Please scroll down for full text

Source : *Marine Biology*, 1985, Vol. 4, pp. 9-16

Author : R. V. Prygunkova

Article : Some causes of year-to-year changes in distribution of zooplankton in Kandalaksha Bay, White Sea.

Summary : Ten years of study of the composition and distribution of zooplankton in Kandalaksha Bay showed that in the spring-summer period the biomass of zooplankton is higher in the near-shore than in the open areas and its values usually decrease with depth. Some deviations from the mean annual records were however observed. In the years with different temperature conditions species of different ecological nature, either warm-water or cold-water, were dominant in the upper water layers, but eurybiotic species more frequently constituted the bulk of zooplankton. As the result of the change of dominant forms high values of biomass were recorded in different parts of the bay in different years. Below 25 m depth the composition of zooplankton varied little; an arcto-boreal species Pseudocalanus elongatus usually dominated.

Биология моря, 1985, № 4, с. 9—16.
УДК 591.524.12(471.22) ПЛАНКТОЛОГИЯ

О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В КАНДАЛАКШСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

Р. В. ПРЫГУНКОВА

Беломорская биологическая станция Зоологического института АН СССР, Ленинград 199164

Проводились наблюдения за составом и распределением зоопланктона в Кандалакшском заливе. Установлено, что в весенне-летний период его биомасса в прибрежных районах обычно выше, чем в открытых, и что ее значения уменьшаются с глубиной. Однако в отдельные годы наблюдались большие отклонения от среднемноголетних данных. В годы, различающиеся температурными условиями, в верхних слоях воды доминировали виды различной экологической природы: либо теплолюбивые, либо холодолюбивые, но чаще всего основу зоопланктона составляли эврибионтные виды. В результате смены доминирующих форм большие скопления биомассы зоопланктона оказывались каждый год в различных участках залива. Глубже 25 м состав зоопланктона в разные годы существенно не различался: в планктоне доминировал обычно арктическо-бореальный вид Pseudocalanus elongatus.

Some causes of year-to-year changes in distribution of zooplankton in Kandalaksha Bay, White Sea. R. V. Prygunkova (White Sea Biological Station, Zoological Institute, Academy of Sciences of the USSR, Leningrad 199164)

Ten years of study of the composition and distribution of zooplankton in Kandalaksha Bay showed that in the spring-summer period the biomass of zooplankton is higher in the near-shore than in the open areas and its values usually decrease with depth. Some deviations from the mean annual records were however observed. In the years with different temperature conditions species of different ecological nature, either warm-water or cold-water, were dominant in the upper water layers, but eurybiotic species more frequently constituted the bulk of zooplankton. As the result of the change of dominant forms high values of biomass were recorded in different parts of the bay in different years. Below 25 m depth the composition of zooplankton varied little; an arcto-boreal species Pseudocalanus elongatus usually dominated.

О распределении планктонных организмов по акватории Белого моря имеются противоречивые сведения. Экспедиции разных лет получали для одних и тех же районов моря неоднозначные результаты. Так, летом 1932 г. большое скопление планктона было найдено в районе «полюса тепла» (Центральный Бассейн Белого моря), а в районе «полюса холода» (у входа в Двинский залив) отмечена необычайная бедность планктона (Хмызникова, 1947). Местоположение этих «полюсов» почти неизменно в разные годы (Дерюгин, 1928; Тимонов, 1947; Пантюлин, 1974). Тем не менее, распределение зоопланктона летом 1972 г. резко отличалось от распределения в 1932 г. (Перцова, 1980). Примеров подобных противоречий в литературе имеется довольно много (Эпштейн, 1963; Перцова, 1971, 1980; Прыгункова, 1977а). По-видимому, они были следствием межгодовых изменений в состоянии планктонного сообщества.

