Том LXVI | *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)* | 1969

УДК 577.475(264.3)

О КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПЛАНКТОНА В МОРЕ СКОТИЯ И ПРИЛЕЖАЩИХ РАЙОНАХ

И. П. Канаева

Настоящая работа написана на основании результатов предварительной обработки проб планктона, собранного в первом рейсе судна «Академик Книпович» в море Скотия.

Исследования проводили с 27 января по 24 марта 1965 г. Пробы планктона собраны малой сетью Джеди из шелкового сита № 38 с диаметром входного отверстия 36 *см*. Дополнительно в верхнем слое воды был сделан лов такой же сетью из шелкового сита № 61. Пробы фитопланктона собирали с помощью батометра. Лов сетью проводился по стандартным горизонтам в слое воды от 500 или от 300 *м* до поверхности на полных океанографических станциях. Дополнительно на ряде станций и выполнен лов планктона сетью Джеди в слое воды от 25 *м* до поверхности с целью выявления районов цветения воды. Слой толщиной 25 *м* был выбран в связи с тем, что в этом слое в районах цветения организмы зоопланктона составляют ничтожную долю общей биомассы и, следовательно, не будет большой ошибки считать, что биомасса планктона в этих пробах представлена исключительно водорослями. Глубже 25 *м* фитопланктон часто присутствует также в значительном количестве, однако без точной счетной обработки материала трудно сказать, какую долю общей биомассы он составляет.

Всего выполнено 76 станций и собрано 276 сетных и 178 батометрических проб.

Предварительная обработка проб заключалась в определении объема сестона и просмотре качественного состава с выделением крупных групп планктона (Copepoda, Euphausiidae, Chaetognatha и другие). Отмечалось наличие или отсутствие фитопланктона.

Период проведения исследований охватывает два сезона в водах Антарктики: вторую половину лета (конец января—февраль) и начало осени (март). Развитие планктона в эти периоды было различным. Если в январе и феврале во многих районах мы наблюдали цветение воды, то в марте мы ни одного раза не обнаружили сколько-нибудь значительного развития водорослей.

На рис. 1 показано распределение фитопланктона в слое от 25 *м* до поверхности по данным лова сетью Джеди. Наиболее богатые районы располагаются в юго-восточной части моря Скотия вблизи островов и подводных возвышенностей. Особенно богатым районом оказался рай-

