

УДК 591.524.12(269.4)

ЗООПЛАНКТОН ПАТАГОНСКОГО СКЛОНА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ВОД В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

В.И. Васильев

Важным промысловым районом Атлантического океана считается Патагонский шельф и склон, где преобладают светящийся анчоус, аргентинская сардина, луфарь, мерлуза, хек, путассу, симбилофорус и другие виды рыб. В летнее время они составляют основу уловов, особенно в районе 41–47° ю.ш. Каждый из них может формировать скопления, составляя до 90% улова. Среди анчоусов преобладали *Gimnoscapellus nicolsi* (до 40% в уловах) и *G. bolini* (до 25%). Будучи планктонофагами, они обладают определенной избирательностью в выборе кормовых объектов и сами относятся к макропланктону. В динамически активной зоне Патагонии в районе 45–46° ю.ш. ведется и лов кальмаров *Dosidicus gigas*, *Ilex argentinum*, *Histioteutis atlanticus* (Козлов, Тарвердиева, 1989; Михеев, 1965).

Работа является продолжением исследований по Патагонии, начатых в ноябре 1987 г. в XII рейсе НПС "Возрождение". Цель работы — показать особенности распределения зоопланктона в Патагонии в осенний период и выявить его изменения.

Материал и методика

В XIII рейсе НПС "Возрождение" проведены съемки района в марте, конце мая и микросъемка в начале мая 1988 г. (рис. 1, А, Б; 3, А). Выполнено 66 станций, собрано и обработано 120 проб. Сбор и обработка материала проведены по ранее описанной методике (Васильев, 1991). Для более детальной характеристики видового состава зоопланктона анализировался также материал, собранный ихтиопланктонными сетями Бонго и Икс с глубины 0–800 м. Время съемки относится к началу и концу осени.

Результаты

В гидрологическом отношении исследуемый район претерпевает значительные сезонные изменения. Март — начало осени, температура вод варьировала от 13° на шельфе до 15° на востоке в океанической зоне, а в зоне склона, где проходит Фолкленд-

ское течение, 11,5–12,5°. Язык вод с пониженной температурой вытянут вдоль склона (рис. 1, А), а основной поток Фолклендского течения следовал между изобатами 200 и 1000 м в северо-восточном направлении. Восточнее проходила слабая струя, которая в районе 45°30' ю.ш. соединялась с основным строжнем течения. Между Фолклендским и противоположно направленным Бразильским течениями отмечена дивергенция вод со слабо выраженными гидрологическими и гидрохимическими характеристиками. Между 57–58° з.д. на 45°30' ю.ш. выделен слабый, направленный на юг поток вод Бразильского течения. Очевидно, основной поток в это время года проходил восточнее. На шельфе наблюдалась сложная система циркуляции теплых материковых вод и их вынос за пределы шельфа, где прослеживается контраст между шельфовыми и фолклендскими водами. Этому способствовали и неблагоприятные северо-западные ветры, преобладавшие во второй декаде марта,

