Для иллюстрации изменения биомассы планктона по широтам в центральной части Атлантического океана мы даем графики распределения планктона в слое воды от 500 м до поверхности на меридианах  $30$  и  $18^\circ$  з. д.\*\*. Расположение разрезов показано на рис. 1, б. Хорошо прослеживается относительно большее количество планктона в Бореальной области (рис. 3, исследования проводились только в 1959 г.). В пределах Бореальной области увеличение планктона заметно вблизи Азорских о-вов и несколько севернее (ст. 358—361) и в районе массового «цветения» воды на широте  $56^\circ$  (ст. 352).

В Тропической области на разрезе по меридиану  $30^\circ$  з. д. как в 1959, так и в 1961 г. (рис. 3, 4) четко обозначается увеличение количества планктона на широте  $10-12^\circ$ , причем оно прослеживается до глубины 500 м. Вблизи экватора намечается некоторое снижение биомассы. На меридиане  $18^\circ$  з. д. (рис. 5) наибольшее количество планктона обнаружено в северной части разреза, проходящей в прибрежных водах западной Африки. На широте  $3-5^\circ$  количество планктона заметно уменьшается.

\* К Бореальной области мы относим Бореальную область и зону смешения вод (Кусморская, 1960; Канаева, 1960), соответствующие Бореальной и Северной промежуточной областям Е. Гентшеля (1942).

\*\* График распределения планктона по меридиану  $30^\circ$  з. д. в апреле—мае 1959 г. взят из нашей работы, опубликованной ранее (1960).

