

УДК 591.524.12(261.78)

О. К. Билева

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ЗООПЛАНКТОНА ПО МЕРЕ «СТАРЕНИЯ» ВОД АПВЕЛЛИНГА У ЮГО-ЗАПАДНОЙ АФРИКИ

Изучение систематического состава зоопланктона в районах подъема вод и на различном удалении от них вниз по течению вод апвеллинга представляет существенный интерес для выяснения закономерностей формирования и развития пелагических сообществ. К настоящему времени в общих чертах описана их пространственно-временная сукцессия (Виноградов, Воронина, 1965; Богоров, 1967 и др.). Как следует из этих работ, в зоне подъема вод молодое формирующееся сообщество состоит в основном из фитопланктона. Постепенно изменяясь в потоке «стареющих» вод, оно достигает стадии «зрелости», характеризующейся преобладанием зоопланктона.

Однако расширение и углубление исследований показало, что в зоне подъема вод сообщество отличается, как правило, более сложной, чем считалось, структурой и степенью зрелости, обусловленной смешением элементов сообществ местных поверхностных и поднимающихся глубинных вод (Ковалев, Хлыстов, 1974; Виноградов, 1975). Это обстоятельство повышает актуальность детального анализа, в частности систематического состава зоопланктона экосистемы апвеллинга, зоны «старения» и опускания вод.

Материал для настоящей работы собран в 27 рейсе НИС «Михаил Ломоносов» в феврале—марте 1973 г. на трех многосуточных полигонах и двух разовых станциях.

Первый полигон выполнен у юго-западного берега Африки в зоне интенсивного подъема глубинных вод ($26^{\circ} 40'$ ю. ш., $14^{\circ} 22'$ в. д.), характеризующихся динамичностью и сложной структурой водной толщи, низкой температурой (у поверхности 14° , на глубине 100 м — 12°), большими показателями количества биогенов и фитопланктона. Разовые станции (2161 и 2162) выполнены на периферии зоны подъема в 70 и 300 милях от первого полигона ($25^{\circ} 26'$ ю. ш., $13^{\circ} 56'$ в. д. и $22^{\circ} 22'$ ю. ш., $17^{\circ} 07'$ в. д.), где температура воды у поверхности повысилась до 15 и 19° соответственно, а на глубине 100 м составила 12 и 13° . Второй и третий полигоны выполнены по ходу западной ветви Бенгельского течения в зоне «старения» и опускания вод ($18^{\circ} 45'$ ю. ш., $07^{\circ} 07'$ з. д. и 23° ю. ш., 23° з. д.), отличающихся устойчивой гидрологической структурой, высокой температурой не только у поверхности (26 и $28,5^{\circ}$ соответственно), но и на глубине 100 м (20 и 22°), повышенной соленостью, низким содержанием биогенов и фитопланктона (Латун, Хлыстов, 1975; Хлыстов, Белякова, 1975; Хлыстов, Бакшеева, 1975; Роухийянен, 1975).

Пробы собирали комбинированным методом — батометром, сетью Джеди, с диаметром входного отверстия 36 см (сито 49) и сетью ДжОМ, с диаметром 80 см (сито 23). В статье рассматриваются только материалы, собранные сетями.

На полигонах в течение трех суток через каждые 6 часов одновременно обеими сетями с двух лебедек брали серию проб в верхнем 500-метровом слое (на первом полигоне в 200-метровом, т. е. почти до дна). Облавливали слои с экстремальными показателями интенсивности

биолюминесценции и прозрачности, поскольку эти характеристики свидетельствуют об обилии планктона (Гительзон и др., 1971; Агафонов и др., 1975; Битюков и др., 1975). В остальной толще воды, отличающейся равномерным распределением интенсивности биолюминесценции и прозрачности, облавливали стандартные слои. Обработано 198 проб, собранных сетью Джеди и 147 сетью ДжОМ.