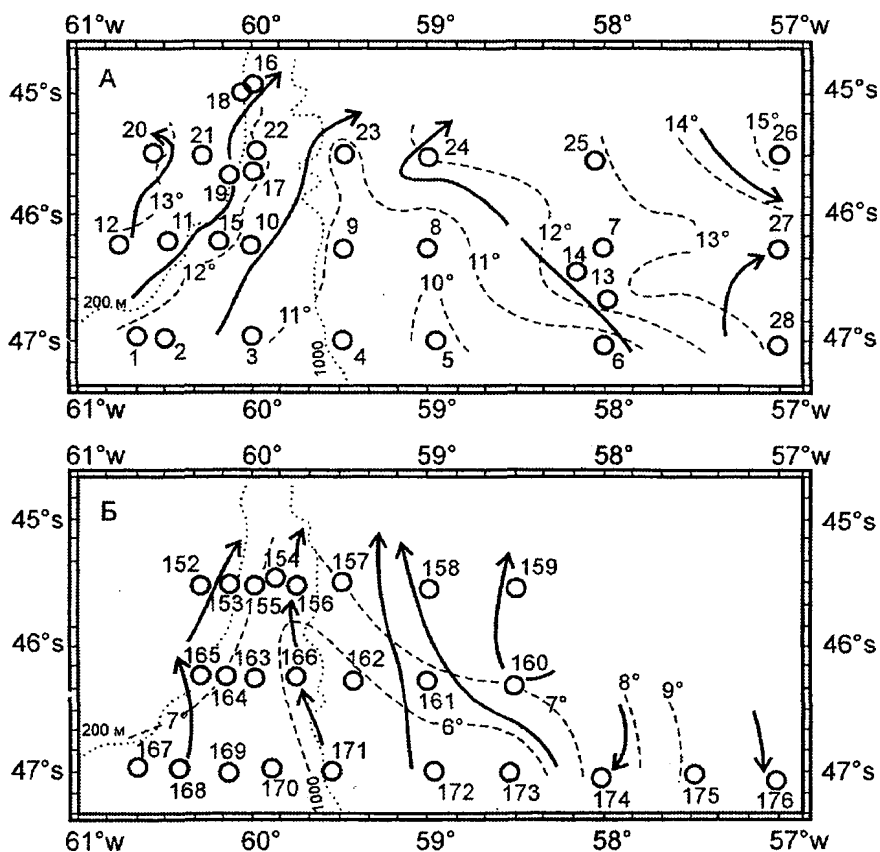


Рис. 1. Схема и нумерация станций (O), течений (→) и температуры (----) (в °C) в Патагонии в марте и конце мая 1988 г.

та, что привело к ослаблению склонового фронта и соответственно ему зоны повышенных горизонтальных градиентов температуры и солености. Величина кислорода варьировала от 5,2 до 6,67 мл/л с максимумом на 59–60° з.д. Изооксигены были вытянуты с юга на север по направлению струи Фолклендского течения. В этой зоне отмечены повышенные значения минерального фосфора до 1,31 мкг-ат/л, а содержание кремния было низким — от 3 до 9 мкг-ат/л.

В марте (начало осени) в зоопланктоне доминировали циклопоиды рода *Oithona* и мелкие копеподы родов *Mycrocalanus* и *Clausocalanus*. Из более крупных видов отмечены: копеподы — *Calanus simillimus*, *C. tonsus*, *Eucalanus longipes*, *Metridia lucens*, *Pleuromamma gracilis*, *Rhincalanus gigas*, *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, *Metridia gerlachii*; евфавзииды — *Thysanoessa macrura*, *T. vicina*, *Euphausia similis*, *E. lucens*, а также сагиты *Sagitta tasmanica*, *S. marri*, *S. planctonis*, *Eukrohnia bathypelagica* и сифонофора *Dimophyes arctica*. Биомасса сестона в слое 0–100 м в среднем по полигону была невысокой и составила 131 мг/м³ (рис. 2, А). Такое распределение в определенной мере связано с гидрологиче-

скими условиями и в первую очередь — с Фолклендским течением, которое было пространственно расширено и охватывало не только склоновую часть, а частично и шельфовую, где были отмечены более высокие значения биомассы.

Высокие значения численности зоопланктона были обнаружены на шельфе (рис. 2, Б), где присутствовали субантарктические и субтропические виды. Например, в районе 46°15' ю.ш. — 60°25' з.д. (ст. 11) в слое 0–100 м общая численность составила 1460 экз/м³. Доминировали субантарктические виды: *C. simillimus* — 64 экз/м³, *M. lucens* — 44, *Mycrocalanus* sp. — 418, *Clausocalanus laticeps* — 308 экз/м³ и в незначительном количестве — *Parathemisto gaudichaudi*, *Hyperia galba*, *Hyperoche medusorum*, *Thalia longimana*, *S. tasmanica*, *Pelagobia longicirrata*, *E. similis*, *T. vicina*. Численность субтропических видов *Clausocalanus arcuicornis*, *Cl. furcatus*, *Paracalanus parvus* была низкой. В более мелководном районе (ст. 12) численность зоопланктона возрастает до 1953 экз/м³, основу которой составляют субтропические виды: *Cl. arcuicornis* — 416 экз/м³, *Cl. furcatus* — 412, *P. parvus* — 376, *M. lucens* — 168, *Oithona* sp. — 244 экз/м³. Цикло-