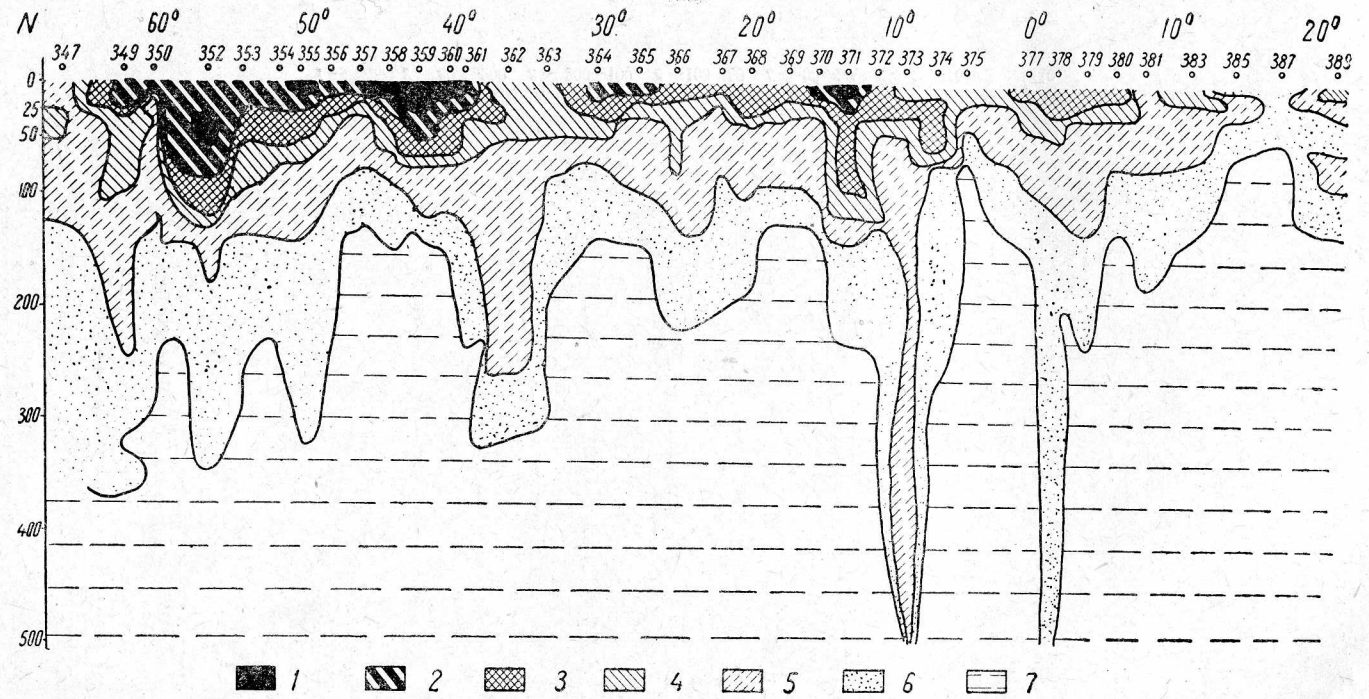
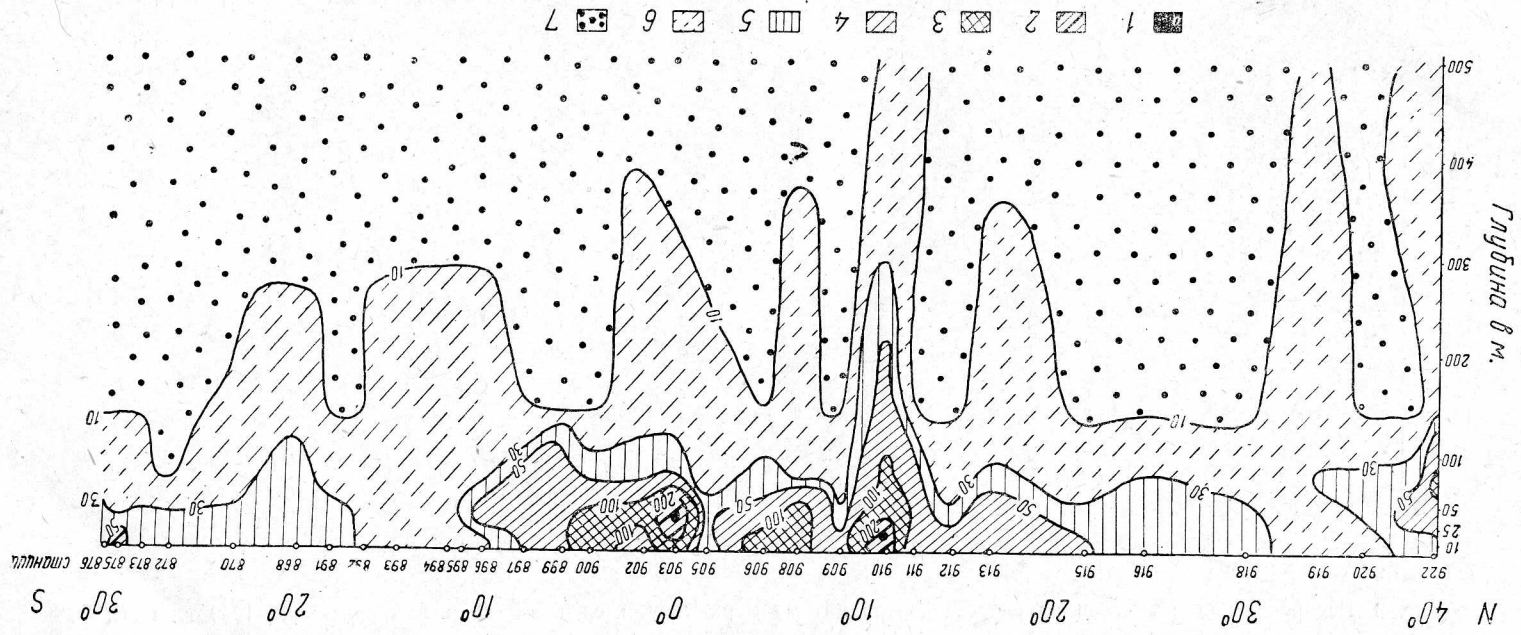


Рис. 3. Распределение планктона на разрезе по тридцатому меридиану в слое 500—0 м в апреле—мае 1959 г. в  $мг/м^3$   
 (разрез А—Б рисунка 1, б):  
 1 — >700, 2 — 700—500, 3 — 500—300, 4 — 300—200, 5 — 200—100, 6 — 100—50, 7 — <50.

Рис. 4. Распределение планктона на разрезе по тридцатому меридиану в слое 500-0 м в мае-июне 1961 г. в м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup> (разрез В-Г):



1 - >300, 2 - 300-200, 3 - 200-100, 4 - 100-50, 5 - 50-30, 6 - 30-10, 7 - <10.