Из пробы, сконцентрированной в зависимости от обилия до 20—100 мл, для определения и подсчета организмов в камере Богорова брали штемпель-пипеткой объемом в 1 мл 2—3 порции. Организмы, размером свыше 1,5 мм, а в бедных пробах и более мелкие, считали во всей пробе. Исследовали только мезозoopланктон (размеры тела 0,5—10,0 мм), который использованные сети относительно хорошо улавливают. Численность животных до 2—3 мм учитывали в основном по ловам сетью Джеди, более крупных — по ловам сетью ДжОМ. Полученные результаты умножали на коэффициент фильтрации, который для сети Джеди в среднем составляет 2, а для сети ДжОМ — 1,1 (Киселев, 1969; Егоров, 1975). До вида определены веслоногие рачки и, в основном, массовые представители других систематических групп зоопланктона.

Комбинированный метод сбора и учета зоопланктона позволил более полно охарактеризовать его состав, чем по данным обычно используемой сети Джеди. Так, на первом полигоне за счет материалов, собранных сетью ДжОМ, список видов зоопланктона увеличился на 10 видов, на втором и третьем на 12 и 22, что составило соответственно 10,5 и 9% общего числа видов, зарегистрированных на каждом полигоне по данным обеих сетей. На всей исследованной акватории обнаружено, в частности, 249 видов Copepoda.

Поскольку детальных исследований состава зоопланктона непосредственно в районах, выполненных в 27 рейсе НИС «Михаил Ломоносов» ранее не проводилось, можно сделать сопоставление наших материалов только с обобщенными данными по тропической Атлантике, в пределах которой выполнены второй и третий полигоны.

В списке Copepoda тропической Атлантики, составленном К. Т. Гордеевой и А. А. Шмелевой (1974) по материалам 13, 14, 15 рейсов НИС «Михаил Ломоносов» и обширным литературным данным насчитывается 509 видов, т. е. в 2 раза больше, чем по материалам 27 рейса НИС «Михаил Ломоносов». Однако, поскольку на каждом полигоне наблюдения проводились в течение 3 суток, можно считать, что видовой состав зоопланктона в районах полигонов охарактеризован достаточно полно.

В наших материалах обнаружено 12 видов Copepoda, не отмеченных в упомянутом выше (Гордеева, Шмелева, 1974) списке Copepoda тропической Атлантики: *Calocalanus gresei* (Schmeleva, 1973), *C. indicus* (Schmeleva, 1974), *C. lomonosovi* (Schmeleva, 1975), *C. longisetosus* (Schmeleva, 1965), *C. latus* (Schmeleva, 1968), *Clausocalanus lividus* (Fleminger, 1968), *Euchirella galeata* (Giesbrecht, 1892), *Lophotrix quadrispinosa* (Wolfenden, 1911), *Centropages elongatus* (Giesbrecht, 1896), *Euaugaptilus longiantennalis* (Tai So Park, 1970), *Oncaea longiseta* (Schmeleva, 1968), *Corycaeus longistilis* (Dahl, 1894). По числу видов среди Copepoda выделяются роды: *Calocalanus* (19 видов), *Oithona* (12 видов), *Oncaea* (23 вида), *Corycaeiidae* (14 видов).

Сопоставление данных по каждому полигону показало, что число видов зоопланктона значительно возрастает от первого полигона ко второму (табл. 1), т. е. по мере удаления от берега в открытый океан. Подобное явление отмечалось в литературе для других районов океана (Гейнрих, 1962; Андронов, 1971; Bainbridg, 1972; Хромов, 1973). Сущест-

Таблица 1

Число видов и более крупных таксонов зоопланктона
в разных районах юго-восточного сектора Циркуляционной системы
Южной Атлантики

Систематическая группа	I полигон		II полигон		III полигон	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Сорепода	63	66	210	84	185	74
Прочие	32	34	40	16	66	26
Всего	95	100	250	100	251	100

венно изменяются также состав и распределение зоопланктона. Районы второго и третьего полигонов в этом отношении мало различаются.

На первом полигоне во всей толще воды зоопланктон состоит из совместно обитающих организмов эпипелагического и интерзонального комплексов, представленных неритическими, дальненеритическими и океаническими видами. Обращает внимание относительно большое количество личинок и яиц не только пелагических, но и донных животных. Это свидетельствует об интенсивном размножении зоопланктона в богатых пищей водах апвеллинга (Шмелева, Ковалев, Билева, 1975) и о существенном влиянии прибрежных вод.