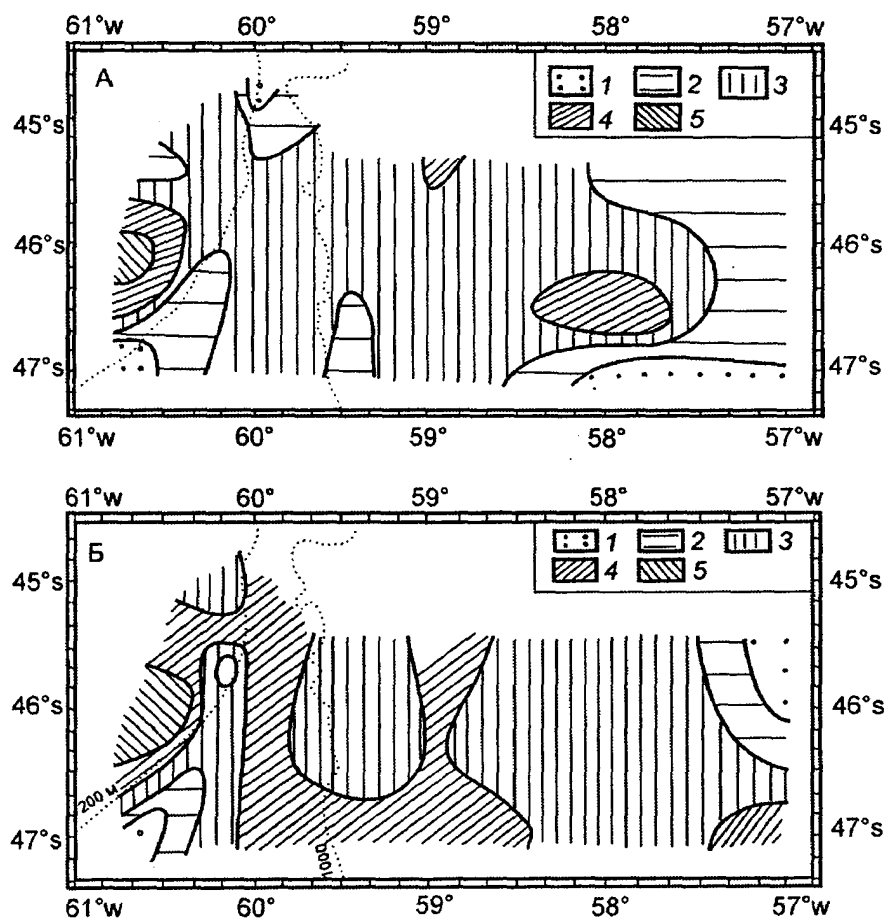


Рис. 2. Распределение в марте 1988 г.:

А — биомассы сестона (мг/м³): 1 — 0–50; 2 — 50–100; 3 — 100–200; 4 — 200–300; 5 — 300–500.

Б — численности зоопланктона (экз/м³): 1 — 0–100; 2 — 100–200; 3 — 200–500; 4 — 500–1000; 5 — 1000–2000

поиды здесь были представлены холодноводными видами *Oithona similis*, *Oncaea notopus*, тепловодными шельфовыми — *Oithona plumiphera*, *Oncaea venusta* и видами умеренных вод — *Oithona frigida*, *Oncaea conifera*. Несмотря на доминирование теплых шельфовых вод, здесь был обнаружен и антарктический вид *R. gigas* 0,6 экз/м³, а субантарктический *C. simillimus* имел довольно высокую численность — 76 экз/м³. Такое сочетание видов свидетельствует о проникновении в зону шельфа субантарктических и промежуточных антарктических вод Фолклендского течения и их смешении с теплыми шельфовыми водами тропическо-субтропического происхождения.

В целом большая часть полигона имеет численность более 500 экз/м³, однако на востоке в океанической зоне и на юго-западе шельфа численность была низкой — менее 100 экз/м³. Например, на крайней восточной станции 26 в слое 0–100 м отмечена очень низкая численность — 13 экз/м³, и состав зоопланктона представлен тропическими видами: *Calocalanus styliremis*, *Acrocalanus gracilis*, *P. parvus*, *P. aculeatus*, *Hyalocilis striata*, *Atlanta inclinata*, *Lensia subtilis*, *L. cossak*, *Sa-*

gitta enflata и т.д. В зоне дивергенции вод (ст. 9) в верхнем 100 м слое обнаружен тропический глубоководный вид *Aegisthus mucronatus*, характерный для вод Бразильского течения, несмотря на доминирование в этом районе холодных фолклендских вод.

В зоне склона, где проходит Фолклендское течение, численность зоопланктона выше, чем в океанической, и в составе преобладали холодно-водные виды: *M. pusillus*, *M. pygmaeus*, *Ctenocalanus vanus*, *Salpa fusiformis*, *T. vicina*. Здесь отмечены и антарктические виды *C. acutus*, *R. gigas*. При рассмотрении в отдельности вышеназванных видов получается картина присутствия в районе полигона тропических, субтропических, субантарктических и промежуточных антарктических водных масс, индикаторами которых могут служить вышеназванные виды зоопланктона.

Такие различия в распределении общего зоопланктона и отдельных видов обусловлены тем, что значительная акватория района занята водами Фолклендского течения, и только крайние станции разрезов, занятые теплыми шельфовыми и Бразильскими водами, имели более сложную гидрологическую картину. В частности, на востоке с севера подходят воды Бразильского течения, которые в зоне соприкосновения с водами Фолклендского течения, идущего с юга, формируют зону дивергенции, в которой численность зоопланктона уве-

личена. На западе полигона взаимодействуют теплые шельфовые и холодные фолклендские воды, формируя склоновый фронт, характеризующийся более высокой биомассой и численностью зоопланктона. Положение изотерм над шельфом и склоном указывает на вынос относительно теплых вод за пределы шельфа, что подтверждает распределение солёности, которая изменяется от 34,18 на юго-востоке до 33,65 на шельфе. Неблагоприятные северо-западные ветры, преобладавшие во второй декаде марта, способствовали ослаблению склонового фронта и зоны повышенных горизонтальных градиентов температуры и солёности. Уменьшению контраста между шельфовыми водами и водами Фолклендского течения, ослаблению фронта способствовало также и то, что в юго-западной Атлантике в этот период отмечено повышение общего теплового фона на 2—3° и Фолклендским течением переносились более теплые и менее солёные воды, чем в нормальные годы (Масленников, Зозуля, 1990; Земский, Зозуля, 1991).

6—9 мая была выполнена микросъемка, большинство станций которой было расположено в зоне свала глубин между изобатами 200 и 500 м (рис. 3, А). Намечающаяся тенденция зимнего усиления Фолклендского течения, характерная для этого времени года, и близость его стрежня к 200-метровой изобате способствовали обострению склонового фронта, хорошо выраженному в подповерхностных горизонтах. Это отразилось и на распределении зоопланктона, численность которого на большинстве станций была более 500 экз/м³ (рис. 3, Б), а биомасса от 100 до 300 мг/м³ (рис. 3, В). Исключение составила мелководная станция 142 (глубина 120 м), где биомасса (40 мг/м³) и численность (66 экз/м³) оказались низкими.