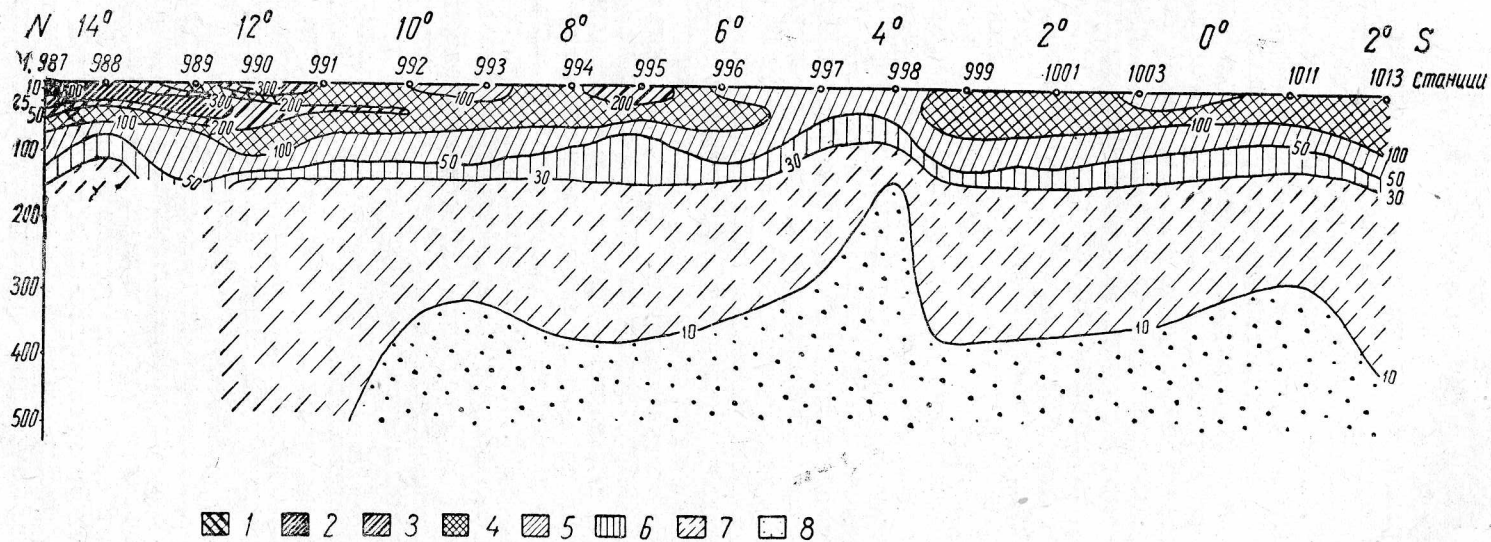


Рис. 5. Распределение планктона на разрезе от Дакара до экватора в слое 500—0 м в октябре—ноябре 1962 г. в мг/м<sup>3</sup> (разрез Д—Е):  
 1 — >500, 2 — 500—300, 3 — 300—200, 4 — 200—100, 5 — 100—50, 6 — 50—30, 7 — 30—10, 8 — <10.

Распределение районов, богатых планктоном, довольно хорошо увязывается с положениями В. Г. Богорова, доложенными на планктонном комитете 48-й сессии Международного совета по изучению моря (публикуется в наст. сборн.).

Интенсивность развития планктона в океане определяется количеством питательных веществ, поступающих в верхний 100—200-метровый слой воды. Там, где происходит обогащение этого слоя питательными веществами, наблюдается повышенное развитие планктона. Огромным запасом биогенов обладают воды, лежащие ниже слоя фотосинтеза. Поднимаясь к поверхности вследствие различных причин, они обогащают биогенами поверхностные слои. Подъем глубинных вод может происходить вследствие перемешивания под влиянием зимнего охлаждения в умеренных и холодных водах, а также под действием дивергенции. Вблизи берегов вынос глубинных вод происходит под влиянием сгонных ветров и течений. Источником пополнения биогенами вод вблизи материков является также сток с суши.