Наиболее многочисленными в слое 0—100 м были мелкие растительная Сорепода — *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus furcatus*, *Ctenocalanus vanus*, *Oithona similis*. Из крупных форм в значительных количествах в слое 0—100 м встречались *Calanus carinatus*, *Rhincalanus nasutus*, *Metridia lucens* и *Centropages brachiatus*. Все эти виды найдены и в слое 100—200 м, но численность большинства из них там была ниже, чем в слое 0—100 м (табл. 2).

Таблица 2

Численность (экз/м³) массовых видов Сорепода в районах юго-восточного сектора
Циркуляционной системы Южной Атлантики

Вид	0—100 м					100—200 м			
	I полигон	Ст. 2161	Ст. 2162*	II полигон	III полигон	I полигон	Ст. 2161	II полигон	III полигон
<i>Calanus tenuicornis</i>	0	0	0,8	4,4	7,0	0	0,60	7,20	4,00
<i>C. carinatus</i>	34	58	1,6	0	0	36	0	0,03	0,40
<i>C. gracilis</i>	0	0	10,2	1,8	1,3	0	0,40	0,80	0,10
<i>Canthocalanus minor</i>	0	0	390	19	13	0	1,4	0,90	2,00
<i>Undinula vulgaris</i>	0	0	0	0,08	19	0	0	0	6
<i>Eucalanus elongatus</i>	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhincalanus nasutus</i>	18	44	0,5	0	0	3	0,60	0,001	0,001
<i>Paracalanus parvus</i>	310	334	2274	0,8	0	154	0	0	0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	608	27	0,6	1,4	1,2	522	0,40	26,0	1,20
<i>Clausocalanus furcatus</i>	108	0	0	146	122	22	0	11,00	8,00
<i>Euchaeta marina</i>	0	0	0	12	6	0	0	5,20	1,20
<i>Metridia lucens</i>	11	0	0	0	0	108	0	0	0
<i>Pleuromamma gracilis</i>	0,1	3	19	1,0	3,2	0	64,00	3	2,00
<i>Centropages brachiatus</i>	692	1090	0	0	0	8	0	0	0
<i>Oithona similis</i>	1174	638	0	0,6	0	800	0	0	0

* На станции 2162 пробы взяты только до глубины 100 м.

Кроме представителей Copepoda массовыми на первом полигоне были Tintinnidae, Polychaeta, личинки и яйца Decapoda, Echinodermata, Appendiculariae. В меньшем количестве отмечены личинки Bryozoa, Cirripedia, Mollusca и др.

Нахождение в поверхностном слое таких видов как *Calanus carinatus*, *Rhincalanus nasutus* указывает на подъем глубинных вод (Виноградов, Воронина, 1964; Гордеева, Шмелева, 1971), что также обуславливает высокую численность микрозоопланктона, в частности простейших (Морякова, Островская, 1975).

На станции 2161 зоопланктон по качественному составу был очень сходен с таковым на первом полигоне. Отмечено лишь некоторое увеличение численности *Calanus carinatus*, *Rhincalanus nasutus*, *Centropages brachiatus* в слое 0—100 м. Численность же *Oithona similis* снизилась почти вдвое.

На станции 2162 обнаружены существенные изменения в составе зоопланктона. В пробах отсутствовали неритические виды: *Centropages brachiatus*, *Oithona similis* и некоторые другие, а численность *Daracalanus pârvus* значительно возросла. Вместе с тем появились океанические виды — *Calanus tenuicornis*, *C. gracilis*, *C. robustior*, *Canthocalanus minor*, *Aetideus armatus*, *Pleuromamma abdominalis*, *P. xiphias*, *Centropages violaceus* и др. Численность видов, доминирующих на первом полигоне, резко сократилась (*Calanus carinatus*, *Rhincalanus nasutus*, *Ctenocalanus vanus*).

Второй и третий полигоны по составу зоопланктона и его количественным показателям характеризовались довольно высокой степенью сходства между собой и резко отличались от первого полигона. Так, из 233 видов, обнаруженных на втором и третьем полигонах, 152, т. е. 65% являются общими, в то время как из 213, зарегистрированных на первом и втором полигонах, общих было только 53 или 25%, а из 189 видов с первого и третьего полигонов общих — 51, т. е. 27%.

