



УДК 595.34(267.37)

И. Ю. Прусова¹, м. н. с., Ш. Л. Смит², д-р фил., проф.

¹ Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

² Marine Biology and Fisheries, The Rosenstiel School, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, USA

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА КОПЕПОД В ЭПИПЕЛАГИАЛИ АРАВИЙСКОГО МОРЯ В ПЕРИОДЫ ЛЕТНЕГО И ЗИМНЕГО МУССОНОВ

Анализируются таксономический состав, численность и биомасса копепод в эпипелагиали северо-западного и центрального регионов Аравийского моря на основе зоопланктонных материалов, собранных в рамках программы US JGOFS на акватории между Оманом и Индией севернее 10° с.ш. в периоды летнего (август – сентябрь) и зимнего (декабрь) муссонов 1995 г. Идентифицировано 150 видов копепод. В периоды обоих муссонов по численности преобладали виды семейств Paracalanidae, Oncaeidae, Oithonidae, по биомассе – виды семейств Calanidae и Eucalanidae. Видовое разнообразие копепод было высоким на всей исследованной акватории в периоды обоих сезонов. В северо-западной части моря таксономическая структура копепод подвержена пространственно-временным изменениям, связанным с колебаниями численности глубоководного вида *Calanoides carinatus*. В период зимнего муссона здесь же выявлены большие, по сравнению с другими районами моря, численность и разнообразие неритических видов, приносимых с водами Оманского залива. Показатели обилия копепод в исследованном слое 0 – 200 м в периоды обоих муссонов в северо-западной части были выше, чем в центральном и юго-восточном регионах моря. Максимальные величины численности и биомассы отмечены в период летнего сезона в зоне Аравийского апвеллинга.

Ключевые слова: копеподы, таксономический состав, численность, биомасса, разнообразие, апвеллинг, муссон, эпипелагиаль, Аравийское море

Веслоногие раки – копеподы – играют важную роль в сообществе зоопланктона Аравийского моря, составляя значительную часть его общей численности (77 – 79 %) и биомассы (50 – 85 %) [2, 5, 6, 10]. Обширная литература по зоопланктону Аравийского моря содержит преимущественно сведения, основанные на материалах из прибрежных районов. Наиболее подробно исследованы копеподы в акватории, прилегающей к юго-западному побережью Индостана [10, 11, 12, 20, 21, 32], и в довольно узкой зоне побережья в северо-западной части моря [2, 5, 6]. Менее всего изучены копеподы в центральной области, для этой акватории имеются фрагментарные данные о вертикальном распределении ряда видов в некоторых

районах [1, 7, 13, 20, 21, 22]. При анализе количественных характеристик в открытых водах обычно используются данные по объему септона, не дающие реальных величин численности и массы животных отдельных таксонов, поэтому по имеющимся сведениям не представляется возможным сопоставить значения показателей обилия копепод в прибрежных и открытых районах.

Важной особенностью Аравийского моря является то, что этот регион Мирового Океана, являясь тропическим, имеет ярко выраженную сезонную изменчивость гидрологических характеристик верхнего слоя моря, обусловленную системой муссонов. В период летнего (юго-западного) муссона вдоль северо-

восточного побережья Африки и Аравийского п-ова происходит сгон поверхностных и компенсационный подъем подповерхностных холодных и богатых питательными элементами вод и устанавливается антициклонический круговорот, – потоки поверхностных вод устремляются к северо-востоку. Холодные воды распространяются по поверхности на расстоянии до 500 км вдоль берега и на 100 - 200 км в сторону открытого моря [18]. При зимнем (северо-восточном) муссоне, менее сильном и устойчивом, чем летний, устанавливается циклонический круговорот, – поверхностные тече-

ния имеют направления к юго-западу, вызывая усиление притока вод из Персидского и Оманского заливов. Муссонные ветры обуславливают сезонные изменения направления течений во всем верхнем 300-метровом слое воды [8, 14].

С сентября 1994 по январь 1996 гг. в рамках программы US JGOFS в Аравийском море проведено 17 комплексных научных экспедиций, работы в которых осуществлялись на стандартных станциях, имеющих одну и ту же нумерацию во время всех экспедиций (рис. 1).

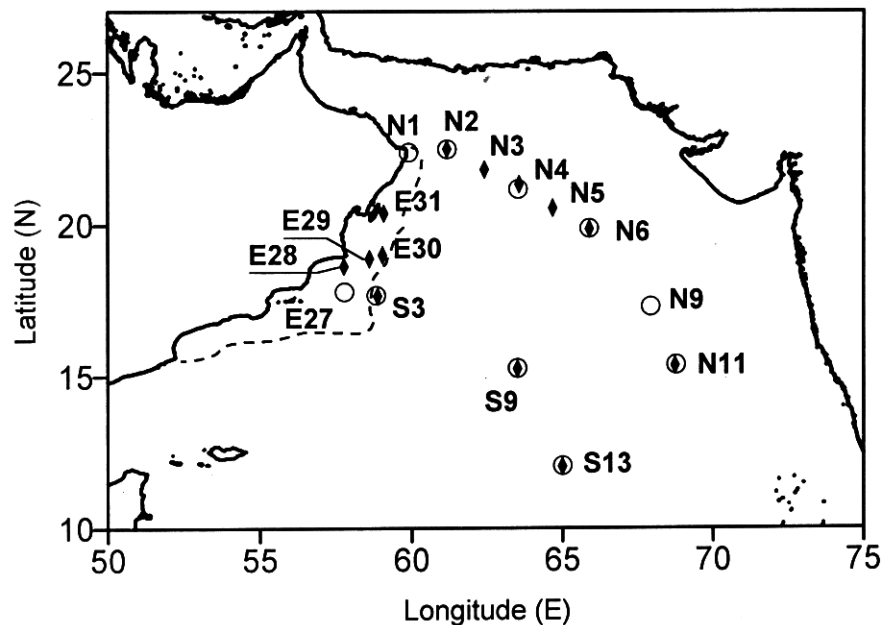


Рис. 1. Схема станций. Ромбами обозначены станции, на которых были собраны пробы в период летнего муссона, кружками – в период зимнего муссона. Пунктирной линией обозначена примерная граница области апвеллинга (по [29]).
Fig. 1. Chart of the study area with rhombic symbols showing the Southwest Monsoon season station locations and open circles showing the Northeast Monsoon season station locations. Dotted line indicates the upwelling bounds (after [29]).

Местоположение станций северного (N) и южного (S) разрезов было выбрано таким образом, чтобы исследовать районы сезонного апвеллинга, связанного с летним муссоном, и определить размеры акватории, на которой сказывается его влияние, а также изучить район моря, достаточно удаленный от зоны подъема вод, где эффект действия муссонных ветров минимален. Область апвеллинга была определена по спутниковым снимкам температуры поверхностного слоя моря [29].

Цель настоящей работы – дать сравнительную характеристику таксономического Морской экологичний журнал, № 4, Т. IV, 2005

разнообразия и обилия копепод в эпипелагиали северо-западной части и открытых вод Аравийского моря в периоды летнего и зимнего муссонов 1995 г.