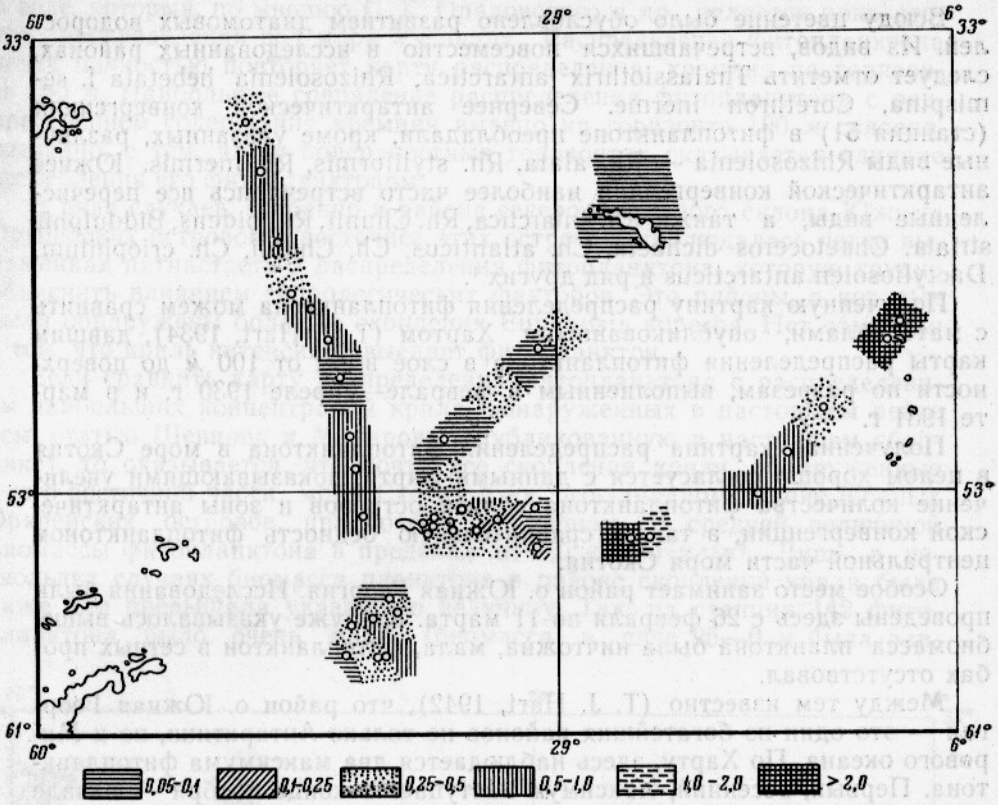

Рис. 1. Распределение фитопланктона в море Скотия в слое 25—0 *м* летом 1965 г. (по данным лова сетью Джеди, *мл/м*³)

он у Южных Сандвичевых островов (о. Завадовского, о. Высокий). Биомасса фитопланктона составляла здесь 9 *мл/м*³ и на одной станции — 14 *мл/м*³ (самая высокая биомасса, обнаруженная за время наших работ). Цветение той же интенсивности наблюдалось в районе подводной возвышенности, простирающейся к востоку от Южных Оркнейских островов, в пределах от 60 до 61° ю. ш. и от 39 до 32° з. д. Биомасса фитопланктона достигала здесь 8—9 *мл/м*³.

Несколько менее интенсивное цветение было обнаружено вдоль северного свала Южных Оркнейских островов, южнее о. Лори. Цветение здесь наблюдалось пятнами и биомасса водорослей колебалась в пределах от 1 до 2,5 *мл/м*³. На юго-западном склоне Южных Оркнейских островов, в море Уэдделла, количество фитопланктона было большей частью около 1 *мл/м*³. И, наконец, цветение было обнаружено на разрезе между Фолклендскими и Южными Оркнейскими островами. Здесь также цветение наблюдалось пятнами и наибольшая величина биомассы, от 1 до 2,5 *мл/м*³, найдена в южной части разреза, примыкающей к Южным Оркнейским островам.

Не было цветения у о. Южная Георгия и восточнее его, а также в центральной части моря Скотия на всем разрезе от о. Южная Георгия до Южных Оркнейских островов. Лишь на одной станции, № 189, в слое 50—0 *м* был обнаружен фитопланктон, однако общая биомасса в пробе была невелика — 0,3 *мл/м*³.

Всюду цветение было обусловлено развитием диатомовых водорослей. Из видов, встречавшихся повсеместно в исследованных районах, следует отметить Thalassiothrix antarctica, Rhizosolenia hebetata f. semispina, Corethron inerme. Севернее антарктической конвергенции (станция 51) в фитопланктоне преобладали, кроме указанных, различные виды Rhizosolenia — Rh. alata, Rh. styliformis, Rh. inermis. Южнее антарктической конвергенции наиболее часто встречались все перечисленные виды, а также Rh. antarctica, Rh. Chunii, Rh. bidens, Biddulphia striata, Chaetoceros dichaeta, Ch. atlanticus, Ch. Chunii, Ch. criophilum, Dactyliosolen antarcticus и ряд других [1].

Полученную картину распределения фитопланктона можем сравнить с материалами, опубликованными Хартом (T. J. Hart, 1934), давшим карты распределения фитопланктона в слое воды от 100 *м* до поверхности по разрезам, выполненным в феврале—апреле 1930 г. и в марте 1931 г.

Полученная картина распределения фитопланктона в море Скотия в целом хорошо согласуется с данными Харта, показывающими увеличение количества фитопланктона вблизи островов и зоны антарктической конвергенции, а также сравнительную бедность фитопланктоном центральной части моря Скотия.