Материал и методика

Для количественной оценки межгодовых изменений в распределении планктона Беломорской биостанцией Зоологического института АН СССР в течение ряда лет проводились гидробиологические съемки Кандалакшского залива. Зоопланктон собирали в июне 1964 г. и с 1975 по 1980 г.; в августе 1963, 1964, 1969 гг. и с 1974 по 1980 г. по стандартным слоям (0—10, 10—25, 25—50, 50—100 и 100—300 м). Орудием лова служила замыкающаяся сеть Джеди с диаметром верхнего кольца 36 см и ситом № 38. Одновременно проводили наблюдения за изменениями температуры и солености воды. Работы вели на постоянных станциях, количество которых варьировало в разные годы от 11 до 40. Собранный материал обрабатывали по общепринятой методике ВНИРО.

Уровень биомассы многих видов значительно различался в разные годы. Так, например, в 1963 г. биомасса Temora longicornis изменялась по акватории Кандалакшского залива от 1 до 95 мг/м^3, а в 1974 г. — от 110 до 1050 мг/м^3. Значение биомассы, близкое к 100 мг/м^3, в один год оказалось максимальным, а в другой год — минимальным. Чтобы понять, какие районы являются характерными для того или иного ви-

да, недостаточно рассчитать среднюю биомассу в них даже за 10 лет. При таком способе многие особенности распространения зоопланктона не проявляются из-за его огромной пространственно-временной изменчивости. Поэтому для выявления типичного характера распространения массовых видов по акватории Кандалакшского залива нами избран иной способ. За каждый год для биомассы изучаемых видов выделены повышенные значения, отличающиеся от максимальной биомассы не более чем на 10%, и пониженные значения, отличающиеся от минимальной биомассы не более чем на 10%. Затем за 10-летний период для каждой станции определены частоты встречаемости повышенных (обозначена положительной величиной) и пониженных значений (обозначена отрицательной величиной), а также их сумма. Такой способ эффективнее расчетов средней биомассы, так как в природе часто встречаются случаи, когда среднемноголетние значения биомассы для разных станций очень близки, но частота повышенных и пониженных значений заметно отличается.

Результаты и обсуждение

На сравнительно небольшой акватории Кандалакшского залива обнаружена значительная неравномерность в распределении зоопланктона, так называемое «пятнистое распределение» его биомассы. Районы с высокой концентрацией планктонных организмов (биомасса более 1000 мг/м^3) нередко соседствовали с районами, бедными планктоном (биомасса около 100 мг/м^3). Принято считать, что «пятнистость биомассы» обусловлена местными особенностями перемешивания вод, обычно в результате неравномерности сил в «поле ветра» (Богоров и др., 1968). Однако чередование участков сгущения и разрежения планктона характерно не только для верхних слоев, но и для глубин свыше 25 м, где влияние ветрового перемешивания почти не сказывается (Тимонов, 1950). Так, в слое 25—50 м обнаружены два пятна с высокой биомассой зоопланктона, положение которых почти неизменно год от года (рис. 1): в губе Колвица (станция 10) и в губе Чупа (станция III). Это губы ковшового типа, глубоководные участки которых отрезаны от моря порогами. В слое 50—100 м планктонные организмы концентрировались обычно в районах моря, близких к этим губам: в вершинной части Центрального желоба (станция 13) и в губе Кив (станция 29, VII).

Такое постоянство в распределении биомассы зоопланктона объясняется, по-видимому, тем, что в слоях воды глубже 25 м гидрологические условия мало меняются во времени. В результате структура планктонного сообщества сохраняется там почти неизменной из года в год; основу биомассы (более 50%) составляет чаще всего арктическо-бореальный вид Pseudocalanus elongatus.