Материал и методы. Материалом для настоящей работы послужили сборы зоопланктона, выполненные в Аравийском море американскими исследователями в рамках программы US JGOFS с борта НИС "Thomas G. Thompson" в период с 18 августа по 15 сентября (рейс TN050, летний муссон) и с 30 ноября по 28 декабря (рейс TN054, начало зимнего муссона) 1995 г. (рис. 1). 23 тотальных лова на

16 станциях в слое 0 – 200 м были выполнены сетью БОНГО (BONGO), оборудованной счетчиком потока воды, с диаметром входного отверстия 60 см и размером ячее фильтрующего сита 153 мкм. Во время летнего муссона пробы были собраны на тринадцать, во время зимнего муссона – на десяти станциях. В добавление к стандартным станциям, непосредственно в зоне подъема вод в период летнего муссона были выполнены 4 дополнительных ("Extra") станции – E28, E29, E30 и E31, в период зимнего муссона – станция E27. Пробы собраны в разное время суток.

Для анализа качественного и количественного состава копепод использовалась часть (3 – 5 %) первоначальной пробы, доведенная до объема 50 – 100 мл. При камеральной обработке организмы размером менее 1 мм просчитывали в подпробах объемом 1 мл, организмы размером более 1 мм – в подпробах объемом 5 мл, взятых с помощью штемпель-пипетки, в двух повторностях. Для выявления редко встречающихся рачков анализируемую часть первоначальной пробы просматривали полностью. Самок, самцов и неполовозрелых рачков определяли до максимально возможного уровня идентификации. При уточнении современного таксономического статуса и эколого-географической характеристики видов пользовались [25]. Сухую массу определяли по формуле $W(\mu\text{gDW}) = 0.505 + 14.066 [0.8171 (tl) - 0.0962]^3$, предложенной Флаггом и Смит [14] и усовершенствованной Лэйном с соавторами [19], где *tl* – длина рачка от вершины цефалона до кончиков фуркальных ветвей уросомы. Анализ сходства-различия фауны копепод проводили с помощью пакета статистических программ BioDiversity Pro (Neil McAleece, 1997. The Natural History Museum & The Scottish Association of Marine Science). При проведении кластерного анализа данные трансформированы методом извлечения квадратного корня.

Для характеристики видового разнообразия копепод использовали индекс разнообразия Шэннона $H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$, где H' – разнообразие в битах, p_i – соотношение количества особей вида i и общей численности особей; и индекс выравненности Пиелу $J' = H' / H'_{\max} = H' / \ln S$, где H'_{\max} – максимально возможное значение индекса разнообразия, S – общее количество видов. Сравнение значений средних проводили при помощи *t*-критерия Стьюдента.

Результаты. В проанализированном материале выявлено 150 видов копепод, принадлежащих к 57 родам, 28 семействам, 5 отрядам, в большинстве своем относящихся к комплексу организмов зоопланктона эпипелагиали. Суммарное количество видов в пробах летнего и зимнего сезонов одинаково – 125 наименований, из которых 99 были отмечены и летом, и зимой. Число видов в летних пробах варьировало от 35 до 59, составляя в среднем 51 вид ($\sigma = 6.51$), в зимних – от 47 до 69, при среднем значении 56 видов ($\sigma = 6.94$).

На рис. 2 представлены кривые доминирования-разнообразия копепод, где на оси x отображена ранжированная последовательность видов от наиболее до наименее обильного, а по оси y – процент численности самок каждого вида от суммарной численности самок, с накоплением. Участки резкого подъема кривых определяются восемью – десятью самыми многочисленными видами, суммарный вклад которых в общую численность составлял около 60 %. Примерно 80 видов обуславливали 99 % всей численности, около 50 видов были редкими и малочисленными.

Величины индекса разнообразия Шэннона H' , рассчитанные по численности видов копепод, были высоки, составляя 3.04 ($\sigma = 0.16$) и 3.23 ($\sigma = 0.13$) бит./инд. летом и зимой, соответственно, и в пространственном аспекте изменялись в небольших пределах. Различия

между средними значениями H' в северо-западной части (ст. N2, N3, N4, E28, E29, E30, E31, S3 летом и N1, N2, N3, N4, E27, S3 зимой) и в центрально-восточной области моря (ст. N5, N6, N11, S9, S13 летом и N6, N9, N11, S9, S13) недостоверны для периодов обоих сезонов. При сравнении значений индекса видово-

го разнообразия между сезонами выявлено, что в северо-западной части моря средняя величина H' в период зимнего муссона ($3.28, \sigma = 0.08$) была достоверно выше ($t = 3.64; p = 0.01$), чем в летний период ($3.01, \sigma = 0.18$). Различия между сезонами средних значений H' в центральном районе моря недостоверны.

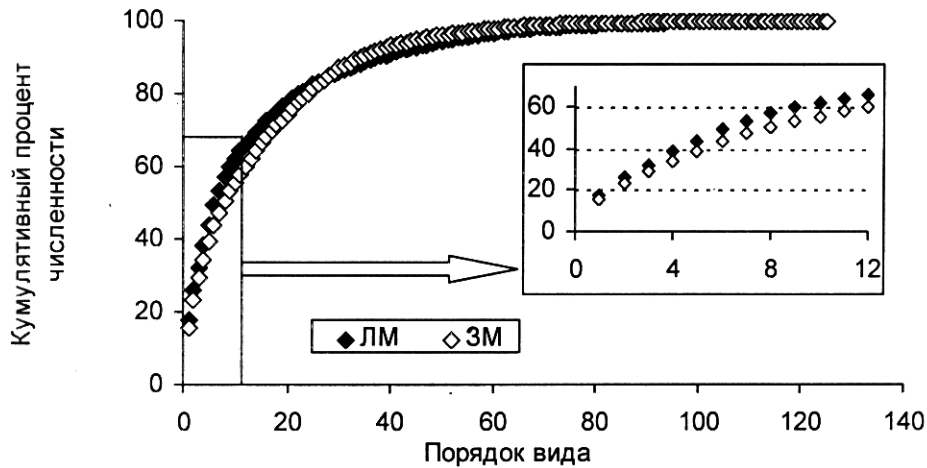


Рис. 2 Кривые доминирования-разнообразия копепод (на основе данных по численности самок*) в слое 0 – 200 м в Аравийском море в периоды летнего (ЛМ) и зимнего (ЗМ) муссонов 1995 г.

Fig. 2. Curves of copepod predominance-diversity (based on values of female numbers*) in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest (SW) and Northeast (NE) Monsoon seasons of 1995

* Использование величин численности самок представляется корректным способом анализа характера доминирования видов, т.к. младшие копеподитные стадии некоторых видов были определены лишь до уровня рода, и поэтому не могли быть учтены при подсчете всех особей данных видов.

* For some species, young copepodids were identified to the genus level only and, consequently, their numbers were not added to the corresponding species abundance estimates. Hence, using values of female numbers is the most adequate way to analyze the character of species' dominance.