Особое место занимает район о. Южная Георгия. Исследования были проведены здесь с 26 февраля по 11 марта. Как уже указывалось выше, биомасса планктона была ничтожна, мала, фитопланктон в сетных пробах отсутствовал.

Между тем известно (T. J. Hart, 1942), что район о. Южная Георгия — это один из богатейших районов не только Антарктики, но и Мирового океана. По Харту, здесь наблюдается два максимума фитопланктона. Первый, весенний, максимум наступает в конце ноября — начале декабря, несколько раньше, чем в прилежащем районе открытого океана. Время наступления осеннего, меньшего по величине, максимума колеблется по годам в зависимости от погоды, но в среднем приходится на середину первой декады марта.

Интересно, что во второй половине лета 1930 г. так же, как и в наших исследованиях, было обнаружено крайне слабое развитие фитопланктона у Южной Георгии. Автор объясняет это явление тем, что летом 1929—1930 гг. течение из моря Уэдделла было необычно слабым, поэтому большая часть области была занята водами, пришедшими из моря Беллинсгаузена, что и определило бедность фитопланктоном этого района во второй половине лета 1930 г. Лето 1929—1930 гг. было аномально теплое.

Исследования, проведенные в настоящем рейсе (см. статью А. А. Елизарова, опубликованную в настоящем сборнике), показали, что лето 1965 г. также было необычно теплым. Вполне допустимо предположить, что бедность фитопланктоном района Южной Георгии в период наших работ определялась теми же причинами, что и в 1930 г.

Сравнение карты распределения фитопланктона с гидрологическими и гидрохимическими материалами, полученными в настоящем рейсе (см. статьи А. А. Елизарова, С. Г. Орадовского и другие опубликованные в настоящем сборнике), показывает, что все богатые планктоном районы соответствуют областям стыка различных вод течений моря Уэдделла и Беллинсгаузена и приурочены к островам и подводным возвышенностям по периферии моря Скотия. Особенно четко прослеживается связь распределения фитопланктона с распределением кремния

[1] Определение О. А. Мовчан и Л. В. Саниной.

в воде, который, по мнению С. Г. Орадовского и др., является показателем распределения вод моря Уэдделла. Распределение фитопланктона почти полностью повторяет карту распределения кремния на горизонте 100 *м*. Наибольшее совпадение распределения фитопланктона с распределением содержания кремния именно на горизонте 100 *м* связано, очевидно, с тем, что в поверхностных горизонтах сказывается влияние потребления его фитопланктоном.

В ряде случаев, особенно в районе северо-восточного склона Южных Оркнейских островов и восточнее этих островов, наблюдалась четко выраженная пятнистость в распределении фитопланктона, которую трудно объяснить влиянием гидрологических факторов. Это районы, в которых были обнаружены большие скопления Euphausia superba. Нет сомнения в том, что криль интенсивно выедает фитопланктон.

Если сравнить карту распределения фитопланктона с распределением наибольших концентраций криля, обнаруженных в настоящем рейсе (см. статью Шевцова и Макарова, опубликованную в настоящем сборнике), то оказывается, что почти все скопления криля, обнаруженные в юго-восточной части моря Скотия и на юго-западном склоне Южных Оркнейских островов, приурочены к районам со средней величиной биомассы фитопланктона в пределах от 1,0 до 5,0 *мл/м*³. Лишь в нескольких случаях биомасса планктона в районе скоплений криля была ниже или превышала указанную величину. Так, на станции 142 фитопланктона было очень мало (биомасса в слое 25—0 *м* была рав-