Массовое размножение и развитие молоди P. elongatus происходит с весны до начала лета в верхних продуктивных слоях воды (до 25 м), где он в это время составляет основу биомассы зоопланктона. Июньские гидробиологические съемки показали, что большие скопления молоди можно встретить в самых разнообразных участках, хотя и наблюдается некоторая приуроченность этого вида к прибрежным районам залива. К середине лета (конец июля — начало августа) наибольшая часть популяции P. elongatus достигает старших копеподитных стадий и по мере прогрева верхних слоев опускается в более холодные воды. Большое количество рачков скапливается в глубоководных участках губы Колвица и губы Чупа. В этих районах концентрируются летом и другие холодолюбивые виды зоопланктона: арктические (Metridia longa, Calanus glacialis, Oncaea borealis) в основном в районе холодной губы Колвица, а арктическо-бореальные (Sagitta elegans, Aglantha digitale) в районе более теплой губы Чупа.

По мере того как холодолюбивые формы зоопланктона покидают верхние продуктивные слои воды, здесь начинают развиваться в массовом количестве эврибионтные и теплолюбивые организмы.

В верхних слоях залива, в отличие от нижележащих, структура планктонного сообщества значительно изменялась год от года, что было связано, по-видимому, с большими колебаниями гидрологических условий. Из-за сильно изменчивых погодных условий по данным эпизодических съемок трудно судить о значениях температуры и соле-

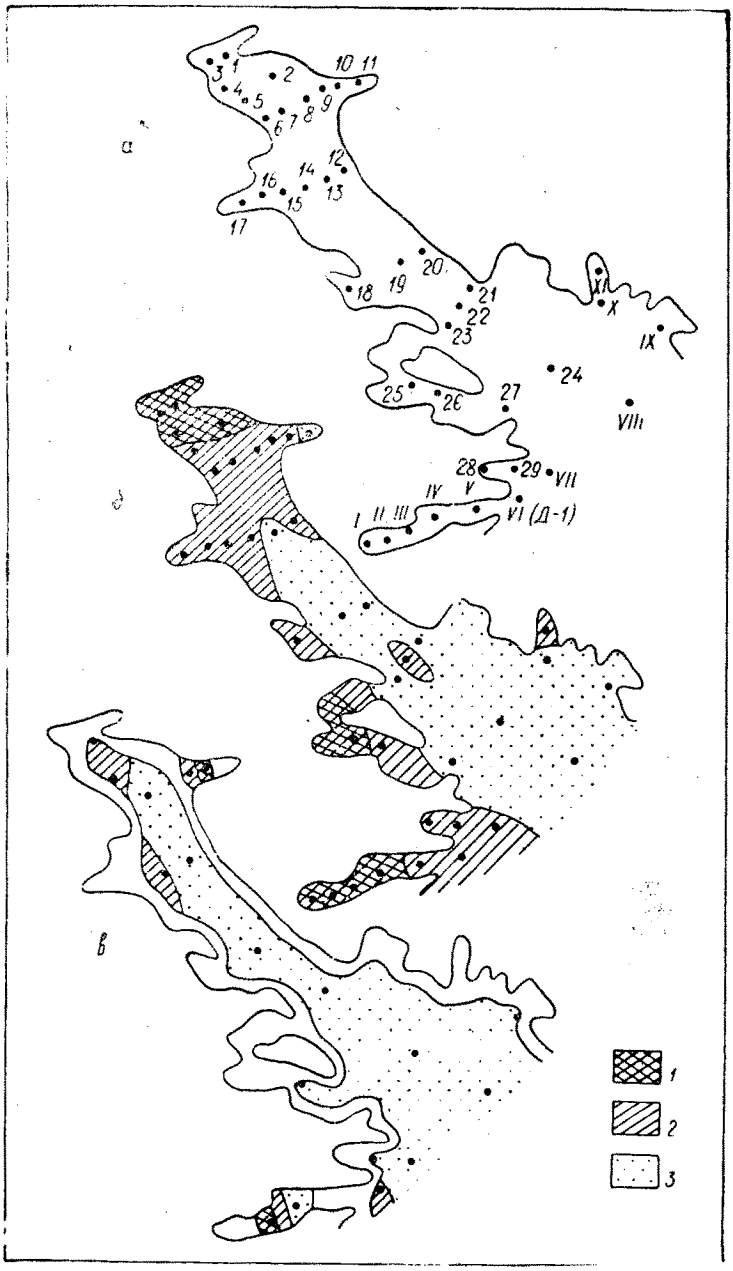

Рис. 1. Среднемноголетнее распределение общей биомассы зоопланктона в различных слоях Кандалакшского залива.
а — схема расположения станций, *б* — биомасса в слое 0—10 м, *в* — биомасса в слое 25—50 м. *1* — более 500 мг/м³, *2* — 300—500 мг/м³, *3* — 100—300 мг/м³; точки — станции, выполненные в данном диапазоне глубин

ности, типичных для того или иного года. Поэтому в настоящей работе для характеристики гидрологических условий в середине лета были использованы данные декадных наблюдений в губе Чупа (Бабков, 1982). Оказалось, что даже значения температуры и солености, осредненные за 1, 10 и 20 августа, существенно изменяются год от года. Так, за 10 лет наблюдений температура на глубине 10 м колебалась от 5,7 до 15,6° С, соленость — от 24,2 до 26,5‰, а на глубине 25 м температура — от —0,4 до 10,6° С, соленость — от 25,0 до 27,9‰.

В годы, отличающиеся по гидрологическим условиям, массовое развитие получали виды различной экологической природы. Высокой численности теплолюбивых бореальных видов благоприятствовал не

только сильный прогрев верхнего 10-метрового слоя, где они в основном обитают, но также интенсивное распространение тепла в глубину. Самым распространенным бореальным видом в Кандалакшском заливе является Temora longicornis. Его обильное развитие наблюдалось в годы, когда верхний 10-метровый слой был прогрет до 11° С и более, а на глубине 25 м температура оказывалась выше 4° С. Сочетание этих условий наблюдалось в 1964, 1974, 1977 и 1980 гг. Однако в 1977 г. T. longicornis не играла почти никакой роли в планктонном сообществе (рис. 2), возможно, потому, что этот год отличался от ос-

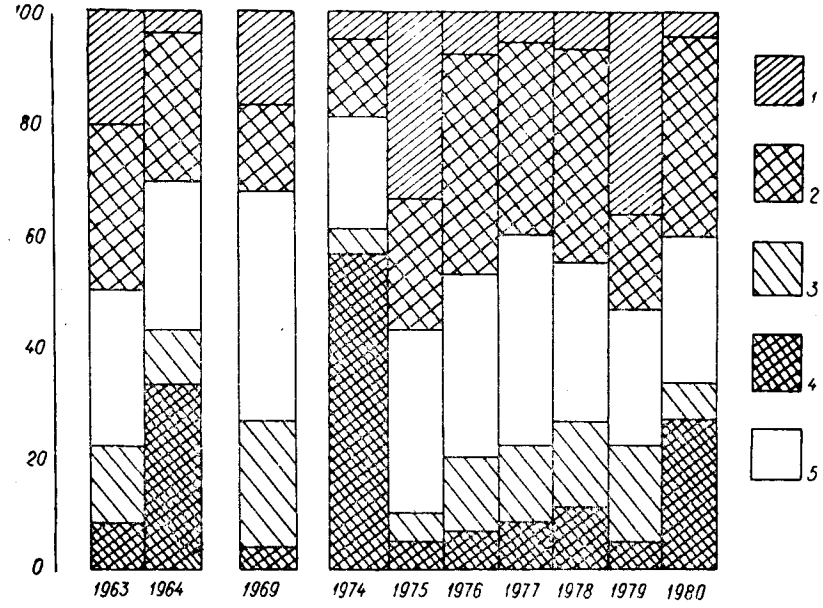

Рис. 2. Структура сообщества зоопланктона Кандалакшского залива в слое 0—10 м. *1* — Pseudocalanus elongatus, *2* — Acartia longiremis, *3* — Oithona similis, *4* — Temora longicornis, *5* — остальные виды зоопланктона. По горизонтали — годы, по вертикали — биомасса, %

тальных перечисленных лет более высокой соленостью. Одним из условий массового развития T. longicornis было значительное опреснение верхнего 10-метрового слоя (до 25‰). Но в холодные годы этот вид всегда был малочисленным, даже если соленость оказывалась для него благоприятной.