Ведущее значение по вкладу в общую численность и биомассу копепод в оба сезона имели представители отряда Calanoida (табл. 1). Самыми массовыми по численности были Paracalanidae, представленные в проанализированном материале *Acrocalanus gibber*, *A. gracilis*, *A. longicornis*, *A. monachus*, *Calocalanus pavo*, *C. pavoninus*, *C. plumulosus*, *Delius nudus*, *Paracalanus aculeatus*, *P. denudatus*, *P. indicus*, *P. parvus*, *P. tropicus*, *Parvocalanus crassirostris*, *P. elegans*. Перечисленные виды являются типичными обитателями эпипелагиали [25]. Большинство остальных видов Calanoida, идентифицированных в данной работе, также являются эпипелагическими и эпи-мезопела-

гическими организмами. Мезо-батипелагические виды, такие как *Pleuromamma xiphias*, *Euaugaptilus palumbii*, *Haloptilus spiniceps*, *Heterostylites longicornis*, встречались очень редко и в малом количестве. Суммарная доля численности таких потенциальных мигрантов из мезопелагиали, как *Pleuromamma abdominalis*, *P. hipxias*, *P. indica* и *P. piseki*, изменялась в пределах 0.6 – 5.3 и 0.4 – 4.9 % в летний и зимний периоды, составляя в среднем 2.1 ($\sigma = 1.4$) и 2.5 ($\sigma = 1.5$) %, соответственно. Достоверных различий между средними значениями вклада видов рода *Pleuromamma* в общую численность копепод в ночных пробах и пробах, собранных в другое время суток, не выявлено.

Табл. 1. Средние значения абсолютной и относительной численности и биомассы отрядов копепод в слое 0 – 200 м в Аравийском море в периоды летнего (ЛМ) и зимнего (ЗМ) муссонов 1995 г.

Table 1. Average values of absolute and relative number and biomass of copepod orders in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest (SW) and Northeast (NE) Monsoon seasons of 1995

Отряд	Численность, экз./м ³		Биомасса, мг/м ³		Вклад в общую численность, %		Вклад в общую биомассу, %	
	ЛМ	ЗМ	ЛМ	ЗМ	ЛМ	ЗМ	ЛМ	ЗМ
Calanoida	797	575	12.62	5.80	55	53.3	83.3	68.6
Cyclopoida	184	134	0.54	0.63	12.7	12.5	3.6	7.5
Haracticoida	27	23	0.08	0.11	1.9	2.1	0.5	1.3
Mormonilloida	10	6	0.05	0.04	0.7	0.6	0.3	0.5
Poecilostomatoida	432	340	1.86	1.87	29.8	31.5	12.3	22.1

Табл. 2. Средние значения абсолютной и относительной численности семейств массовых копепод в слое 0 – 200 м в Аравийском море в периоды летнего (ЛМ) и зимнего (ЗМ) муссонов 1995 г.

Table 2. Average values of absolute and relative number of the most abundant copepod families in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest (SW) and Northeast (NE) Monsoon seasons of 1995

Семейство (отряд)	Кол-во видов**	Численность, экз./м ³		Биомасса, мг/м ³		Вклад в общую численность, %		Вклад в общую биомассу, %	
		ЛМ	ЗМ	ЛМ	ЗМ	ЛМ	ЗМ	ЛМ	ЗМ
Calanidae (Calanoida)	8	68	28	3.14	0.56	4.6	2.6	18.4	6.2
Clausocalanidae (Calanoida)	5	54	99	0.27	0.46	3.9	10.1	1.9	6.4
Corycaeidae (Poecilostomatoida)	13	40	46	0.22	0.19	3.7	4.0	1.8	2.6
Eucalanidae (Calanoida)	10	35	24	3.99	1.46	2.7	1.4	23.3	14.2
Oithonidae (Cyclopoida)	7	184	134	0.54	0.63	11.2	13.5	3.9	8.5
Oncaeidae (Poecilostomatoida)	8	388	291	1.03	0.76	27.4	23.3	7.1	7.9
Paracalanidae (Calanoida)	15	432	237	1.49	0.69	29.1	23.1	10.2	8.2
Итого	73	1249	912	12.94	6.35	86.8	83.4	84.8	73.3

** Количество видов данного семейства, идентифицированных в настоящей работе

** Quantity of species in the indicated family that were identified in the present work

Весомый вклад в общую численность и биомассу имели также эпи-мезопелагические копеподы семейств Oncaeidae (Poecilostomatoida) (табл. 1), включающие виды *Oncaea clevei*, *O. conifera*, *O. dentipes*, *O. mediterranea*, *O. minuta*, *O. subtilis*, *O. venusta*, *O. venusta var. venella*, *Oncaea* spp., и Oithonidae (Cyclopoida), представленные видами *Oithona decipiens*, *O. fallax*, *O. nana*, *O. plumifera*, *O. robusta*, *O. setigera*, *O. tenuis* и *Oithona* spp.

Доминирующие по численности на уровне семейств Paracalanidae, Oncaeidae и Oithonidae (табл. 2) являются мелкими копеподами со средними размерами менее 1 мм. Поэтому, хотя их совместная доля в общей чис-

ленности составляла 67.7 и 59.9 % летом и зимой, суммарный вклад этих семейств в общую биомассу был относительно невысок – 21.2 и 24.6 % летом и зимой, соответственно. Основной вклад в биомассу вносили крупные каляноидные копеподы семейств Eucalanidae (*Eucalanus elongatus*, *Pareucalanus attenuatus*, *P. sewelli*, *Rhincalanus nasutus*, *R. rostrifrons*, *Subeucalanus crassus*, *S. mucronatus*, *S. pileatus*, *S. subcrassus*, *S. subtenuis*), Calanidae (*Calanoides carinatus*, *Canthocalanus pauper*, *Cosmocalanus darwini*, *Mesocalanus tenuicornis*, *Nannocalanus minor*, *Neocalanus gracilis*, *N. robustior*, *Undinula vulgaris*) и Euchaetidae

(*Euchaeta indica*, *E. plana*, *E. rimana*, *E. tenuis*) (табл. 2).

Для некоторых семейств отмечены существенные различия между сезонами по вкладу в общую численность (табл. 2), свидетельствующие об изменении видовой структуры копепод от летнего к зимнему сезону. Доля семейств Calanidae и Eucalanidae в общей численности в период зимнего сезона уменьшилась примерно вдвое, Clausocalanidae – возросла почти втрое. Уменьшение в зимний период доли Calanidae объясняется, главным образом,

резким уменьшением численности видов этого семейства из-за почти полного отсутствия в пробах зимнего сезона вида *Calanoides carinatus*. Этот вид был отмечен только у побережья Аравии (табл. 3). В период летнего муссона его средний вклад в численность Calanidae в этом районе составлял 49.1 %, а в зимний период – лишь 0.4 %. Ни у одного из других видов копепод, определенных в данном материале, не выявлено столь ярко выраженных пространственно-временных изменений численности в исследованном слое.

Табл. 3. Показатели численности *Calanoides carinatus* в слое 200 – 0 м в Аравийском море в периоды летнего и зимнего муссонов 1995 г.