На огромной акватории Бореальной области под влиянием осенне-зимнего охлаждения поверхностных вод происходит перемешивание. На смену обедненным за период летнего развития планктона водам приходят глубинные, богатые биогенами воды. Весной увеличение солнечной радиации и повышение температуры воды вызывает вспышку развития фитопланктона, на базе которого затем развивается и зоопланктон. Таким образом, благодаря климатическим особенностям в Бореальной области создаются условия для хорошей вертикальной циркуляции вод, способствующей обогащению биогенами поверхностного слоя. Внутри Бореальной области выделяются своим богатством воды, расположенные вдоль фронтальных зон на стыке холодных и теплых течений. Такие районы отмечены в Норвежском море, а также в районе Ньюфаундленда и прилегающей акватории и вдоль восточного побережья Гренландии, на стыке холодных вод Лабрадорского и Восточно-Гренландского течений и теплого Северо-Атлантического течения (Морской атлас, 1953). В восточной части Северной Атлантики в водах, прилежащих к западному побережью Ирландии, богатство планктона, очевидно, обуславливается подъемом вод с глубины, вызванным особенностями рельефа дна. Самые бедные планктоном воды в Северной Атлантике, по А. П. Кусморской (1960), лежат в области распространения основной струи Северо-Атлантического течения.

Высокая биомасса в Бореальной области наблюдается несколько месяцев в году в весенне-летний период. В Норвежском море, например, этот период продолжается 3—5 месяцев в году в зависимости от района (Павштикс, 1956). В остальное время года количество планктона сильно уменьшается и осенью даже в наиболее богатых районах океана (на большей части акватории Норвежского моря и на банках Большой Ньюфаундлендской и Флемиш-Кап) составляет менее  $200 \text{ мг/м}^3$  (Владимирская, 1962; Павштикс, 1960; Тимохина, 1960). Зимой биомасса планктона еще более снижается.

В Тропической области сезонные изменения температуры незначительны. Большой прогрев поверхностных вод затрудняет вертикальную циркуляцию, а вместе с тем и поступление питательных веществ из глубинных слоев. Колебания количества планктона в различные сезоны года невелики. Биомасса фито- и зоопланктона в океанической зоне по сравнению с Бореальной областью также мала (Гейнрих, 1961). В зонах антициклонических круговоротов, образованных системой Северного Экваториального и Северо-Атлантического течений в северном полушарии и Южным Экваториальным, Бразильским, Бенгельским



и Западных ветров — в южном полушарии, биомасса планктона оказалась наименьшей. Эти зоны, занимающие огромные акватории, ограничивают с севера и юга зону с повышенной биомассой планктона, расположенную в экваториальной части Атлантического океана. Наиболее богатый район в открытой части океана совпадает с зоной дивергенции на границе Северного Экваториального течения и Экваториального противотечения (Defant, 1936). В этом районе в 1959 г. наблюдалось приближение к поверхности нижележащих североатлантических центральных вод (Гамутилов и Грузинов, 1960). В 1961 г. распределение изотерм в этом участке разреза по 30-му меридиану было сходным с 1959 г. (Пономаренко, 1960). Содержание фосфатов в воде на глубине 100 м в экваториальном районе, по данным гидрохимических исследований, проведенных на НИС «Михаил Ломоносов» во время V, X и XII рейсов, в общем согласуется с нашими данными по распределению планктона\*.

Высокая биомасса, наблюдаемая вдоль западного побережья Африки, обусловлена в первую очередь мощным влиянием дующих с востока на запад пассатов, сгоняющих поверхностные воды, на смену которым с глубины поднимаются воды, более богатые питательными веществами. Существенную роль играет также и материковый сток. Влияние этих факторов приводит к тому, что в течение всего года в районе Дакара, например, наблюдается биомасса планктона более  $300 \text{ мг/м}^3$ , увеличивающаяся иногда в отдельных участках до  $1-3 \text{ г/м}^3$  (Хромов, 1962).

Таким образом, для Бореальной области характерны большие сезонные колебания биомассы планктона. Сравнительно короткий период интенсивного развития, когда создается почти вся годовая продукция планктона, сменяется периодом, когда продуцирования планктона почти не происходит. В это время биомасса в верхнем слое воды минимальная. Однако в этой же области в период весенне-летнего развития планктона наблюдается наибольшая величина биомассы, достигающая нескольких грамм в  $1 \text{ м}^3$ .

Характерной особенностью Тропической области океана является относительно равномерное развитие планктона на протяжении всего года. В наиболее бедных областях биомасса планктона никогда не достигает большой величины, так как поступление биогенных веществ в верхние слои там незначительно и они непрерывно расходуются по мере поступления. Однако необходимо учитывать, что даже при небольшой биомассе продукция планктона за счет непрерывного его продуцирования в течение года может достичь значительной величины. Особенно это относится к районам, где поступление биогенных веществ в зону фотосинтеза достаточно интенсивно, и в первую очередь к водам вдоль западного побережья Африки и центрального района океана, где наблюдается повышенная биомасса планктона.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работы, проведенные в период МГГ, МГС, а также в последующие годы (1957—1962 гг.) советскими исследователями дали обширный материал по количественному распределению кормового планктона в Атлантическом океане, собранный по единой, принятой в период МГГ методике.

\* Содержание фосфатов в воде приводится на глубине 100 м, так как количество их на поверхности благодаря быстрому расходованию не всегда может характеризовать богатство вод питательными веществами. Такой метод использован в работах по планктону Тихого океана (Виноградов, Воронина и Суханова, 1961; Reid, 1962).

Богаты планктоном бореальные и арктические районы, прибрежные воды, преимущественно в восточной части океана, экваториальная зона и район Азорских о-вов. Бедны планктоном зона Северо-Атлантического течения, Саргассово море и тропические зоны Атлантики. Богатые планктоном районы приурочены к областям существования осенне-зимней циркуляции, дивергенции, сгонных явлений и берегового стока.

#### ЛИТЕРАТУРА

Беклемишев К. В., Кляшторин Л. Б. О пространственных взаимоотношениях фитопланктона и рыб в тропических водах Атлантического океана. Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 58, 1962.

Богоров В. Г. Продуктивные районы океана (доклад на 48-й сессии МСИМ). Публикуется в настоящем сборнике.

Виноградов М. Е., Воронина Н. М., Суханова И. Н. Горизонтальное распределение тропического планктона и его связь с некоторыми особенностями структуры вод открытых районов океанов. «Океанология». Т. I. Вып. 2, 1961.

Владимирская Е. В. Распределение и сезонные изменения зоопланктона в районе Ньюфаундленда. Тр. ВНИРО. Т. 46, 1962.

Гамутилов А. Е., Грузинов В. М. Зональность распределения гидрологических характеристик в Атлантическом океане. Тр. Морского гидрофизического ин-та. Т. XIX. Изд-во АН СССР, 1960.

Гейнрих А. К. Сезонные явления в планктоне Мирового океана. II. Сезонные явления в планктоне низких широт. «Океанология». Т. I. Вып. 3, 1961.

Грузов Л. Н. Зоопланктон полярного фронта Восточно-Гренландского течения. Сб. «Гидрологич. и биологич. особенности прибрежных вод Мурмана». Изд-во АН СССР, 1960.

Грузов Л. Н. Влияние планктона на кормовые миграции сельди в Норвежском море в 1959 г. Тр. БалтНИРО. Вып. 7, 1961.

Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. Изд-во АН СССР, 1963.

Канаева И. П. Распределение планктона в Атлантическом океане по тридцатому меридиану в апреле—мае 1959 г. «Советские рыбохоз. исследов. в морях Европейского Севера». М., Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1960.

Канаева И. П. Первые итоги советских планктологических исследований по программе МГГ—МГС в Атлантическом океане. Тр. ВНИРО. Т. 46, 1962.

Кусморская А. П. Зоопланктон фронтальной зоны Северной Атлантики весной 1958 г. Сб. «Советские рыбохозяйств. исследов. в морях Европейского Севера». М., Изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1960.

Мовчан О. А. Количественное развитие фитопланктона в водах Ньюфаундлендской банки, Флеминг-Капа и прилегающей акватории. Сб. «Советские рыбохоз. исследов. в северо-западной части Атлантического океана». М., изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1962а.

Мовчан О. А. Весенний фитопланктон западной части Северной Атлантики. Тр. ВНИРО. Т. 46, 1962б.

Морской атлас. Т. II (физико-географический). Изд-во Главного штаба военноморских сил. 1953.

Павштикс Е. А. Сезонные изменения в планктоне и кормовые миграции сельди. Тр. ПИНРО. Вып. 9, 1956.

Павштикс Е. А. Основные закономерности развития планктона в Норвежском и Гренландском морях. Сб. «Советские рыбохоз. исследов. в морях Европейского Севера». М., изд-во журн. «Рыбное хозяйство», 1960.