Показателями слабого летнего прогрева служили следующие данные: температура на глубине 10 м меньше 10° С, а на глубине 25 м — меньше 3° С. Самыми холодными годами за 10-летний период наблюдений оказались 1963 и 1969 гг. В 1975 и 1979 гг. верхний 25-метровый слой был несколько теплее, но значительно холоднее, чем в остальные годы 10-летнего периода исследования. Структура планктонного сообщества в 1963, 1969, 1975 и 1979 гг. имела много общего: в формировании биомассы верхнего 10-метрового слоя повышалось значение холодолюбивого арктическо-бореального вида P. elongatus (рис. 2). Если в теплые годы его популяция летом почти полностью покидает поверхностные слои воды, то в холодные годы значительная часть ее остается в верхнем 10-метровом слое (Прыгункова, 1979) и играет важную роль в формировании общей биомассы зоопланктона.

Таким образом, температурный фактор в большой степени определяет структуру планктонного сообщества, сказываясь на соотношении теплолюбивых и холодолюбивых видов. Замечено, что при повышении доли P. elongatus в общей биомассе зоопланктона доля T. longicornis обычно понижается и наоборот (рис. 2). Характер распространения этих видов по акватории Кандалакшского залива противоположный (рис. 3). Однако оба тяготеют к прибрежным районам. Скопления теплолюбивого вида T. longicornis чаще встречаются в районах залива,

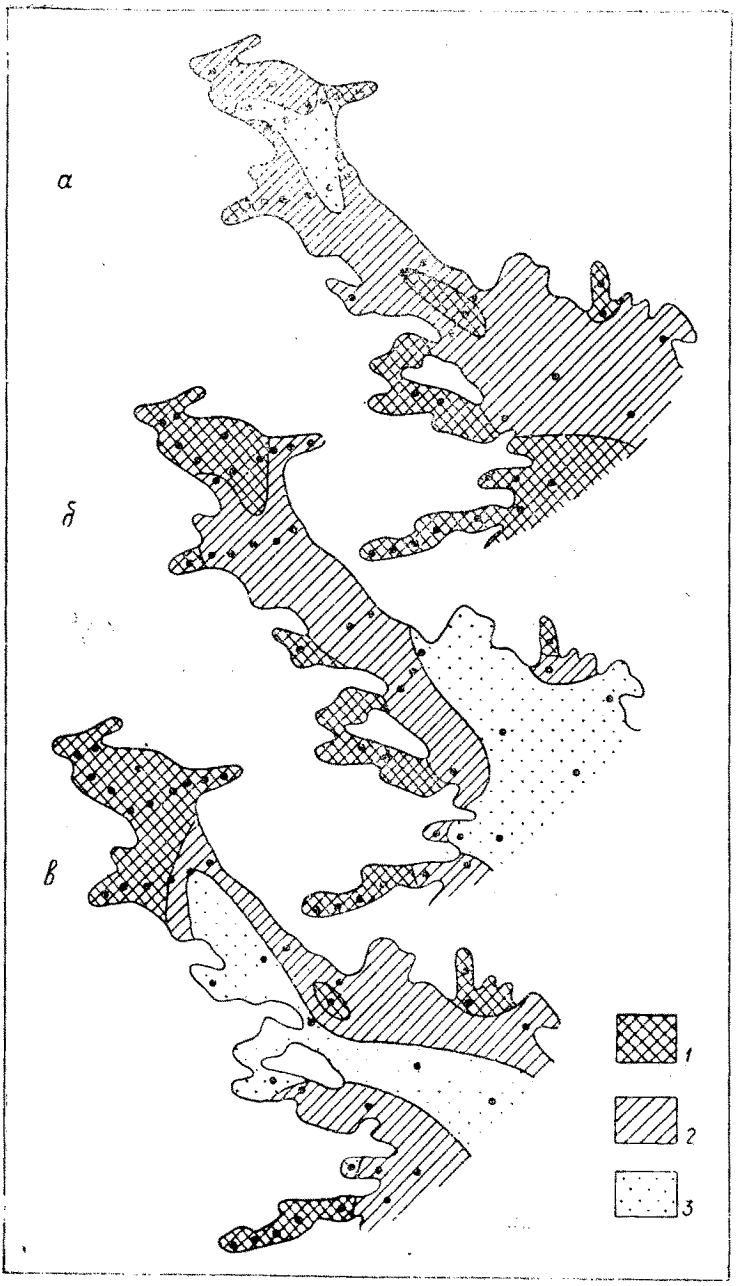

Рис. 3. Схема распространения массовых видов зоопланктона в верхнем 25-метровом слое Кандалакшского залива.
а — Temora longicornis, *б* — Acartia longiremis, *в* — Pseudocalanus elongatus. *1* — суммарная частота встречаемости повышенных и пониженных значений биомассы от 0,3 до 0; *2* — от 0 до 0,3; *3* — менее —0,3 (пояснения в тексте).

прилегающих к Бассейну Белого моря, а скопления холодолюбивого вида P. elongatus — в вершинной части Кандалакшского залива, где вода в летний период обычно холоднее. В разные по гидрологическим условиям годы эти два вида в большом количестве встречаются в некоторых губах залива: Чупа (станции I—V), Колвица (станции 10, 11), Княжая (16, 17), Лов-губа (X, XI).

В губах Кандалакшского залива, несмотря на большие межгодовые изменения гидрологических условий, почти каждое лето встречается в значительном количестве Acartia longiremis. Это типично неритический вид, который в Бассейне Белого моря представлен единично (Виркетис, 1926; Перцова, 1980). По характеру своего распространения

в Кандалакшском заливе он занимает промежуточное положение между теплолюбивой T. longicornis и холодолюбивым P. elongatus (рис. 3). В одни годы A. longiremis развивалась в большом количестве наряду со скоплениями теплолюбивого вида, в другие годы ее было много на тех станциях, на которых наблюдалось обилие холодолюбивого вида, что доказывает ее большую эврибионтность. Приуроченность этого вида к прибрежным районам вызвана, по-видимому, его пищевыми потребностями.

За 10-летний период наблюдений A. longiremis никогда не встречалась в больших количествах одновременно со скоплениями океанического вида Oithona similis, который в условиях Белого моря естест-

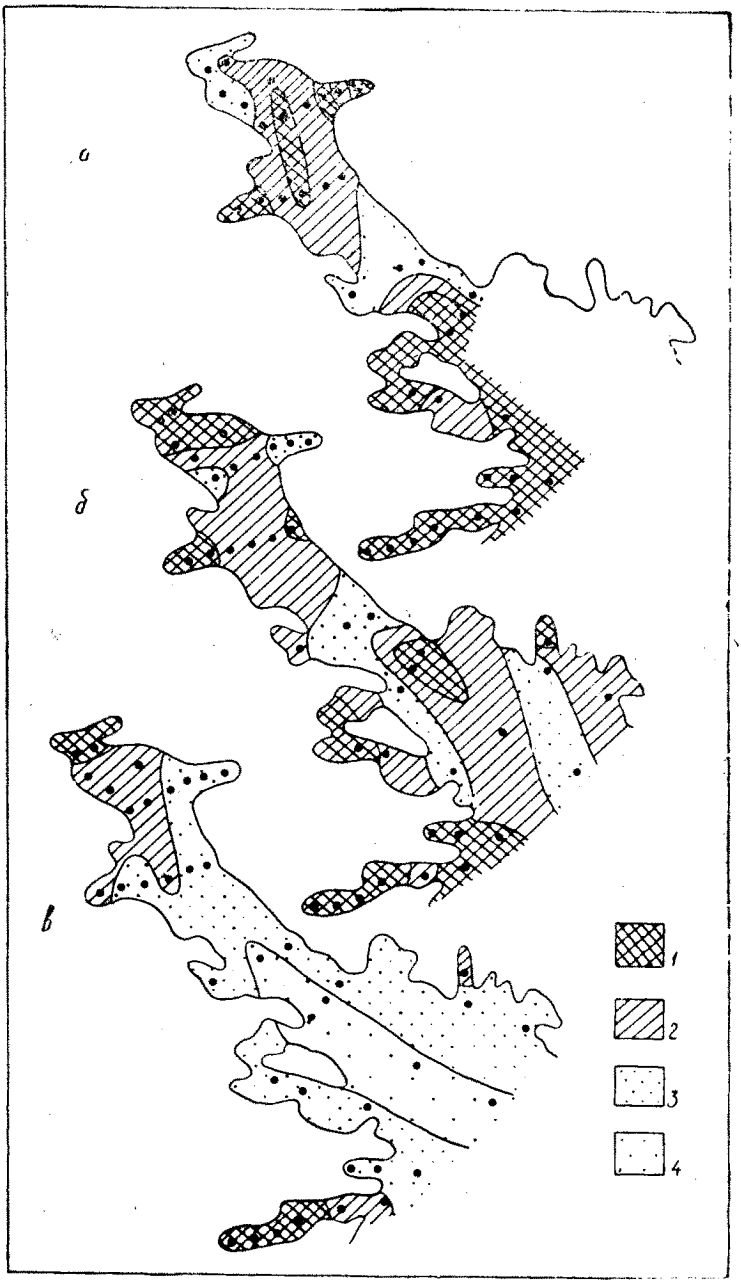

Рис. 4. Распределение общей биомассы зоопланктона в слое 0—10 м Кандалакшского залива.
а — в 1974 г., *б* — в 1976 г., *в* — в 1979 г. *1* — более 500 мг/м³, *2* — 300—500 мг/м³, *3* — 100—300 мг/м³, *4* — менее 100 мг/м³

веннее называть видом открытых вод. Основные скопления O. similis приурочены к Бассейну Белого моря (Перцова, 1980), но в Кандалакшском заливе ее численность тоже очень высока, особенно в открытых районах. Иногда большие скопления O. similis встречались и в прибрежных районах. Тогда количество A. longiremis в этих районах оказывалось низким. По-видимому, количество A. longiremis, типичной для Кандалакшского залива, и количество O. similis, более характерной для Бассейна Белого моря, зависит от водообмена залива с открытыми районами Белого моря, межгодовые изменения которого не изучались (Прыгункова, 1977б).

Характер распределения общей биомассы зоопланктона по акватории Кандалакшского залива во многом зависит от того, какие виды получают массовое развитие в год исследования. Обычно на большом пространстве обильно развиваются два-три вида, хотя в отдельных участках залива массовыми могут оказаться многие формы зоопланктона. В некоторые годы значительное преимущество над остальными получал всего один вид, и тогда картина распределения общей биомассы зоопланктона резко отличалась от типичной. Так, в 1974 г. наблюдалось массовое развитие Temora longicornis. В результате характер распределения общей биомассы зоопланктона (рис. 4, *а*) гораздо больше напоминал картину распространения этого вида (рис. 3, *а*), чем среднемноголетнее распределение общей биомассы (рис. 1, *б*). Наибольшая концентрация биомассы зоопланктона наблюдалась в районах залива, расположенных ближе к Бассейну Белого моря, а в вершинной части Кандалакшского залива было сконцентрировано гораздо меньше планктона. С глубиной значения общей биомассы понижались.

В 1979 г. значительное преимущество над остальными видами получил арктическо-бореальный Pseudocalanus elongatus. Распределение общей биомассы (рис. 4, *в*) во многом напоминало картину распространения этого вида в Кандалакшском заливе (рис. 3, *в*) и значительно отличалось от среднемноголетнего распределения общей биомассы (рис. 1, *б*). Биомасса зоопланктона в этом году повышалась с глубиной, потому что основная масса популяции P. elongatus летом покинула верхние слои.

Наибольшее сходство со среднемноголетней картиной распределения общей биомассы наблюдалось в годы, когда массовое развитие получали несколько видов зоопланктона. Так, в 1976 г. среди неритических форм обильно развивалась Acartia longiremis, а среди океанических — Aglantha digitale и Oithona similis. В результате распределение биомассы зоопланктона в тот год (рис. 4, *б*) во многом напоминало среднемноголетнее распределение (рис. 1, *б*). В 1976 г. значения общей биомассы понижались с глубиной, что является типичным для Кандалакшского залива в летний период.

Литература

Бабков А. И. 1982. Краткая гидрологическая характеристика губы Чупа Белого моря. — В кн.: Экологические исслед. перспективных объектов марикультуры Белого моря. Л.: Наука, с. 3—16. **Богоров В. Г., Виноградов М. Е., Воронина Н. М., Канаева И. П., Суетова И. А.** 1968. Распределение биомассы зоопланктона в поверхностном слое Мирового океана. — Докл. АН СССР, т. 182, № 5, с. 1205—1207. **Виркетис М. А.** 1926. Зоопланктон Белого моря. — В кн.: Исслед. морей СССР, вып. 3, с. 1—47. **Дерюгин К. М.** 1928. Фауна Белого моря и условия ее существования. — В кн.: Исслед. морей СССР, вып. 7—8, с. 1—511. **Пантюлин А. Н.** 1974. Некоторые особенности структуры вод Белого моря. — В кн.: Биол. Белого моря, т. 4. М.: МГУ, с. 7—13. **Перцова Н. М.** 1971. О количественном вертикальном распределении зоопланктона в Кандалакшском заливе Белого моря. — В кн.: Комплекс. исслед. природы океана, вып. 2. М.: МГУ, с. 153—162. **Перцова Н. М.** 1980. Распределение зоопланктона в Бассейне и Кандалакшском заливе Белого моря. — В кн.: Биол. Белого моря, т. 5. М.: МГУ, с. 49—68. **Прыгункова Р. В.** 1977а. Зоопланктон Кандалакшского залива в сравнении с зоопланктоном на декадной станции Д-1 в губе Чупа (Белое море).— В кн.: Экол. мор. планктона. Л.: Наука, с. 100—108. **Прыгункова Р. В.** 1977б. Некоторые особенности распределения зоопланктона в различных районах Кандалакшского залива (Белое море). — Биол. моря, № 2, с. 27—33. **Прыгункова Р. В.** 1979. Межгодовые изменения сезонных миграций у Pseudocalanus elongatus в Белом море. — Биол.

моря, № 1, с. 10—18. **Тимонов В. В.** 1947. Схема общей циркуляции вод Бассейна Белого моря и происхождение его глубинных вод. — Тр. Гос. океаногр. ин-та, т. 1 (13), с. 118—131. **Тимонов В. В.** 1950. Главные особенности гидрологического режима Белого моря. — В кн.: Памяти Юлия Михайловича Шокальского. М.; Л.: АН СССР, с. 206—235. **Хмызникова В. Я.** 1947. Распределение количества планктона в Бассейне Белого моря как показатель гидрологических полюсов тепла и холода. — Тр. Гос. океаногр. ин-та, т. 1(13), с. 155—168. **Эпштейн Л. М.** 1963. Зоопланктон Белого моря и его значение в питании сельди. — В кн.: Пробл. использ. промысловых ресурсов Белого моря и внутр. водоемов Карелии, вып. 1. М.; Л.: АН СССР, с. 98—104.

Поступила 9 II 1983