Table 3. Absolute and relative numbers of *Calanoides carinatus* in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest and Northeast Monsoon seasons of 1995

Станции	Период летнего муссона			Период зимнего муссона		
	Численность в слое под м ² , экз.	Вклад в общую численность Calanoida, %	Вклад в общую численность Copepoda, %	Численность в слое под м ² , экз.	Вклад в общую численность Calanoida, %	Вклад в общую численность Copepoda, %
N1	-	-	-	48	0.5	0.01
N2	6984	36.4	2.4	0	0	0
N3	948	5.7	0.2	-	-	-
N4	0	0	0	33	0.4	0.02
N5	0	0	0	-	-	-
N6	0	0	0	0	0	0
N9	-	-	-	0	0	0
N11	0	0	0	0	0	0
S13	0	0	0	0	0	0
S9	0	0	0	0	0	0
S3	20385	74.4	7.8	0	0	0
E27	-	-	-	0	0	0
E28	27036	80.6	3.2	-	-	-
E29	9827	53.7	2.3	-	-	-
E30	8501	29.4	1.4	-	-	-
E31	7900	63.6	1.9	-	-	-

Пространственно-временное распределение численности видов семейств Eucalanidae и Clausocalanidae имеет более сложный характер и является предметом отдельного исследования.

В табл. 4 представлены массовые виды и группы видов, определенные по критерию величины их среднего вклада в общую численность не менее 3% в период хотя бы одного

из муссонов (на основе численности самок). Жирным шрифтом выделены значения, соответствующие выбранному критерию.

Относительная численность массовых видов изменялась в широких пределах – от нулевых значений до десяти и более процентов (табл. 4). По усредненным для каждого сезона данным, самый большой вклад в общую численность (18.2 и 14.1 % летом и зимой, соот-

ветственно) обусловлен группой видов *Oncaea* spp., объединяющей в себе 3 – 5 видов. Среди таксономических единиц, определенных до видового уровня, в пределах родов *Paracalanus*, *Oithona* и *Oncaea*, в среднем, летом преобладали виды *P. aculeatus*, *O. nana*, *O. venusta*, а зимой – *P. denudatus*, *O. plumifera*, *O.*

minuta. Встречаемость 100 % (во всех пробах в периоды обоих муссонов) отмечена для *Paracalanus aculeatus*, *Oithona plumifera*, *Nannocalanus minor* и *O. setigera*. Из них первые два были весьма обильны, а два последних присутствовали в пробах в малых количествах.

Табл. 4. Средние значения показателей численности массовых видов и групп видов копепоид (по численности самок*, см. пояснения к рис. 2) в слое 0 – 200 м в Аравийском море в периоды летнего и зимнего муссонов 1995 г.

Table 4. Average numbers of the most abundant copepod species and species groups (based on number of females*, see explanations in fig.2) in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest and Northeast Monsoon seasons of 1995

Вид	Период летнего муссона			Период зимнего муссона		
	Средний вклад в общую численность самок, %	Станд. отклонение, σ	Диапазон значений доли численности, %	Средний вклад в общую численность самок, %	Станд. отклонение, σ	Диапазон значений доли численности, %
<i>Calocalanus</i> spp.	1.6	2.0	0.0-6.4	4.9	3.6	0.9-12.0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	1.9	2.0	0.0-6.4	5.6	4.4	0.5-13.9
<i>Oithona nana</i>	3.3	3.9	0.0-13.4	0.9	1.1	0.0-3.3
<i>O. plumifera</i>	2.9	3.4	0.2-12.7	6.6	3.1	2.9-14.2
<i>Oithona</i> spp.	0.7	1.2	0.0-3.6	3.4	3.4	0.0-9.3
<i>Oncaea minuta</i>	1.7	1.3	0.0-4.1	4	4.5	0.0-15.2
<i>O. venusta</i>	3.5	4.1	0.0-14.4	2.1	3.1	0.2-5.6
<i>O. venusta v. venella</i>	4.8	3.0	0.0-8.4	4.2	2.4	0.3-8.5
<i>Oncaea</i> spp.	18.2	7.2	6.4-32.1	14.1	7.3	4.0-24.8
<i>Paracalanus aculeatus</i>	8.5	7.1	0.8-23.3	2.1	3.1	0.0-10.2
<i>P. denudatus</i>	7.3	5.3	0.0-18.4	9.6	5.2	1.3-17.7
<i>P. tropicus</i>	5.1	3.8	0.0-10.3	2.2	1.9	0.0-6.1

Анализ сходства-различия таксономической структуры копепоид методом выделения кластеров на основе данных по численности видов (рис. 3) показал, что уровни сходства, при которых начинается попарное объединение проб (около 70 % для обоих сезонов) немалого выше уровней сходства, при которых мелкие кластеры сливаются в крупные (около 60 %). Финальное объединение всех проб происходит при уровне сходства, близком к 50 %. Относительно небольшие различия между уровнями первичных и финальных объединений (20 %) свидетельствуют о том, что сообщества зоопланктона, представляемые выявленными группами проб, на уровне таксоно-

мической структуры копепоид довольно сходны между собой, и что таксономический состав копепоид эпипелагиали Аравийского моря, в целом, весьма однороден.

Однако в летний период пробы из района подъема вод имели между собой больше сходства, чем со всеми остальными пробами (рис.3, А, I), что свидетельствует о формировании летом в зоне подъема вод сообщества копепоид, отличного по таксономической структуре от сообществ других районов моря. В значительной мере особенность сообщества апвеллинга обусловлена довольно высокой численностью вида *Calanoides carinatus* (табл. 3), который не был отмечен в большинстве

других районов, а также более высоким вкладом в общую численность видов *Acartia negligens*, *Pseudodiaptomus* spp., *Rhincalanus nasutus*, *R. rostrifrons*. Кластер II (рис. 3, А), в свою очередь, распадается на две группы: станций, расположенных в северной части моря (III), и станций восточного и центрального районов моря (IY), из чего следует, что представляемые этими группами проб сообщества зоопланктона имеют различия по видовому составу. Эти различия выражены, главным образом, в том, что среди массовых видов рода *Oithona* в северном регионе (ст. N2 – N4) отмечена лишь *O. nana*, в то время как в восточном и центральном районах (ст. N6, N9, S9, S13) массовыми были *O. plumifera* *O. setigera*.

Восточный и центральный районы отличались также гораздо большей долей численности видов рода *Clausocalanus*. Такие виды, как *P. aculeatus*, *P. denudatus*, *O. venusta* v. *venella*, были довольно многочисленными на всей исследованной акватории. Среди всех проб периода летнего муссона наименьшим сходством со всеми остальными выделяется проба со станции N5 (рис. 3, А). От других проб ее отличают также минимальные значения общей численности и биомассы (табл. 4). На ст. N5 отмечена самая высокая относительная численность видов семейства *Coercycaidae* – 12.3 %, при изменчивости этого показателя в пробах всех остальных станций летнего периода от 0.8 до 6.5 %.

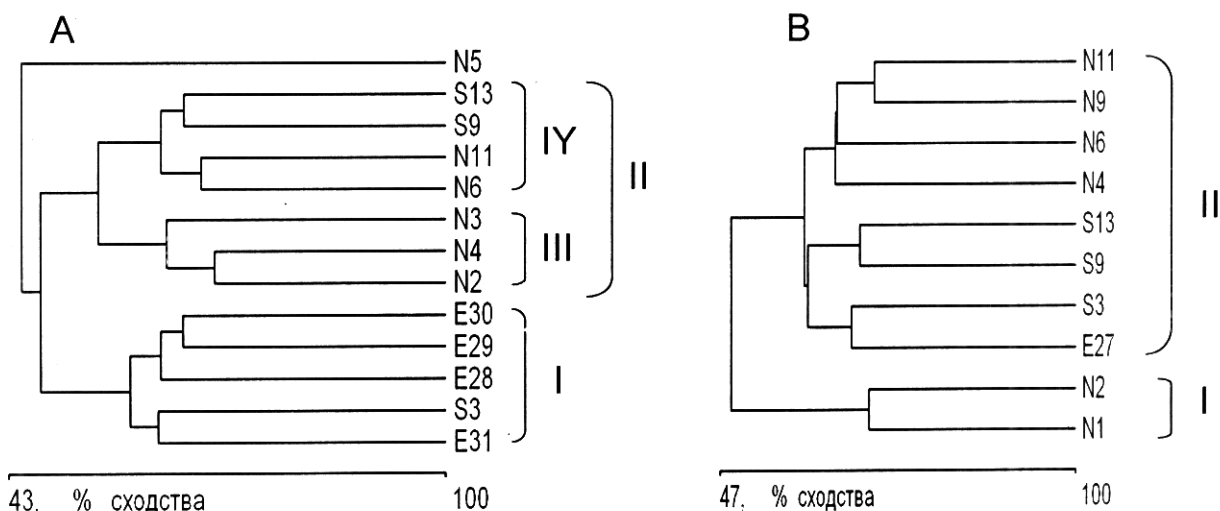


Рис. 3. Дендрограммы – результат иерархической кластеризации (с использованием метода усреднения по группам) станций (проб) по численности видов копепод в слое 0 – 200 м в Аравийском море в период летнего (А) и зимнего (В) муссонов 1995 г.

Fig. 3. Dendrograms for the hierarchical clustering of the stations (samples), based on copepod numbers in the 0 – 200 m layer in the Arabian Sea during the Southwest (A) and Northeast (B) Monsoon seasons of 1995, using group-average linking of Bray-Curtis similarities calculated on $\sqrt{}$ -transformed data.

Пробы периода зимнего муссона (рис. 3, В) разделяются на два основных кластера таким образом, что один (I) представлен пробами со станций северного региона N1 и N2, а другой (II) – всеми остальными. Различие между входящими в состав кластера II (рис. 3, В)

мелкими группами не выражено. Особенностью таксономического состава копепод северной области в период зимнего муссона было присутствие в заметном количестве (4 – 11 экз./м³) *Temora turbinata* и *Pseudodiaptomus serricaudatus*, которые не были отмечены в

других районах, и гораздо бóльшая численность видов *Acrocalanus longicornis* и *Acartia amboinensis*.

Общая численность копепод в слое 0 – 200 м достигала наибольших значений в северной (ст. N1 – N4) и северо-западной (ст. E27 – E31, S3) областях Аравийского моря в течение обоих периодов наблюдений. В восточном и центральном регионах моря (ст. N5 – N11, S9, S13) величины общей численности были существенно ниже (табл. 5). Абсолютная максимальная численность (3.8 тыс. экз./м³) отмечена в летний период в зоне апвеллинга на станции E28. Во время зимнего муссона наибольшие для исследуемого региона показатели

общей численности копепод зарегистрированы в северной части моря, на станциях N1 и N2 (3.0 и 1.6 тыс. экз./м³, соответственно).

Характер пространственного распределения величин общей биомассы копепод, в целом, соответствовал характеру распределения численности – высокие значения в северо-западной области и низкие в центрально-восточной – в периоды обоих муссонов, с абсолютным максимальным значением в области апвеллинга (30.7 мг/м³, ст. E28) в период летнего муссона, и самыми высокими для зимнего периода величинами биомассы на станциях N1 и N2 (18.5 и 10.2 мг/м³, соответственно) (табл. 5).

Табл. 5. Общая численность и биомасса копепод (включая Copepoda nauplii) в слое 0 – 200 м в Аравийском море в период летнего (ЛМ) и зимнего (ЗМ) муссонов 1995 г.

Table 5. Total number and biomass of copepods (including Copepoda nauplii) in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest (ЛМ) and Northeast (ЗМ) Monsoon seasons of 1995

Станции	Численность (экз./м ³)			Биомасса (мг/м ³)		
	ЛМ	ЗМ	ЛМ/ЗМ	ЛМ	ЗМ	ЛМ/ЗМ
N1	-	3043		-	18.54	
N2	1470	1647	0.89	14.20	10.25	1.38
N3	2247	-		23.26	-	
N4	1202	1020	1.18	14.29	8.93	1.60
N5	371	-		3.63	-	
N6	702	922	0.76	5.65	8.16	0.69
N9	-	572		-	6.44	
N11	485	464	1.05	5.95	3.15	1.89
S13	486	625	0.78	6.41	2.79	2.30
S9	675	934	0.72	8.72	8.70	1.00
S3	1286	895	1.44	17.85	9.88	1.81
E27	-	1160		-	8.28	
E28	3768	-		30.70	-	
E29	2036	-		21.94	-	
E30	2957	-		28.63	-	
E31	1669	-		16.39	-	
Сред. знач.	1489	1128		15.20	8.51	
Станд. откл. (σ)	1038	752		8.99	4.37	

При попарном сравнении показателей обилия на станциях, где пробы собраны в периоды обоих муссонов (ст. N2, N4, N6, N11, S3, S9, S13), выявлено, что лишь на станции в области апвеллинга S3 численность летом была заметно выше (в 1.4 раза), чем зимой, а на

остальных – почти не менялась, или была выше в зимний период.

Биомасса копепод на большинстве из станций, для которых имеются данные по обоим сезонам, в период летнего муссона была выше, чем зимой (табл. 5).

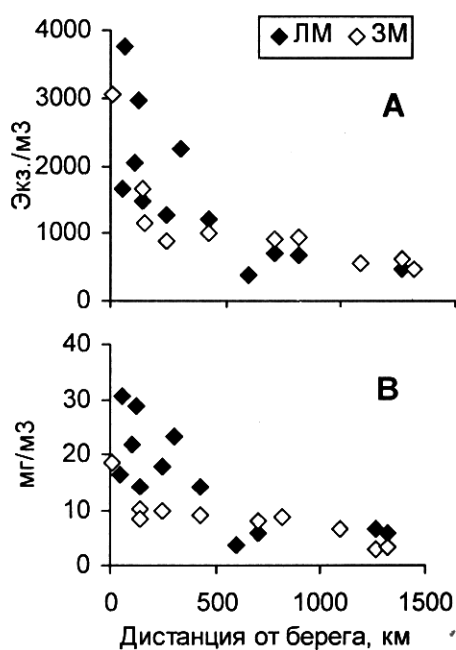


Рис. 4. Распределение общей численности (А) и биомассы (В) копепод в слое 0 – 200 м в Аравийском море в периоды летнего (ЛМ) и зимнего (ЗМ) муссонов 1995 г.

Fig. 4. Distribution of copepod total number (A) and biomass (B) in the layer 0 – 200 m in the Arabian Sea during the Southwest (SW) and Northeast (NE) monsoon seasons of 1995

Наибольшая степень пространственного изменения величин численности и биомассы копепод отмечена в прилегающей к побережью Аравийского п-ова акватории в период летнего муссона (рис. 4).

Обсуждение. Известно, что в поверхностном планктоне Аравийского моря преобладают копеподы сем. Paracalanidae, Oithonidae и Oncaeidae [2, 12, 20, 22, 26]. Однако представители перечисленных семейств обсуждаются, в лучшем случае, на уровне рода. Это, как правило, очень мелкие копеподы (средняя длина тела менее 100 мкм), которые в большой степени недолавливаются планктонными сетями с размером ячеек более 150 мкм, используемыми в большинстве исследований [13]. Поэтому роль отдельных видов этих семейств в таксоценозе копепод Аравийского моря пока слабо изучена, хотя их численность может достигать

очень высоких значений [13]. Полученные нами результаты подтверждают имеющиеся в литературе сведения о доминировании в эпипелагиали Аравийского моря указанных семейств и позволяют конкретизировать такие массовые виды как *Paracalanus aculeatus*, *P. denudatus*, *P. tropicus*, *Oithona plumifera*, *O. nana*, *Oncaea minuta*, *O. venusta*, *O. venusta* var. *venella* (табл. 4). Эти виды, а также группы видов *Oithona* spp. и *Oncaea* spp., составляли около 60 % общей численности копепод в исследованном районе. Около половины из 150 выявленных нами видов определяли собой почти всю численность, остальные были очень редкими и малочисленными. Видов, которых можно было бы охарактеризовать, как явных доминантов, не выявлено, – различие между величинами долей численности массовых видов невелико (табл. 4). При этом следует отметить, что самым многочисленным был *P. denudatus*. Широкий диапазон величин относительной численности массовых видов на исследуемой акватории – от нулевых значений до десяти и более процентов (табл. 4) – свидетельствует о пространственной, а различия средних величин долей численности видов доминирующего комплекса между сезонами – о временной изменчивости видовой структуры копепод.

Полученные высокие и слабо меняющиеся в пространственном отношении величины индекса Шеннона H' и индекса выравненности Пиелу J' , свидетельствуют о высоком видовом разнообразии и низкой степени доминирования видов копепод на всей исследованной акватории. Заслуживает внимания тот факт, что не отмечено пространственных изменений показателей разнообразия, хотя зонам апвеллингов свойственно низкое видовое разнообразие [24]. Однако выявленное сезонное различие значений H' в северо-западной части моря (в период летнего муссона среднее значение H' достоверно ниже) согласуется с явлением существования апвеллинга в этом районе летом и отсутствия его зимой (вынос

глубинных вод к поверхности прекращается к концу сентября [29]).

Результаты анализа сходства-различия таксономической структуры копепод методом выделения кластеров на основе данных по численности видов (рис. 3) позволили сделать вывод о том, что летом в зоне подъема вод формируется сообщество копепод, отличное по таксономической структуре от сообществ других районов моря (рис. 3, А). В летний период в таксоценозе копепод северо-западной части моря важную роль играет *Calanoides carinatus*, распространение которого в Аравийском море ограничено областью апвеллинга [24, 26, 27]. Во время летнего муссона 1995 г. в районе подъема вод (ст. E28 – E31, S3) *C. carinatus* был одним из массовых видов, достигая 100 экз./м³ (7.8 % от общей численности копепод) (табл. 3). Кроме района апвеллинга, этот вид был отмечен летом на станциях северного разреза N2 и N3 (2.4 и 0.16 % от общей численности, соответственно). Присутствие его в районе, весьма удаленном от зоны подъема вод, обусловлено переносом от побережья Аравии течением в системе антициклонического круговорота. В период зимнего муссона 1995 г. *C. carinatus* был отмечен только на станциях N1 и N4, и в очень малом количестве – 0.01 и 0.02 % от общей численности, соответственно. Стратегия существования видов копепод, приуроченных к области апвеллинга такова, что они, будучи вынесены с подъемом вод на поверхность, активно мигрируют из верхнего слоя, переносимого течением в направлении от берега, в более глубокие слои, где подхватываются подповерхностными и глубинными течениями, направленными к берегу. Так поддерживается численность популяции [24]. Средняя скорость Западно-Аравийского течения в летний период – около 0.3 м/с в слое 0 – 100 м [8, 15]. При таком мощном течении неизбежен вынос части популяции *C. carinatus* из зоны подъема вод в северный район моря, и этим объясняется до-

вольно высокая численность данного вида на станциях N2 и N3 летом (табл. 3). В период зимнего муссона, при смене доминирующего направления ветра и потока поверхностных вод, в северном регионе моря были зафиксированы лишь следовые количества *C. carinatus*. В районе апвеллинга в летний период отмечен более высокий, по сравнению с другими акваториями, вклад в общую численность и биомассу глубоководного вида *Rhincalanus nasutus*, очевидно, выносимого в поверхностные слои в результате подъема вод. Зимой его численность в северо-западной части моря была на порядок меньше, чем летом.

В период зимнего муссона пробы из района, где летом существует апвеллинг (ст. E27, S3) демонстрируют гораздо больше сходства со всеми остальными пробами, чем в период летнего муссона (рис. 3, В). Присутствие в северной области в период зимнего муссона большего количества и большей численности неритических видов (*T. turbinata* и *P. serricaudatus*, *A. amboinensis*), может быть объяснено влиянием фауны Оманского залива, которое усиливается зимой в результате вовлечения вод залива в систему циклонического круговорота.

Особенностью вертикального распределения зоопланктона в Аравийском море является резкое уменьшение его количества глубже 100 – 200 м, и затем возрастание численности в слое 500 – 1000 м [1, 16, 23]. Такой характер распределения в значительной мере обусловлен существованием в этом регионе мощного слоя минимума кислорода, где его количество во всем диапазоне глубин от 50 – 100 до 1000 – 1250 м довольно постоянно держится на уровне ниже 1 мл/л [1, 23]. Область резкого подповерхностного градиента между водами с нормальным содержанием кислорода и слоем его минимума представляет собой для многих организмов непреодолимую преграду [23]. Однако для *Pleuromamma indica* показано, что, совершая суточные вертикальные миграции, этот вид в темное время суток может под-

ниматься из глубины 500 м в слой 0 – 25 м [7]. Увеличения вклада *P. indica* и других видов рода *Pleuromamma* в общую численность копепод в ночных пробах, по сравнению с пробами, собранными в другое время суток, нами не отмечено. Таким образом, если суточные вертикальные миграции видов *Pleuromamma* в исследуемом районе и имели место, то в пределах слоя 200 – 0 м их влияния на колебания общей численности копепод не отмечено.

Выявленный в ходе настоящего исследования характер пространственного распределения общей численности и биомассы копепод в эпипелагиали Аравийского моря, а именно, высокие значения этих показателей в северо-западной части и более низкие величины в центральной и юго-восточной областях (табл. 5, рис. 4), согласуется с литературными данными о распределении биомассы сетного зоопланктона [3, 30, 31, 33] и численности копепод [6, 17]. Высокие показатели численности и биомассы в северо-западной части моря обусловлены апвеллингом и притоком вод повышенной трофности из Оманского залива. На станциях центрального района моря, который относят к олиготрофным и переходным к мезотрофным водам [4, 9, 31], показатели численности и биомассы были закономерно ниже, чем у берегов Аравийского п-ва. Существенных изменений показателей обилия копепод между сезонами, по имеющимся материалам, не выявлено (табл. 5, попарное сравнение на станциях, где пробы собирались в периоды обоих муссонов). Однако, вероятно, предмет сезонных изменений численности и биомассы копепод требует дальнейшего изучения с привлечением большего количества данных.