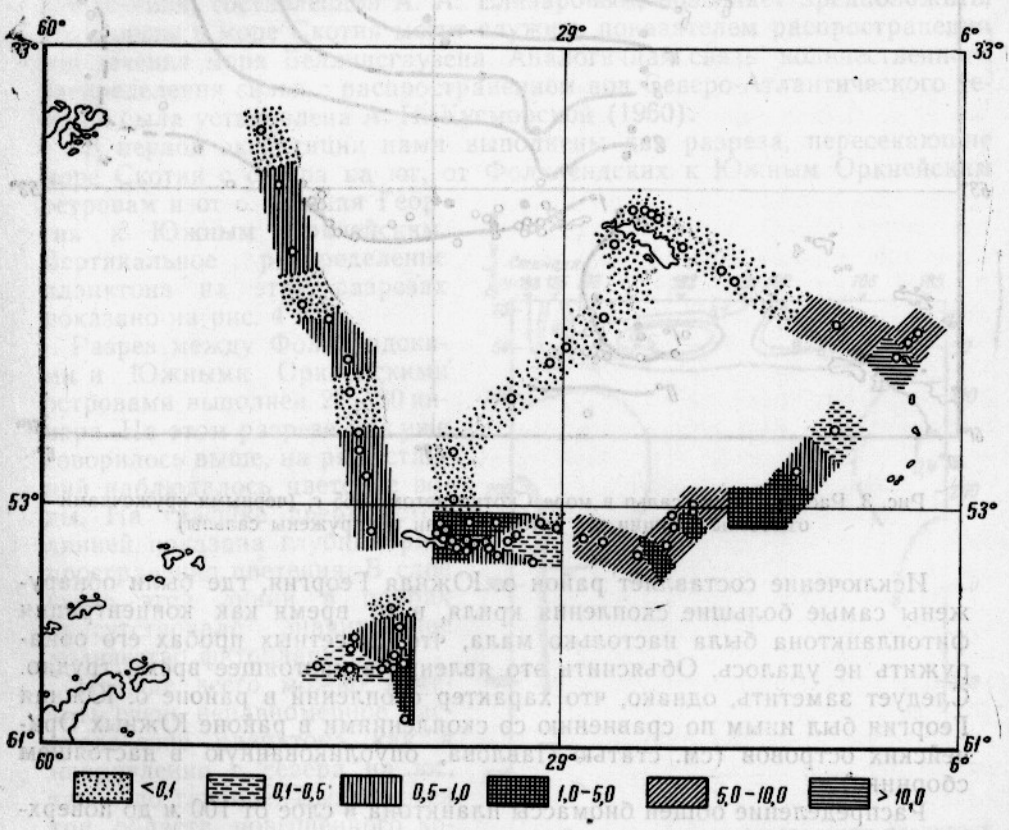

Рис. 2. Распределение общей биомассы планктона в море Скотия в слое 100—0 *м* летом 1965 г. (*мл/м*³)

на 0,14 *мл/м*³), на станции 148 биомасса фитопланктона превышала 5,0 *мл/м*³, однако на соседней станции 149, расстояние между которыми было всего около 10 миль, биомасса составляла 4,0 *мл/м*³. Несколько пониженную биомассу фитопланктона (около 1,0 *мл/м*³) мы наблюдали в районах скоплений криля на юго-западном склоне Южных Оркнейских островов.

Как правило, скопления криля отсутствовали в районах с малой биомассой планктона (меньше 0,5 *мл/м*³) и в районах наибольших концентраций фитопланктона, превышающих 5,0 *мл/м*³). Вполне возможно, что нахождение больших скоплений криля в районах со средней концентрацией фитопланктона объясняется именно влиянием выедания фитопланктона крилем.