Пономаренко Г. П. 10-й рейс НИС «Михаил Ломоносов» в Атлантический океан. «Океанология». Т. 2. Вып. I, 1962.

Сорокин Ю. И., Кляшторин Л. Б. Первичная продукция в Атлантическом океане. Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. Т. XI, 1961.

Тимохина А. Ф. Некоторые данные о качественном и количественном распределении планктона в Норвежском море весной и осенью 1959 г. Научно-технич. бюлл. ПИНРО, № 2 (12), 1960.

Хромов Н. С. Распространение планктона и питание сардинеллы в районе Дакара. «Рыбное хозяйство» № 1, 1960.

Хромов Н. С. Распределение и динамика планктона и питание сардинеллы в промысловых районах у западных берегов Африки. Тр. ВНИРО. Т. 46, 1962.

Яшнов В. А. Новая модель волюмометра для быстрого и точного определения объема планктона в экспедиционных условиях. «Зоол. журн.» Т. 38. Вып. 2, 1959.

Яшнов В. А. Вертикальное распределение массы зоопланктона Тропической области Атлантического океана. ДАН СССР. Т. 136, № 3, 1961.

Яшнов В. А. Планктон Тропической области Атлантического океана. Тр. Морского гидрофизич. ин-та. Т. XXV, 1962.

Aurich H. J. Versuch einer biologischen Gliederung der nördischen Nordatlantischen Ozeans auf Grund der Verteilung des Grossplanktons während der deutschen Forschungsfahrten im IGJ 1958. Dtsch. Hydrogr. Ztsch. Ergänzungsheft R. B. (4<sup>o</sup>), Nr. 3, 1959.

Defant A. Schichtung und Zirkulation des Atlantischen Ozeans. Die Troposphäre. Wiss. Erg. Deutsch. Atlant. Exp. «Meteor» 1925—1927, 6, 1, 1936.

Friedrich H. Versuch einer Darstellung der relativen Besiedlungsdichte in den Oberflächenschichten des Atlantischen Ozeans. Kieler Meeresforsch. Band VII, Heft 2, 1950.

Gessner F. Hydrobotanik die physiologischen Grundlagen der Pflanzenverbreitung im Wasser. II. Stoffhaushalt. Hochschulbücher für Biologie. Band. 8. Berlin. 1959.

Hentschel E. Allgemeine Biologie des Südatlantischen Ozeans: Wissensch. Erg. d. Deutsch. Atl. Exp. auf. d. Forsch.—u. Vermessungssch. «Meteor» 1925—1927. Bd. XI. Lief. I. 1933.

Hentschel E. Eine biologische Karte des Atlantischen Ozeans. Zool. Anz. Bd. 137, 1942.

Krey J., Hantschmann D., Wellershaus St. Der Sestonengehalt entlang eines Schnittes von Kap Farvel bis zur Flämischen Kappe im April und September 1958. Dtsch. Hydrogr. Ztsch. Ergänzungsheft R. B (4<sup>o</sup>), Nr. 3, 1959.

Kusmorskaya A. P. Distribution of plankton in the North Atlantic in spring 1958. Int. Oceanogr. Congr., Preprints, Washington, 1959.

Kusmorskaya A. P. Zooplankton of the frontal zone of the North Atlantic in spring 1958. ICNAF, 732. Doc. N 14. 1960.

Kusmorskaya A. P. Distribution of plankton in the North Atlantic in spring and autumn 1958. Rapp. et Proc.-Verb. Vol. 149. 1961.

Laevastu T. Natural bases of fisheries in the Atlantic Ocean: their past and present Characteristics and possibilities for future expansion Atlantic Ocean Fisheries. Fishing News (books). London, 1961.

Reid J. L. On circulation, phosphate-phosphorus content, and zooplankton volumes in the upper part of the Pacific ocean. Limnology and Oceanography, Vol. 7. N 3. 1962.

Steedmann-Nielsen E., Jensen E. A. Primary oceanic production the autotrophic production of organic matter in the oceans. Galathea Report, vol. 1, Copenhagen. 1957—1959.

Vannucci M., Almeida Prado M. S. de. Sôrbe as coletas de plancton da III e IV viagens do N/OC «Almirante Saldanha» Contrib. Avulsas do Inst. Ocean., Ocean. Biol., No 1. 1959.