Таким образом, особенности гидрологических условий в северо-западной части Аравийского моря – летний апвеллинг, вдольбереговое течение, поступление вод из Оманского залива – обуславливали особенности таксономической структуры и количественных показателей копепод в этом регионе. В цен-

тральной части моря, где эффект действия муссонных ветров минимален, не наблюдалось выраженных пространственно-временных различий видовой структуры и показателей обилия копепод.

Выводы. 1. Основная роль в формировании сообщества копепод эпипелагиали Аравийского моря в периоды летнего и зимнего муссонов 1995 г. принадлежала преобладающим по численности видам семейств Paracalanidae, Oncaidae, Oithonidae, и вносящим значительный вклад в биомассу видам семейств Calanidae и Eucalanidae. Наиболее массовыми, при низкой степени доминирования, в периоды обоих муссонов были виды родов *Paracalanus*, *Oithona*, *Oncaea*. **2.** Видовое разнообразие копепод было высоким на всей исследованной акватории в периоды обоих сезонов, различий в пространственном распределении показателей разнообразия не обнаружено. **3.** Таксономическая структура копепод эпипелагиали Аравийского моря подвержена пространственно-временным изменениям, которые в наибольшей степени проявлялись в северо-западной части моря. В период летнего муссона сообщество копепод северо-западной части моря отличалось довольно высокой численностью холодноводного вида *Calanoides carinatus*, распространение которого в Аравийском море связано с временем и районом апвеллинга. В зимний период в северном регионе зарегистрированы более высокие, по сравнению с другими акваториями, численность и разнообразие неритических видов, вероятно, приносимых водами Оманского залива в системе зимнего циклонического круговорота. **4.** В целом, на изучаемой акватории Аравийского моря в исследованном слое 0 – 200 м в периоды обоих муссонов более высокие значения показателей общей численности и биомассы копепод выявлены в северо-западной части, более низкие – в центральной и юго-восточной областях моря. Наибольшие абсолютные величины численности и биомассы отмечены в пе-

риод летнего сезона в зоне Аравийского апвеллинга. Выявленный характер пространственного распределения показателей обилия соответствует трофическому статусу вод Аравийского моря.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта US NSF № OCE-9310599. Авторы выражают искреннюю благодар-

ность П. Лэйну (P. Lane, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami) за помощь в сборе проб и подготовке их к анализу, Д. А. Алтухову за помощь в компьютеризации данных, И. Е. Драпун, М.А. Сабуровой и рецензентам за ценные замечания в процессе подготовки рукописи к печати.

1. *Виноградов М. Е. Воронина Н. М.* Влияние дефицита кислорода на распределение глубоководного планктона северной части Индийского океана // *Океанология*. – 1961 – Вып. 2, № 4. – С. 670 – 678.
2. *Гапшико А. И.* Распределение и количественное развитие зоопланктона северо-западной части Индийского океана: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Одесса. – 1977. – 26 с.
3. *Дубинец Г. А., Химица В. А., Савич М. С.* и др. Аравийское море // *Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Индийского океана* / Ред. Парин Н. В., Новиков Н. П. – М. Наука, 1989. – С. 339 - 363.
4. *Кузьменко Л. В.* Первичная продукция на поверхности центральных вод Аравийского моря в период зимнего и летнего муссонов // *Комплексные океанологические исследования Индийского океана*. – Севастополь, 1981. – С. 108 -114.
5. *Морякова В. К.* Распределение численности и биомассы зоопланктона в водах Аравийского моря в период летнего муссона // *Биол. моря*. – 1970. – № 21. – С. 176 - 189.
6. *Морякова В. К.* Состав и количественное распределение зоопланктона в Аравийском море в период летнего муссона // *Биол. моря*. – 1971. – № 24. – С. – 141 - 152.
7. *Наумов А. Т., Пономарева Л. А.* Вертикальное распределение и суточные миграции основных представителей зоопланктона в северной части Индийского океана // *Тр. ИОАНН*. – 1964. – Вып. 64. – С. 271 - 287.
8. *Нейман В. Г., Бурков В. А.* Крупномасштабная циркуляция вод Индийского океана // *Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Индийского океана* / Ред. Парин Н. В., Новиков Н. П. – М. Наука, 1989. – С. 20 - 66.
9. *Самышев Э. З.* Закономерности развития зоопланктона в открытых водах Аравийского моря // *Комплексные океанологические исследования Индийского океана*. – Севастополь, 1981. – С. 124 - 132.
10. *Тюлева Л. С.* Зоопланктон восточной части Аравийского моря: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.18. – Севастополь, 1985. – 24 с.
11. *Achuthankutty C. T., Nair S. R., Nair V. R., et al.* Microdistribution of zooplankton in the neustonic realm of the eastern Arabian Sea during southwest monsoon // *Oceanography of the Indian Ocean* / Ed. Desai. – Mohan Primlani for Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Dehli. – 1992. – P. 177 - 190.
12. *Achuthankutty C. T., Ramaiah N., Padmavati G.* Zooplankton variability and copepod assemblage in the coastal and estuarine waters of Goa along the central-west coast of India // *IOC Workshop Report № 142*. – Proc. 2nd Int. Conf., Final report of SCOR/IOC working group 93 "Pelagic biogeography", Noordwijkerhout, the Netherlands, July 9-4, 1995 / Eds. Pierrot-Bults A.C., van der Spoel S. – Paris, 1998. – P. 1 - 11.
13. *Bottger-Schnack R.* Vertical structure of small metazoan plankton, especially non-calanoid copepods. Deep Arabian Sea // *J. Plankton Res.* – 1996. – **18**, №7. – P. 1073 - 1101.
14. *Flagg C., Smith S.* On the use of the acoustic Doppler current profiler to measure zooplankton abundance // *Deep-Sea Res.* – 1989. – **36**, № 3. – P. 455 - 474.
15. *Flagg C. N., Kim H.-S.* Upper ocean currents in the Northern Arabian Sea from shipboard ADCP measurements collected during the 1994-1999 U.S. JGOFS and ONR programs // *Deep-Sea Res.* – 1998. – **45**, №10 - 11. – P. 1918 - 1960.
16. *Herring P. J., Hargreaves P. M.* The vertical distribution of biomass in the Arabian Sea near Oman (19°N, 59°E) during the Southwest Monsoon, and its relation to the oxygen minimum // *IOC Workshop Report № 142*. – Proceed. 2nd Int. Conf., Final report of SCOR/IOC working group 93 "Pelagic biogeography", Noordwijkerhout, the Netherlands, July 9-4, 1995 / Eds. Pierrot-Bults A.C., van der Spoel S. – Paris, 1998. – P. 171 - 175.

17. *Kasturirangan L. R., Saraswathy M., Gopalakrishnan T. C.* Distribution of Copepoda in the Indian Ocean / The Biology of the Indian Ocean / B. Zeitschel, ed. – 1973. – P. 331-333.
18. *Kim H.-S., Flagg C. N., Howden S. D.* Northern Arabian Sea variability from TOPEX/Poseidon altimetry data: an extension of the U.S. JGOFS/ONR shipboard ADCP study // Deep-Sea Res. – 2001. – 48, II, № 6 - 7. – P. 1069 - 1096.
19. *Lane P., Smith S., Zaragoza J., Prusova I., Roman M.* United States Global Ocean Flux Study (U.S. JGOFS) Technical Report: Copepod taxonomy, abundance and biomass in the upper 300 meters of the Arabian Sea during Southwest Monsoon (August/September) of 1995 // RSMAS Technical Report № 98-007. – Miami, 1998. – 409 p.
20. *Madhupratap M., Haridas P.* Zooplankton, especially calanoid copepods, in the upper 1000 m of the south east Arabian Sea // J. Plankt. Res. – 1990. – 12, № 2. – P. 305 – 321.
21. *Madhupratap M., Haridas P., Ramaiah N., Achuthankutty C. T.* Zooplankton of the southwest coast of India: abundance, composition, temporal and spatial variability in 1987 // Oceanography of the Indian Ocean / Ed. Desai. – Mohan Primplani for Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Dehli. – 1992. – P. 99 - 112.
22. *Madhupratap M., Gopalakrishnan T. C., Haridas P., Nair K. K. C.* Mesozooplankton biomass, composition and distribution in the Arabian Sea during the Fall Intermonsoon: implications of oxygen gradients // Deep-Sea Res. – 2001. – 48, № 6 - 7. – P. 1345 - 1368.
23. *Morrison J. M., Codispoti L. A., Smith S. L., et al.* The oxygen minimum zone in the Arabian Sea during 1995 // Deep Sea Res. – 1999. – 46, № 8 - 10. – P. 1903 - 1931.
24. *Peterson W.* Life cycle strategies of copepods in coastal upwelling zones // J. Mar. Syst. – 1998. – 15. – P. 313 - 326.
25. *Razouls C., de Bovee F.* Copepodes planctoniques marins: Biodiversite, distribution, biometrie // <http://copepodes.obs-banyuls.fr/Webcd/RAZOULS1.htm>
26. *Smith S.* The northwestern Indian Ocean during the monsoons of 1979: distribution, abundance, and feeding of zooplankton // Deep Sea Res. – 1982. – 29, № 11A. – P. 1331 - 1353.
27. *Smith S.* Biological indicators of active upwelling in the Northwestern Indian Ocean in 1964 and 1979, and a comparison with Peru and Northwestern Africa // Deep-Sea Res. – 1984. – 31. – P. 951 - 967.
28. *Smith S.* The Arabian Sea: mesozooplankton response to seasonal climate in a tropical ocean // ICES J. Mar. Sci. – 1995. – 52. – P. 427 - 438.
29. *Smith, S. L., Codispoti L. A., Morrison J. M., Barber R. T.* The 1994 - 1996 Arabian Sea Expedition: an integrated, interdisciplinary investigation of the response of the northwestern Indian Ocean to monsoonal forcing // Deep Sea Res. – 1998. – 45, № 10 - 11. – P. 1905 - 1915.
30. *Smith S. L., Roman M., Prusova I., Wishner K., et al. C.* Seasonal response of zooplankton to monsoonal reversals in the Arabian Sea // Deep-Sea Res. – 1998. – 45. – P. 2369 - 2403.
31. *Stelfox C. E., Burkill P. H., Edwards E. S., Harris R. P., Sleigh M. A.* The structure of zooplankton communities, in the 2 to 2000 μm size range, in the Arabian Sea during and after the SW monsoon, 1994 // Deep-Sea Res. – 1999. – 46. – P. 815 - 842.
32. *Stephen R.* Copepod composition along southwest and southeast coasts of India / Oceanography of the Indian Ocean / Ed. Desai. – Mohan Primplani for Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Dehli. – 1992. – P. 121 - 128.
33. *Wishner K., Gowing M., Gelfman C.* Zooplankton biomass in the upper 1000 m in the Arabian Sea: overall seasonal and geographic patterns, and relationship to oxygen gradients // Deep-Sea Res. – 1998. – 45, № 10 - 11 – P. 2405 - 2432.

Поступила 19 мая 2005 г.

Таксономічний склад, чисельність і біомаса копепод в епіпелагіалі Аравійського моря в періоди літнього і зимового мусонів. І. Ю. Прусова, Ш. Л. Смит. Аналізуються таксономічний склад, чисельність і біомаса копепод в епіпелагіалі північно-західного і центрального регіонів Аравійського моря на підставі зоопланктонних матеріалів, які були зібрані у рамках програми U.S. JGOFS на акваторії між Оманом та Індією північніше 10° п.ш. в періоди літнього (серпень – вересень) і зимового (грудень) мусонів 1995 р. Ідентифіковано 150 видів копепод. У періоди обох мусонів за чисельністю переважали види Paracalanidae, Oncaeidae, Oithonidae, за біомасою домінували види Calanidae і Eucalanidae. Видова різноманітність копепод була однорідно високою на всій дослідженій акваторії в періоди обох сезонів. У північній частині моря таксономічна структура копепод схильна до просторово-часових змін і пов'язана з коливаннями чисе-

льності глибоководного виду *Calanoides carinatus*. У період зимового мусону тут же виявлені більші, в порівнянні з іншими районами моря, чисельність і різноманітність неритичних видів, які приносяться з водами Оманської затоки. Показники багатства копепод в періоди обох мусонів в північно-західній частині були вищі, ніж в центральному і південно - східному регіонах моря. Максимальні величини чисельності і біомаси відмічені в період літнього сезону в зоні Аравійського апвелінга.

Ключові слова: копеподи, Paracalanidae, Oncaeidae, Oithonidae, *Calanoides carinatus*, таксономічний склад, чисельність, біомаса, різноманітність, апвелінг, мусон, епіпелагіаль, Аравійське море

Taxonomic composition, abundance and biomass of copepods in the epipelagic realm of the Arabian Sea during the Southwest and Northeast Monsoon seasons. I. Yu. Prusova, S. L. Smith. The taxonomic composition, abundance and biomass of copepods in the epipelagic realm of the Northwestern and Central Arabian Sea were investigated using zooplankton samples collected in the US Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) in the area between Oman and India north of 10° N during the Southwest (August-September) and Northeast (December) Monsoons of 1995. One hundred fifty copepod species were identified in the analyzed material. The most abundant species of copepods were paracalanids, oncaeids and oithonids; calanids and eucalanids predominated in total copepod biomass. Species diversity was uniformly high throughout the investigated area during the both monsoon seasons. Taxonomic structure of copepods in the Northwestern Arabian Sea was found to be liable to spatial and temporal changes stipulated by oscillations of meso-bathypelagic species *Calanoides carinatus*. During the NE Monsoon season, the copepod community in the Northwestern Arabian Sea contained higher, as against the other areas, number and diversity of neritic species transported with the Oman Gulf waters. Total numbers and biomass of copepods within the investigated layer 200-0 m decreased with distance from the coast, with the highest concentrations found in the nearshore waters during the SW Monsoon season.

Keywords: copepods, taxonomic composition, number, biomass, dominance, upwelling, monsoon, epipelagic realm, Arabian Sea