Однако на некоторых станциях отмечена высокая численность зоопланктона до 2000 экз/м³ за счет циклопид и крылоногих моллюсков (*Limacina inflata*, *L. trochiformis*, *L. bulimoides*). На мелководных станциях численность лимацин была низкой — до 10 экз/м³. В зоне свала глубин доминировали субантарктические виды *C. similis*, *C. tonsus*, *M. pusillus*, *O. nana*, *Oncaea* sp. и в незначительном количестве присутствовали субтропические. На мелководных шельфовых станциях преобладали субтропические виды — *C. styliremis*, *Cl. arcuicornis*, *Cl. furcatus*, *Euphausia vallentini*, *Stylocheiron maximum*, *Th. gregaria*.

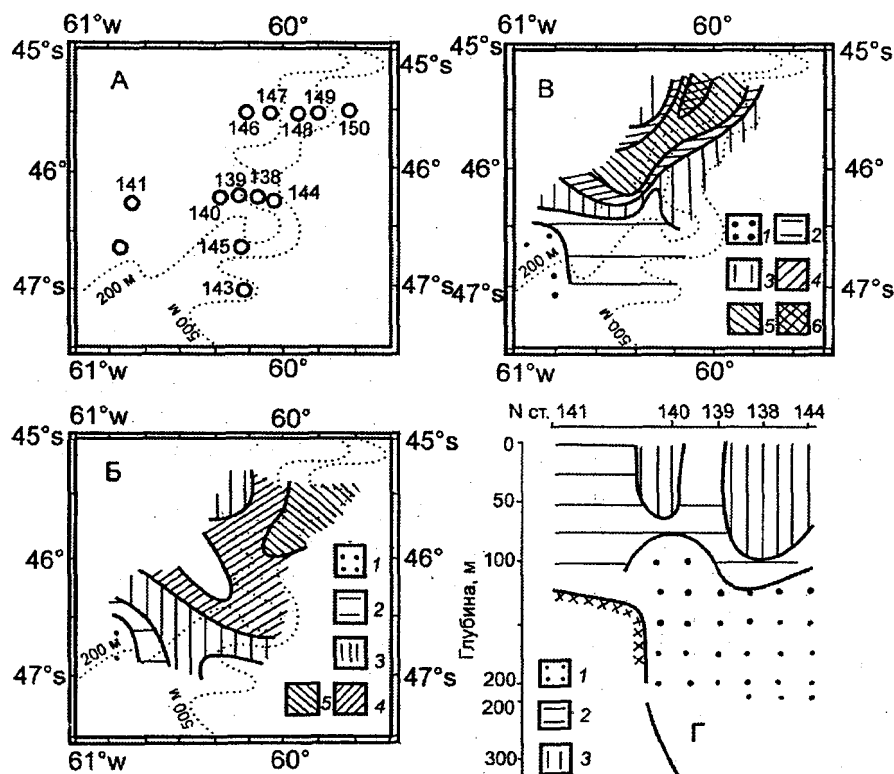


Рис. 3. Микросъемка в начале мая (6—12 мая) 1988 г.:

А — расположение станций; Б — распределение биомассы сестона (мг/м³): 1 — 0—50, 2 — 50—100, 3 — 100—200, 4 — 200—300, 5 — 300—500; В — распределение численности зоопланктона (экз/м³): 1 — 0—100, 2 — 100—200, 3 — 200—500, 4 — 500—1000, 5 — 1000—2000, 6 — 2000 и более. Г — численность *C. similis* (экз/м³) на разрезе по 46°15' з.д.: 1 — 0—50, 2 — 50—100, 3 — 100—200

Довольно высокую численность в начале мая в районе склона имел *C. similimus*, численность которого на разрезе по 46°15' ю.ш. была более 50 экз/м³, а в стрежне Фолклендского течения (ст. 138) — 192 экз/м³. *R. gigas* в поверхностных горизонтах отсутствовал и отмечен в слое 200—500 м. Это связано с сезонным опусканием вида на глубину.

В конце осени 23—28 мая 1988 г. была проведена третья съемка (рис. 1, Б). Протяженность разрезов (за исключением по 47° ю.ш.) была ограничена с востока долготой 58°30' з.д. В районе склона станции были выполнены чаще. В стрежне Фолклендского течения отмечено охлаждение поверхностного слоя вод до 5,7° и на шельфе до 7,9°. На востоке полигона (разрез по 47° ю.ш.) температура снизилась до 9,4°. Резкое падение наблюдалось во второй и третьей декадах мая до 0,2° в день. Происходило развитие осенней вертикальной конвекции и перемешивание. Возросло также ветровое и штормовое перемешивание между 45° и 47° ю.ш., что привело к увеличению толщины квазиоднородного слоя. На шельфе (разрез по 45°30' ю.ш.) при глубине 120 м наблюдалась гомотермия с температурой менее 7,5° и характер-

ное для осени ослабление термоклина. Наибольшие вертикальные градиенты (до 0,1° на 1 м) отмечались в мористой части по правому флангу Фолклендского течения. Соленость поверхностного слоя по сравнению с мартом увеличилась и составила 33,9—34,24‰. Основная струя геострофического течения проходила между изобатами 200 и 1000 м (рис. 1, Б). К востоку от 58°30' з.д. в зоне взаимодействия Фолклендского и Бразильского течений выявлено циклоническое движение вод. Это — стационарная дивергентная зона, которая по характеру распределения температуры и солености прослеживается до глубины 1000 м. Склоновый фронт был хорошо выражен на разрезе по 45°30' ю.ш.

Биомасса сестона в слое 0—100 м была невысокой: в среднем по всем станциям 117 мг/м³. В зоне свала глубин колебалась от 100 до 196 мг/м³ (рис. 4, А) и только в северо-западной части возросла до 416 мг/м³ (ст. 152). Эта станция расположена западнее основной струи Фолклендского течения, где отмечены условия, близкие к шельфовым. Однако, несмотря на примесь шельфовых вод с более высокой температурой и более богатых биогенными элементами, биомасса сестона в

зоне склона была низкой. Восточнее, за пределами 1000 м изобаты, биомасса снижается и становится менее 100 мг/м³, а на крайнем востоке падает до 19 мг/м³ (ст. 176). Здесь присутствуют олиготрофные воды Бразильского течения, в которых зоопланктон был представлен мелкими тропическими и субтропическими видами копепод и циклопид.

Численность зоопланктона в целом по району была также невысокой, в среднем по всем станциям составила 535 экз/м³ и варьировала от 63 до 1036 экз/м³ (рис. 4, Б). Низкая численность отмечена на северо-востоке (ст. 159). В зоне циклонического круговорота численность, как и биомасса, незначительно возрастает. Здесь в видовом составе отмечены субантарктические виды — *M. lucens*, *C. tonsus*, *S. tasmanica* и единично антарктические *R. gigas*, *S. gazellae*. В направлении 200-метровой изобаты возрастает численность субтропических видов *Cl. arcuicornis*, *Cl. furcatus*. Эти виды доминировали и южнее (ст. 160), где к ним присоединяются *C. similimus*, *C. tonsus*, *Cl. laticeps*, *Euchaeta* sp., *S. tasmanica*, *S. marri*, *Primno macropa*.

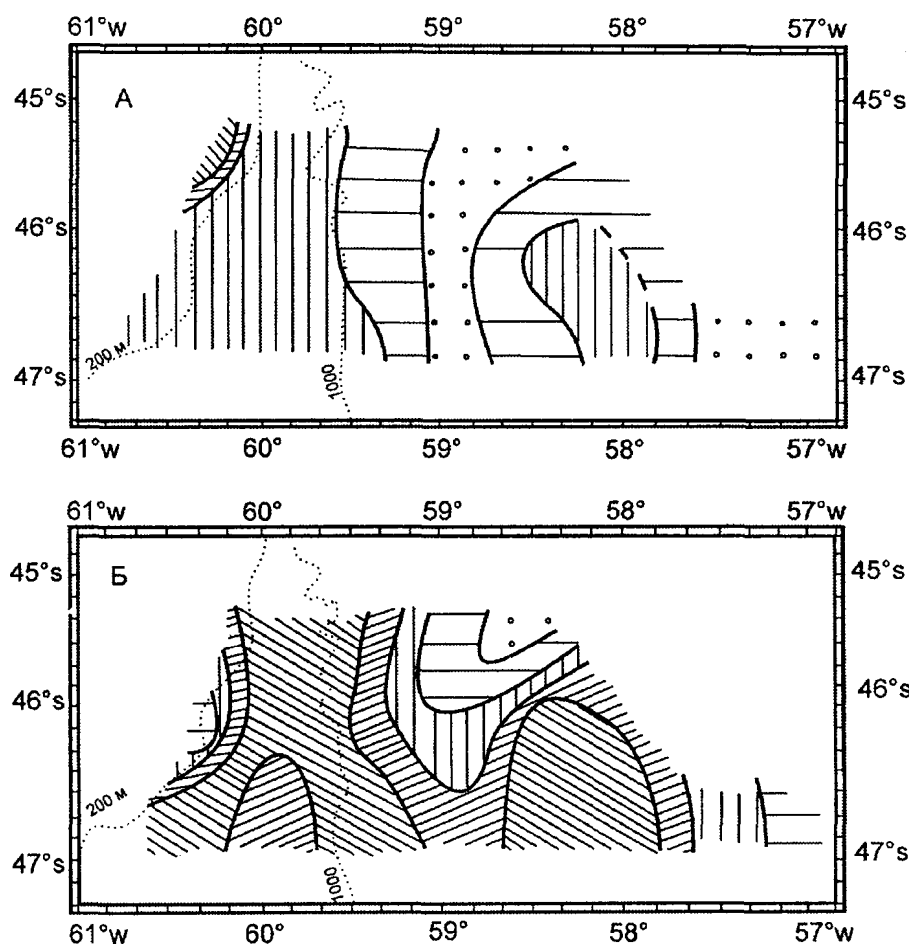


Рис. 4. Распределение в конце мая (23—29 мая) 1988 г.:

А — биомассы сестона (мг/м³), Б — численности зоопланктона (экз/м³).

Обозначения на рис. 2, А, Б

В конце осени высокая численность *C. simillimus* отмечена на северо-западе района (ст. 152) — 138 экз/м³. В направлении океана численность снижается, а в районе 1000-метровой изобаты падает до 4 экз/м³. На остальных станциях его численность была в пределах от 20 до 80 экз/м³. Антарктический вид *R. gigas* в зоне склона в верхнем 100-метровом слое встречался редко. Глубже численность его незначительно возрастает.

На северо-востоке района в незначительном количестве был отмечен и фитопланктон, в котором доминировал *Corethron criophilum*. В верхнем 100-метровом слое, несмотря на присутствие субантарктических видов *M. lucens*, *C. simillimus*, *C. tonsus*, *P. gracilis*, *S. tasmanica*, *S. planctonis*, единично, особенно в слое 0—50 м, встречались тропические виды *P. parvus*, *C. styliremis*, *Cl. furcatus*, *Cl. arcuicornis*, *Sagitta enflata*, *Creseis acicula*. Глубже, в слое 200—500 м, встречались антарктические виды *R. gigas*, *D. arctica*, *E. bathypelagica*, *Clione sulkata*. Подтверждением такого послойного распределения видов зоопланктона служит распределение температуры на разрезе по 47° ю.ш., которая на поверхности варьировала от 6,5° на западе (ст. 167) до 9° на востоке (ст. 176). Биомасса сестона в верхнем 100-метровом слое на разрезе была низкой и варьировала от 19 до 155 мг/м³, а численность — от 500 до 1589 экз/м³ (ст. 171).

Обсуждение

В изучаемом районе Патагонии в течение осени в распределении зоопланктона выявлены изменения, связанные с метеорологическими условиями, повлиявшие на изменение гидрологической

обстановки. Так, в первой декаде марта отмечен резкий переход от лета к осени, вызывшийся в общем понижении температуры воздуха. Соответственно это отразилось и на снижении температуры воды. Поверхностная температура воды с 12,5—15° в марте уменьшилась до 5,6—9,4° в конце мая. Циркуляция вод имеет характер генерального переноса на север, на фоне которого формируется сложная система вихрей разного знака. В марте основная струя Фолклендского течения проходила над склоном, затрагивая часть шельфа. В мае сместилась восточнее в океаническую зону и резко ослабла из-за встречных северо-западных ветров. Это отразилось на распределении биомассы сестона и отдельных видов зоопланктона. Так, *C. simillimus* в слое 0—100 м в марте в среднем по району имел численность 33,2 экз/м³, а в конце мая — 19,8 экз/м³. Антарктический вид *R. gigas* в марте встречался практически на всех станциях в верхнем 100-метровом слое, а в мае отмечен единично и только на некоторых станциях. Незначительное увеличение его численности выявлено в слое 200—500 м и связано с сезонным опусканием вида на глубину. Другой антарктический вид — *C. acutus* — в мае полностью отсутствовал в 500-метровом столбе воды и отмечен глубже. Нахождение видов на глубине подтверждает и станция в зоне свала, на которой в слое 500—1000 м находились антарктические виды *R. gigas*, *C. acutus*, *Calanus propinquus*, *M. gerlachei*, *T. macrura*, *T. vicina* и в меньшем количестве субантарктические виды *C. simillimus*, *Candacia cheirura*. Виды находились в рассеянном состоянии в теплых глубинных водах, куда они опустились в связи с сезонной миграцией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васильев В. И. 1991. Сезонные изменения мезопланктона в ЮПФЗ Атлантического океана // Биологические ресурсы: состояние, перспективы и проблемы их рационального использования // Электрон Карлсберги в ЮПФЗ. Т. 2.: Сб. научных трудов. М. С. 20—31.
- Земский А. В., Зозуля С. А. 1991. Функциональное деление ареала *Electrona Carlsbergi* (Taning, 1932) сем. Mystophidae в связи с широтной зональностью Южного океана // Биологические ресурсы: состояние, перспективы и проблемы их рационального использования // Электрон Карлсберги в ЮПФЗ. Т. 2.: Сб. научных трудов. М. С. 34—58.
- Козлов А. Н., Тарвердиева М. И. 1989. Питание массовых видов миктофид в различных районах Южного океана // Вопросы ихтиологии. 29. Вып. 2. 310—317.
- Масленников В. В., Зозуля С. А., Полонский В. Я. 1990. Роль океанологических факторов в распределении Электроны Карлсберги // Биологические ресурсы: состояние, перспективы и проблемы их рационального использования // Электрон Карлсберги в ЮПФЗ. Т. 2.: Сб. научных трудов. М. С. 108—126.
- Михеев В. Н. 1965. К биологии и промыслу некоторых рыб Патагонского шельфа (Фолклендский район) и моря Скоша // Антарктический криль. Калининград. С. 84—91.

Поступила в редакцию
12.10.04

THE ZOOPLANKTON OF THE PATAGONIUM SLOPE AND ADJACENT WATERS IN THE AUTUMN

V.I. Vasiliev

In autumn period from March till May 1988 in Patagonium shelf and slope zones, the system of waters current modified and water temperature decreased. The biomass of seston and abundance of zooplankton decreased simultaneously, especially of subantarctic species *Calanus similis*. The zooplankton organisms started going down to deeper water layers. Antarctic species *Rhincalanus gigas* was common in upper layers in March. In May, *R. gigas* was rare and occurred at larger depths. Subtropical zooplankton species dominated in shelf zone while subantarctic species dominated in the slope zone within the Falkland current.

In May, the abundance of the shelf species in the slope zone increased because of weakening of Falkland current and its displacement to the east. The zooplankton biomass and abundance increased at the zone of water divergence in the east and at the slope frontal zone in the west.