Как уже отмечалось выше, число видов зоопланктона от первого полигона ко второму и третьему сильно возрастает (табл. 1). При этом, в отличие от района первого полигона, на втором и третьем не обнаружено массовых организмов, что свойственно олиготрофным районам океана (Канаева, 1965; Богоров и др., 1968). Подавляющее число видов относится к океаническому комплексу.

На втором и третьем полигонах возрастает не только абсолютное, но и относительное количество видов основной группы зоопланктона — Copepoda (табл. 1). Из них сравнительно часто встречались *Calanus tenuicornis*, *C. gracilis*, *C. robustior*, *Canthocalanus minor*, *Undinula vulgaris*, *Clausocalanus furcatus*, *Euchaeta marina*, *Pleuromamma gracilis*, *P. abdominalis* и др. Отсутствуют или малочисленны виды, которые были массовыми на первом полигоне (табл. 2).

Интересная особенность распределения отмечена у *Clausocalanus furcatus*. Будучи сравнительно многочисленным на первом полигоне, он не обнаружен на станциях 2161 и 2162. На втором же и третьем полигонах его численность даже выше, чем на первом (табл. 2). Поскольку этот вид теплолюбивый (Хромов, 1973), его нахождение в зоне подъема вод можно объяснить интенсивным смешением там глубинных холодных вод с прибрежной теплой водой, в которой этот вид обитает. В результате сравнительно быстрой и, видимо, полной гибели попадающих в холодную воду рачков, они отсутствовали в планктоне в 70 и 300 милях (ст. 2161 и 2162) вниз по течению вод апвеллинга. Рачки этого вида, обнаруженные на втором и третьем полигонах относятся, надо полагать, к океанической популяции.

Из других таксономических групп животных на втором и третьем полигонах в небольшом количестве отмечены представители Salpae, Doliolidae, не обнаруженные в районе первого полигона. Hydromedusae, Siphonophora, Amphipoda, Chaetognatha представлены большим числом видов и общей численностью организмов, чем на первом полигоне.

Таким образом, в результате анализа материалов по зоопланктону южной Атлантики, собранных в 27 рейсе НИС «Михаил Ломоносов» комбинированным методом, выявлены некоторые, не описанные в литературе, черты видовой структуры зооцены экосистемы апвеллинга, получены данные, детализирующие общую картину и количественные характеристики изменения зооцены по мере «старения» вод.

Зооцены зоны апвеллинга у берегов юго-западной Африки характеризуется сложной структурой. Его компонентами являются организмы прибрежных поверхностных вод, интерзональные холодноводные животные, поднимающиеся с глубин, а также быстроразмножающиеся, в частности простейшие, которые первыми из животных «реагируют» на возрастание продукции фито- и бактериопланктона в зоне подъема богатых биогенами вод. С удалением от зоны интенсивного подъема вод сравнительно быстро происходят существенные изменения видовой структуры зооцены, обнаруженные уже в 300 милях от первого полигона (ст. 2162). В зоне опускания вод, по сравнению с зоной подъема, число видов зоопланктона увеличилось в 2,5 раза. Существенно изменилось соотношение количества видов разных систематических и экологических групп зоопланктона.