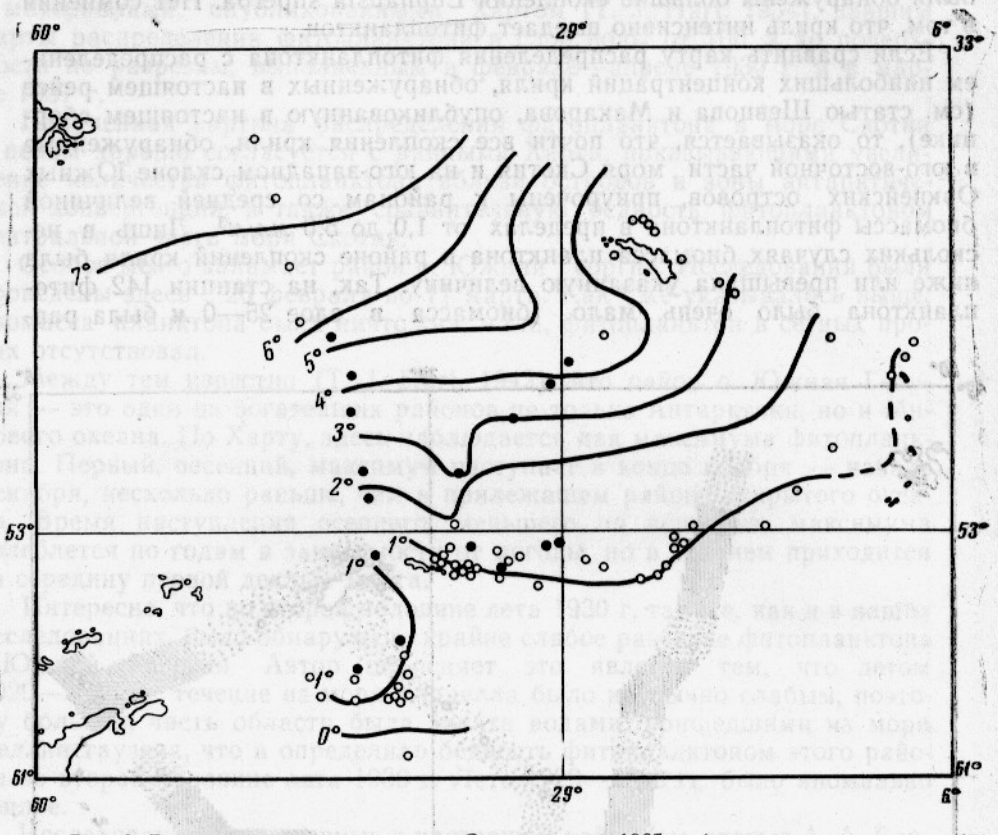

Рис. 3. Распределение сальп в море Скотия летом 1965 г. (черными кружочками отмечены станции, на которых были обнаружены сальпы)

Исключение составляет район о. Южная Георгия, где были обнаружены самые большие скопления криля, в то время как концентрация фитопланктона была настолько мала, что в сетных пробах его обнаружить не удалось. Объяснить это явление в настоящее время трудно. Следует заметить, однако, что характер скоплений в районе о. Южная Георгия был иным по сравнению со скоплениями в районе Южных Оркнейских островов (см. статью Павлова, опубликованную в настоящем сборнике).

Распределение общей биомассы планктона в слое от 100 *м* до поверхности (рис. 2) почти полностью повторяет только что рассмотренную карту распределения фитопланктона. Отличие состоит лишь в том, что

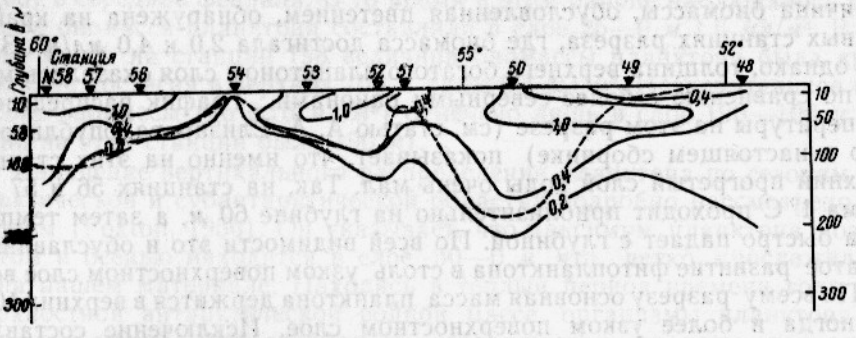

Рис. 4. Вертикальное распределение планктона на разрезе между Фолклендскими и Южными Оркнейскими островами в конце января 1965 г. (*мл/м*³)

отдельные пики, наблюдавшиеся в районах цветения фитопланктона, оказались значительно сглаженными.

На ряде станций на разных горизонтах присутствовало большое количество сальп (рис. 3). Причем с юга распространение сальп было четко ограничено поверхностной изотермой 1° С (карта распределения поверхностных температур взята из статьи А. А. Елизарова, опубликованной в настоящем сборнике). Сравнение распространения сальп с картой течений, составленной А. А. Елизаровым, позволяет предположить, что сальпы в море Скотия могут служить показателем распространения вод течения моря Беллинсгаузена. Аналогичная связь количественного распределения сальп с распространением вод Северо-Атлантического течения была установлена А. П. Кусморской (1960).

В период экспедиции нами выполнены два разреза, пересекающие море Скотия с севера на юг, от Фолклендских к Южным Оркнейским островам и от о. Южная Георгия к Южным Оркнейским. Вертикальное распределение планктона на этих разрезах показано на рис. 4 и 5.

Разрез между Фолклендскими и Южными Оркнейскими островами выполнен 27—30 января. На этом разрезе, как уже говорилось выше, на ряде станций наблюдалось цветение воды. На графике прерывистой линией показана глубина распространения цветения. В слое выше этой линии в пробах присутствовало значительное количество фитопланктона.

Прежде всего можно заметить очень неравномерное распределение планктона как в направлении с севера на юг, так и по глубине. Выделяются три области повышенного количества планктона (станций 49—50, 52—53, 56—58), отделенные друг от друга станция-

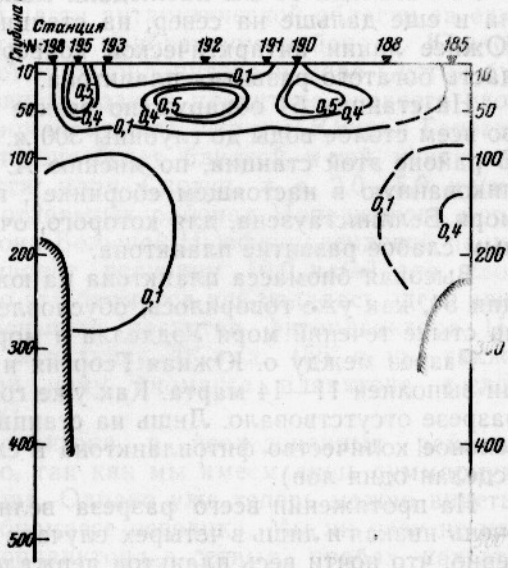

Рис. 5. Вертикальное распределение планктона на разрезе между о Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами в марте 1965 г. (*мл/м*³)

ми с малым количеством планктона (станция 51, 54). Причем наибольшая величина биомассы, обусловленная цветением, обнаружена на крайних южных станциях разреза, где биомасса достигала 2,0 и 4,0 *мл/м*³. Здесь же, однако, толщина верхнего богатого планктоном слоя оказалась меньше по сравнению с более северными районами. График распределения температуры на этом разрезе (см. статью А. А. Елизарова, опубликованную в настоящем сборнике) показывает, что именно на этих станциях верхний прогретый слой воды очень мал. Так, на станциях 56 и 57 изотерма 1° С проходит приблизительно на глубине 60 *м*, а затем температура быстро падает с глубиной. По всей видимости это и обуславливает богатое развитие фитопланктона в столь узком поверхностном слое воды.

По всему разрезу основная масса планктона держится в верхних 100 *м*, а иногда в более узком поверхностном слое. Исключение составляет лишь станция 50, где в слое воды от 200 до 100 *м* биомасса планктона составляла 0,44 *мл/м*³. На всех остальных станциях биомасса планктона глубже 100 *м* не превышала 0,1 *мл/м*³

В соответствии с изменением общей биомассы планктона на станциях изменяется и глубина распространения цветения, увеличиваясь на станциях с повышенной биомассой планктона и поднимаясь к поверхности на станциях с малой биомассой планктона. Исключение составляет лишь станция 49, на которой при очень малом количестве фитопланктона, обнаруженном лишь в верхнем 10-метровом слое, биомасса зоопланктона значительна.

Характерный для области схождения течений изгиб изолиний на нашем разрезе мы наблюдаем между станциями 51 и 50. Собственно область антарктической конвергенции в период работ экспедиции проходила в этом районе приблизительно по 56° ю. ш. между станциями 51 и 52. Это хорошо видно на графиках распределения температуры, солености, кислорода, биогенных элементов. График распределения биомассы планктона обнаруживает смещение максимума развития планктона к северу от линии конвергенции. Очевидно, можно считать, что на станции 50 мы наблюдали максимальное развитие фитопланктона и еще дальше на север, на станции 49 — максимум зоопланктона. Южнее линии антарктической конвергенции также располагается область богатого развития планктона.

На станции 54 обнаружено резкое уменьшение биомассы планктона во всем столбе воды до глубины 300 *м*. Цветение воды здесь отсутствует. В районе этой станции, по мнению А. А. Елизарова (см. статью, опубликованную в настоящем сборнике), проходит основная струя течения моря Беллинсгаузена, для которого, очевидно, можно считать характерным слабое развитие планктона.

Высокая биомасса планктона на южном конце разреза, южнее станции 54, как уже говорилось, обусловлена влиянием перемешивания вод на стыке течений моря Уэдделла и моря Беллинсгаузена.

Разрез между о. Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами выполнен 11—14 марта. Как уже говорилось выше, цветение на этом разрезе отсутствовало. Лишь на станции 189 было обнаружено незначительное количество фитопланктона в слое воды от 50 *м* до поверхности (сделан один лов).

На протяжении всего разреза величина биомассы планктона была очень низкая и лишь в четырех случаях достигала 0,7—0,9 *мл/м*³. Характерно, что почти весь планктон держался в верхнем перемешанном слое воды, не глубже 50—60 *м*. Ниже этого слоя биомасса составляла тысячные доли *мл/м*³. Лишь на трех станциях обнаружена повышенная биомасса планктона в слое 200—10 *м*.

Крайняя южная станция (№ 198) разреза сделана в районе наших работ в середине февраля. В то время в этом районе наблюдалось цветение, и биомасса планктона составляла в слое 25—0 *м* 1,6 *мл/м*³. В середине марта на станции 198 величина биомассы планктона была крайне мала, не достигая в верхних 100 *м* даже 0,1 *мл/м*³. Незначительное повышение биомассы (до 0,16 *мл/м*³) отмечено лишь в слое 190—100 *м* (глубина на этой станции была 190 *м*).

Изменение вертикального распределения планктона по сезонам в антарктической и субантарктической областях подробно рассмотрено Фокстоном (Foxton, 1956). Он указывает, что максимум планктона поздним летом и осенью находится в слое 50—0 *м*, что четко прослеживается и на нашем материале. Находясь в теплый период времени года в поверхностной антарктической водной массе, организмы планктона движутся в общем направлении на северо-восток на всем протяжении вокруг Антарктического континента. Зимой основная часть популяции массовых видов планктона опускается в теплое промежуточное течение на глубину от 1000 до 500 *м* и вместе с ним дрейфует обратно на юг в высокие широты. Эта особенность основных видов зоопланктона Антарктики совершать сезонные вертикальные миграции позволяет им сохранять постоянство границ своего ареала (Mackintosh, 1937, цитировано по Фокстону).

Интересно сравнить полученные результаты с имеющимися у нас материалами по другим областям океана. Очевидно, можно считать, что общий объем сестона в слое 100—0 *м* в море Скотия в среднем выражается величиной того же порядка, что и в Северной Атлантике (И. П. Канаева, 1962), т. е. биомасса планктона колеблется от 0,25 до 1,0 *мл/м*³. В центральной части моря биомасса не превышает 0,5 *мл/м*³. В наиболее богатом районе Южных Сандвичевых островов и между Южными Оркнейскими и Южными Сандвичевыми островами биомасса планктона достигает 2,0 и даже 5,0 *мл/м*³. Совершенно особо следует рассматривать район о. Южная Георгия, где мы наблюдали крайне малое количество планктона. Харт (1942) считает, что, если принять количество фитопланктона в северной части антарктической области за единицу, то количество фитопланктона в прибрежном районе о. Южной Георгии будет равно 5 и количество фитопланктона в море Скотия будет равно 2. Учитывая, что основную долю в планктоне верхнего слоя воды составляет фитопланктон, можно считать, что у о. Южная Георгия в период цветения биомасса планктона будет близкой к той, какую мы наблюдали в юго-восточной части моря Скотия, т. е. 2,0—5,0 *мл/м*³. Подобная величина отмечена в отдельных районах Норвежского моря (Е. А. Павштикс, 1960). Для района Большой Ньюфаундлендской банки Е. В. Владимирская (1962) приводит величину 10,0 *мл/м*³ для слоя 200—0 *м*. Однако надо учесть, что эта биомасса наблюдалась здесь ранней весной, в период весенней вспышки развития фитопланктона. На одной из станций на разрезе по меридиану 30° з. д. (56° с. ш.) также наблюдалось цветение, благодаря чему биомасса планктона в слое 100—0 *м* увеличилась до 6,5 *мл/м*³.

О величине биомассы зоопланктона в исследованных районах в настоящее время судить трудно, так как мы имеем лишь суммарную величину для фито- и зоопланктона. Однако уже теперь можно видеть, что доля зоопланктона в общей биомассе невелика. Мы ни разу не наблюдали такого количества зоопланктона в сетных пробах, как это бывает в Норвежском море и Северной Атлантике в период развития Calanus finmarchicus. Фокстон в своей работе указывает, что в Антарктике максимальное развитие зоопланктона наблюдается вблизи линии

антарктической конвергенции и затем уменьшается в сторону высоких широт, где его сменяет Euphausia superba. Таким образом, максимум развития зоопланктона наблюдается к северу от области массового распространения E. superba. Очевидно, этим можно объяснить бедность зоопланктоном исследованной нами области.

ВЫВОДЫ

1. Количество планктона в исследованном районе моря Скотия в слое воды 100—0 *м* в среднем выражается величиной от 0,25 до 1,0 *мл/м*^{3}, понижаясь в центральной части моря и увеличиваясь вдоль свала островов и подводных возвышенностей в южной и восточной частях моря, а также вблизи линии антарктической конвергенции. Это позволяет считать, что количество планктона в слое 100—0 *м* в море Скотия выражается величиной того же порядка, что и в Северной Атлантике.

2. Наибольшая биомасса планктона, обнаруженная в районах свалов у островов и подводных возвышенностей, обусловлена массовым развитием диатомовых водорослей. Богатство планктоном этих районов объясняется влиянием стыка течений морей Уэдделла и Беллинсгаузена, о чем свидетельствует значительное совпадение карт распределения фитопланктона и кремния, являющегося показателем распространения вод течения Уэдделла.

3. Изучение вертикального распределения планктона показало, что основная масса его держится в верхних 50 или 100 *м*, что особенно четко видно на разрезе между о. Южная Георгия и Южными Оркнейскими островами.

ЛИТЕРАТУРА

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

Канаева И. П. Некоторые особенности распределения планктона в Атлантическом океане. «Океанология». Вып. 6, 1963.

Кашкин Н. И. Основные черты количественного распределения планктона в Атлантическом океане к югу от северного тропика (обзор). Публикуется в настоящем сборнике.

Кусморская А. П. Зоопланктон фронтальной зоны Северной Атлантики весной 1958 г. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера», 1960.

Павштикс Е. А. Основные закономерности развития планктона в Норвежском и Гренландском морях. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в морях европейского севера», 1960.

Foxton P. The distribution of the standing crop of zooplankton in the Southern Ocean. Discovery Rep. V. 28, 1956.

Hart T. J. On the phytoplankton of the South-West Atlantic and the Bellingshausen sea, 1929—31. Discovery Rep. V. 8, 1934.

Hart T. J. Phytoplankton periodicity in antarctic surface waters. Discovery Rep. V. 21, 1942.