ЛИТЕРАТУРА

- Агафонов Е. А., Афонин Е. И., Башарин В. А., Золотова Л. Н. Оптические свойства вод некоторых районов антициклональных круговоротов Южной Атлантики. В кн.: Экспедиционные исследования в Южной Атлантике и Средиземном море. К., «Наукова думка», 1975, с. 42—48.
- Андронов В. Н. Состав и распределение зоопланктона у берегов юго-западной Африки — Труды АтлантНИРО, вып. 41, 1971, с. 12—32.
- Битюков Э. П., Василенко В. И., Хлыстова Л. М., Шайда В. Г. Биологическое поле и его структура в тропической Атлантике и Средиземном море. В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. К., «Наукова думка», 1975, с. 49—60.
- Богоров В. Г. Биологическая трансформация и обмен веществ в океане.— Океанология, 1967, 7, вып. 5, с. 839—851.
- Богоров В. Г., Виноградов М. Е., Воронина Н. М., Канаева И. П., Суетова И. А. Распределение биомассы зоопланктона в поверхностном слое мирового океана.— Докл. АН СССР, 1968, 182, № 5, с. 1205—1208.
- Виноградов М. Е., Воронина Н. М. Распределение планктона в водах экваториальных течений Тихого океана.— Труды Ин-та океанол. АН СССР, 1963, 71, с. 22—60.
- Виноградов М. Е., Воронина Н. М. Некоторые особенности распределения планктона в водах экваториальных течений Тихого и Индийского океанов. В кн.: Океанологические исследования МГГ, № 13, 1965, с. 128—136.
- Виноградов М. Е. Изучение экосистем пелагиали восточно-тихоокеанских апвеллингов во время 17-го рейса НИС «Академик Курчатов».— Труды Ин-та океанол. АН СССР, 1975, 102, с. 7—17.
- Гейрих А. К. Особенности основных пелагических сообществ Тихого океана.— Труды Ин-та океанол. АН СССР, 1962, 58, с. 114—131.
- Гиттельзон И. И., Левин Л. А., Шевырногов А. П., Утюшев Р. Н., Артемкин А. С. Батифотометрическое зондирование пелагиали и возможности его применения для исследования пространственной структуры биоценоза. В кн.: Функционирование пелагических сообществ тропических районов океана. М., «Наука», 1971, с. 50—63.
- Гордеева К. Т., Шмелева А. А. Зоопланктон тропической Атлантики. В кн.: Планктон и биол. продуктивность тропич. Атлантики. К., «Наукова думка», 1971, с. 162—214.

- Гордеева К. Т., Шмелева А. А. Пелагические копеподы тропической Атлантики и особенности распределения их массовых видов.— Труды Всесоюз. гидробиол. общества АН СССР, 20, 1974, с. 109—133.
- Егоров В. Н. Моделирование и анализ наблюдений на ЭВМ в исследованиях взаимодействия радиоактивности морской среды с гидробионтами. Автореф. канд. дисс. Севастополь, 1975. 28 с.
- Канаева И. П. О количественном распределении планктона Атлантического океана.— Труды ВНИРО, 1965, 57, с. 333—342.
- Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., «Наука», 1969. 656 с.
- Ковальов О. В., Хлыстов М. З. Комплексне дослідження екологічної системи Південної Атлантики у 27 рейсі НДС «Михайло Ломоносов».— Вісник АН УРСР, 1974, № 7, с. 90—93.
- Латун В. С., Хлыстов Н. З. Новые данные о динамической структуре вод у юго-западных берегов Африки. В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. К., «Наукова думка», 1975, с. 8—13.
- Морякова В. К., Островская Н. А. Исследование микрозоопланктона в Средиземном море и южной Атлантике. Там же, с. 107—115.
- Роухияйнен М. И. Некоторые данные о распределении и суточной динамике фитопланктона. Там же, с. 77—88.
- Хлыстов Н. З., Бакшеева И. П. Некоторые особенности гидрохимической структуры вод восточного сектора южного антициклонального круговорота. Там же, с. 24—31.
- Хлыстов Н. З., Белякова О. М. Исследование термохалинной структуры вод восточной части южной Атлантики. Там же, с. 15—23.
- Хромов Н. С. Особенности распределения некоторых массовых видов копепод в зонах соприкосновения с берегами Северного субтропического круговорота вод Атлантического океана.— Труды ВНИРО, 1973, 84, с. 81—112.
- Шмелева А. А., Ковалева А. В., Билева О. К. Состав и распределение сетного зоопланктона в Атлантическом океане и Средиземном море. В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. К., «Наукова думка», 1975, с. 89—100.
- Vainbridge V. The zooplankton of the Gulf Guinea.— Bull. Mar. Ecol., 1972, 8, N 1, p. 61—97.

Институт биологии южных морей
АН УССР

Поступила в редакцию
3.III 1976 г.

О. К. Билева

**CHANGE IN ZOOPLANKTON COMPOSITION WITH «AGEING»
OF UPWELLING WATERS NEAR SOUTH-WESTERN AFRICA**

Summary

According to the data of the 27th cruise of the research ship «Mikhail Lomonosov» a high degree of complicity of the zoocenosis in the upwelling zone is found out. Zoocenosis consists of neritic, farneritic and ocean organisms of epiplanktonic and interzonal complexes. There are mass species. In the zone of water dipping the ocean species are highly predominant. The total amount of species is 2.5 times as high as in the upwelling zone. No mass organisms are observed.

Institute of Biology of Southern Seas,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR