БИОЛОГИЯ

УДК 574.583(262.54)

ФАУНИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПОКАЗАТЕЛИ ОБИЛИЯ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ АЗОВСКОГО МОРЯ В ИЮНЕ 2014 г.

© 2015 г. Академик Г.Г. Матишов[1, 2], С.М. Игнатьев[3], Ю.А. Загородняя[3], Т.Н. Климова[3], И.В. Вдодович[3], В.В. Саяпин[4], О.В. Степаньян[1]

Поступила 05.06.2015

Ихтиопланктонные исследования, проведенные в Азовском море в июне 2014 г., позволили проследить за воспроизводством природной популяции наиболее массового промыслового вида рыб Азовского моря – хамсы *Engraulis encrasicolus*, оценить ее выживание на ранних этапах эмбрионального и постэмбрионального развития, изучить особенности питания личинок. В середине июня наблюдался нерест хамсы с максимальными количественными показателями вблизи Керченского пролива. Высокий процент мертвой икры на первых этапах развития (48–79%) и низкая численность личинок в море не позволяют говорить о результативности нереста в начале июня. У находящихся на внешнем типе питания личинок хамсы в кишечниках идентифицировали фрагменты копеподитных стадий копепод (Calanoida), средняя длина цефалоторакса которых варьировала от 0,3 до 0,35 мм. Численность кормового зоопланктона в море была относительно высокой и колебалась в пределах 23,82–113,7 тыс. экз/м^3.

В период исследования в зоопланктоне зарегистрировано 42 таксона, относящихся к средиземноморскому и понто-каспийскому фаунистическим комплексам. Отмечена высокая доля ракообразных, особенно младших стадий развития копепод, составляющих основу рациона личинок хамсы. Среди копепод доминировал вселенец *Acartia tonsa*, численность другого вселенца *Oithona davisae* была низкой. По результатам кластерного анализа видового состава зоопланктона все станции полигона на уровне 50% сходства разделились на три пространственные группировки. Макрозоопланктон был малочисленным и представлен только медузой *Aurelia aurita*.

Ключевые слова: Азовское море, зоопланктон, ихтиопланктон, хамса *Engraulis encrasicolus,* копепода-вселенец *Acartia tonsa.*

В Азовском море произошли существенные изменения в пелагических сообществах как в результате увеличения антропогенного воздействия, так и под влиянием проникающих из Черного моря новых видов-вселенцев [1; 2]. Из-за вселения хищного гребневика *Mnemiopsis leidyi* резко сократилась численность зоопланктона, что негативно отразилось на всей экосистеме Азовского моря, особенно на кормовой базе рыб [3]. В последние годы из промысла выпали 23 вида рыб, которые просто не встречаются в уловах. Из 114 видов рыб, обитающих в Азовском море, промысловые виды составляют 61% [4]. Суммарный улов рыб России и Украины в Азовском море не превышает 80 тыс. т, при лимите изъятия промысловых рыб 145 тыс. т. Недобор лимита изъятия происходит в основном за счет мелких пелагических рыб, включая хамсу. Последующее вселение другого гребневика, *Beroe ovata*, способствовало уменьшению численности мнемиопсиса и восстановлению биомассы кормового зоопланктона [4–7]. В настоящее время считается, что в Азовском море берое не является постоянным обитателем, а формирует здесь псевдопопуляцию [6]. Еще один вселенец, появившийся в 1980-х гг., копепода *Acartia tonsa*, вытеснив аборигенные виды, стала массовой в Азовском море в летний период [8–12]. В 2010 г. зоопланктонное со-

[1] Южный научный центр Российской академии наук (Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: matishov_ssc-ras@ssc-ras.ru, step@ssc-ras.ru.

[2] Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russian Federation), 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17.

[3] Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского Российской академии наук (the A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, Sevastopol, Russian Federation), 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2.

[4] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук (Institute of Arid Zones, Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41.

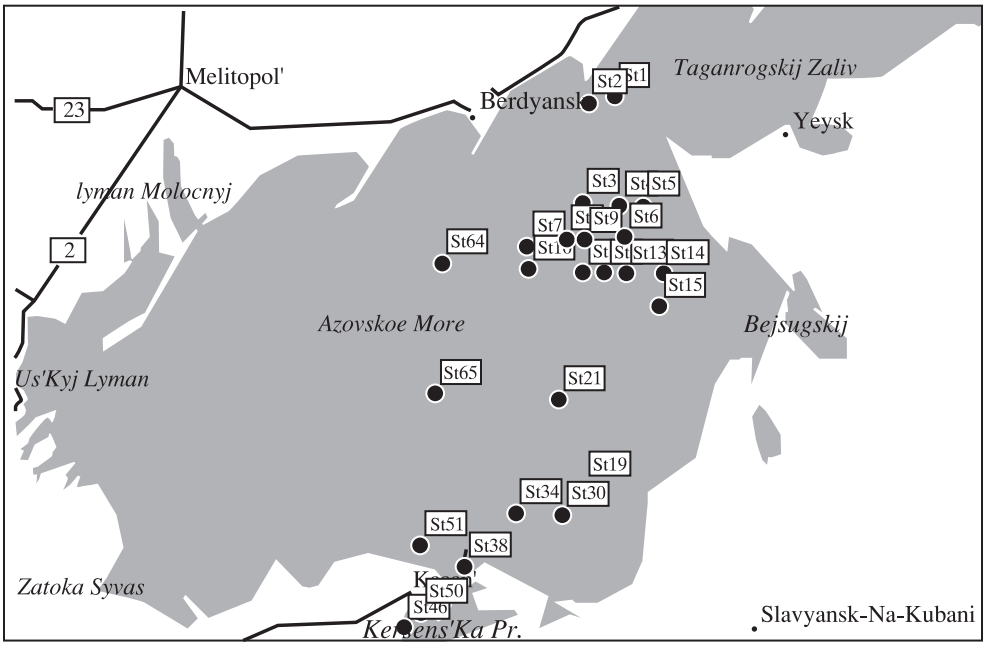

Рис. 1. Карта-схема гидробиологических станций в Азовском море в июне 2014 г.

Fig. 1. Schematic map of hydrobiological stations in the Sea of Azov in June 2014

общество пополнилось новым вселенцем – копеподой из Cyclopoida *Oithona davisae* [13; 14]. Вид зарегистрирован впервые для Азово-Черноморского региона в Севастопольской бухте в начале 2000-х гг. [15]. Обнаруженные в планктоне вселенцы хорошо переносят низкую соленость Азовского моря и способны, кроме гребневика берое, переносить значительные колебания температуры воды, что обеспечило их натурализацию в регионе. В настоящее время несколько чужеродных видов определяют структуру и количественные показатели зоопланктонного сообщества.

Цель работы – выяснить состояние пелагических сообществ Азовского моря в начале лета на основании: оценки численности и биомассы мезо-, ихтио- и макропланктона; определения индексов видового разнообразия; выявления массовых и редких видов; исследования питания личинок рыб.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы зоопланктона собраны с 9 по 14 июня 2014 г. (рейс НИС “Денеб”) на 14 станциях, две из которых выполнены в Таганрогском заливе, три в Керченском проливе, остальные – в центральной и восточной частях моря. Схема расположения гидробиологических станций приведена на рис. 1.

Зоопланктон отбирали вертикальными ловами от дна до поверхности планктонной сетью Джеди (площадь входного отверстия 0,043 м^2, газ № 64). Протяженность обловленного слоя воды зависела от менявшейся на станциях глубины (от 7 до 12 м) и угла наклона троса.

Ихтио- и макропланктон наряду с сетью Джеди дополнительно собирали сетью ИКС (площадь входного отверстия 0,5 м^2, газ № 64) вертикальными ловами от дна до поверхности, а на ст. 21 выполнен пятиминутный горизонтальный лов в приповерхностном слое (циркуляции судна самым малым ходом). Ихтио- и макропланктон были исследованы на 18 станциях. Все отобранные пробы сразу фиксировали 4%-ым нейтральным формалином и на берегу обрабатывали общепринятым счетно-весовым методом [16–17]. В пробах зоопланктона определяли таксономический состав и количественные характеристики (численность, биомасса). Ихтиопланктон в собранных двумя орудиями пробах определяли до вида по [18], оценивали его численность и состояние икры. Питание личинок хамсы исследовано на материале, собранном сетью ИКС-80 на ст. 21 горизонтальным поверхностным ловом, по методике [19]. Пищевые организмы определены по возможности до вида и стадии развития. Массу потребленных пищевых объектов рассчитывали по средней массе планктонных организмов [20]. По морфологическим показателям личинки хамсы были разделены на три размерные группы [21]. Весь собранный материал был использован также для изучения макропланктона. Кроме того, для более надежной количественной оценки макропланктона выполнена одна постановка ставного невода. Обработку желетелого макропланктона проводили

на нефиксированном материале стандартным методом, измеряя диаметр купола медуз. Их сырую массу определяли расчетным путем по уравнению зависимости массы от длины $WW=0{,}053 \cdot D^{2{,}98}$ [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон. В зоопланктоне было зарегистрировано 42 вида, включая более крупные таксоны. Копеподы были представлены *Acartia tonsa*, *Centropages ponticus*, *Oithona davisae* и единичными экземпярами *Acartia clausi* (у Керченского пролива), *Acartia margalefi* (у кубанского побережья), *Calanipeda aquaedulcis*, *Cyclops* sp., *Cyclopina* sp., а также не определенными до вида Harpacticoida. Из кладоцер встречались *Pleopis polyphemoides*, *Podon leucarti*, *Podonevadne trigona*. В пробах были обнаружены личинки циррипедий: *Amphibalanus improvisus* (науплиусы и циприсы), *Verucca spengleri*; полихет: *Alitta succinea* (сем. Nereidae), *Polydora cornuta* (сем. Spionidae), *Harmothoe* sp., (вероятно *H. reticulata*, сем. Polynoidae); Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa, мелкие особи Turbellaria, планулы Hydrozoa. В зоопланктоне регистрировали личинки бентопелагических и бентосных видов Isopoda и Amphipoda (*Corophium runcicorne*, *Corophium* sp., *Erichthonius difformis*); Decapoda: крабы *Rhithropanopeus harrisi* и *Pisidia longimana*, рак-отшельник *Upogebia pusilla*, анизопода – *Leptochelia savignyi*. Высоким разнообразием характеризовалась фауна коловраток: *Branchionus quadratidentatus*, *hyphalmyros*, *Testudinella dypeata*, *Synchaeta* sp., *Cephalodela* sp. и еще несколько неиндентифицированных видов. Обнаружение Appendicularia *Oikopleura dioica* на ст. 1 вызывает сомнение. Большинство обнаруженных видов, кроме нескольких коловраток, являются типичными представителями черноморской фауны. Вероятно, это объяснялось относительно высокими на большей части акватории Азовского моря показателями солености воды (12–13‰).

В западной части Таганрогского залива, где зарегистрировано не менее 8 видов коловраток, соленость воды в период исследований была в пределах 11,5–11,9‰. Эта величина оказалась существенно выше средней солености для залива, рассчитанной по осредненным данным береговых постов – 6,86‰ [23]. Западная часть залива по режиму солености сопоставима с центральной частью Азовского моря [24]. Существенное влияние на величину солености в заливе оказывает ветровой режим. В период сгона она понижается до 9‰, а во время нагона поднимается до 12‰. Смена ветрового режима приводит к неравномерному распределению солености по акватории залива [24].

Анализ таксономического разнообразия по четырем исследованным районам моря показал, что Таганрогский залив существенно отличался от остальных акваторий по числу видов, их обилию и составу фауны (табл. 1).

Выявленное относительное богатство фауны Таганрогского залива обусловлено большим числом видов в пробе (альфа-разнообразие). Его фауна показала достоверно более высокое разнообразие, прежде всего за счет обилия видов коловраток, а также единичных находок копеподы *Calanipeda aquaedulcis* и кладоцеры *Podonevadne trigona* – типичных представителей солоноватоводной фауны. Соответственно, индексы видового разнообразия Шеннона и видового богатства Симсона в этом районе выше, чем в других исследованных аквато-

Таблица 1. Показатели видового богатства и уровень количественного развития зоопланктона в разных акваториях Азовского моря в июне 2014 г.

Table 1. Ecological indices diversity and the level of quantitative development of zooplankton in different water areas of the Sea of Azov in June 2014

Показатель	Таганрогский залив	Северо-восточная часть моря	Центральная часть моря	Прикерченский район
Общее число видов и таксонов	31	16	20	13
Число проб	2	3	6	3
Диапазон глубин на станциях, м	8,5–8,6	7,5–12,0	11,0–12,0	6,0–11,0
Средняя глубина, м	8,55	9,11	11,33	9,0
Средняя численность, тыс. экз/м^3	113,72	23,82	51,83	34,28
Средняя биомасса, мг/м^3	300,65	112,94	313,87	236,52
Индекс Шеннона	2,73	2,18	1,62	1,9
Индекс видового богатства Симсона	4,76	2,48	2,08	2,3
Индекс выравненности Пиелоу	0,17	0,19	0,15	0,16
Индекс доминирования Маргалефа	0,21	0,27	0,48	0,38
Доля *Acartia tonsa* в суммарной численности копепод (%)	96,5	98,1	92,3	98,0

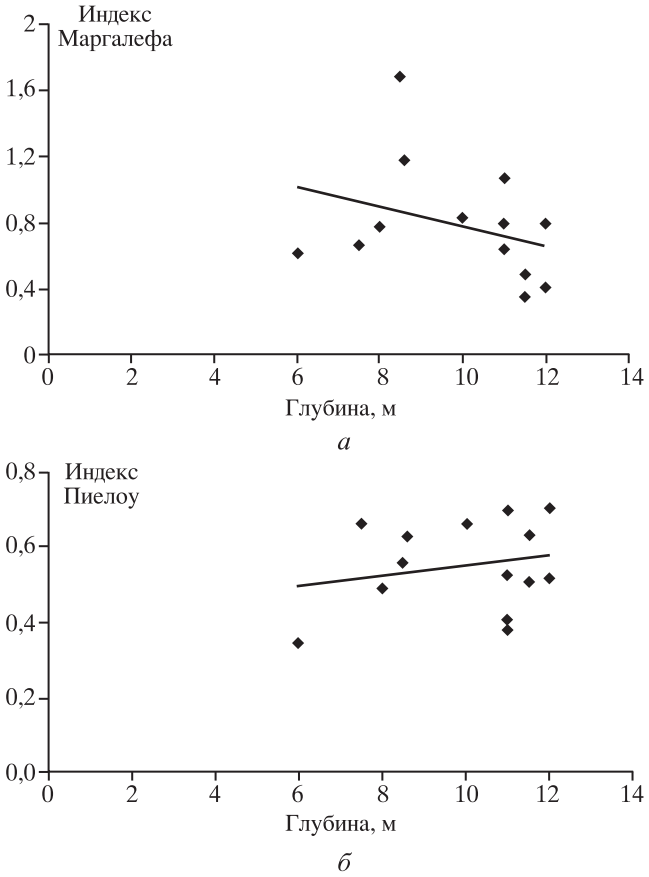

Рис. 2. Изменение величин индексов видового богатства Маргалефа (а) и выравненности Пиелоу (б) в зависимости от глубины

Fig. 2. Changes of values of the richess Margalef's Index (*а*) and the equitability Pielou's Index (*б*) depending on the depth

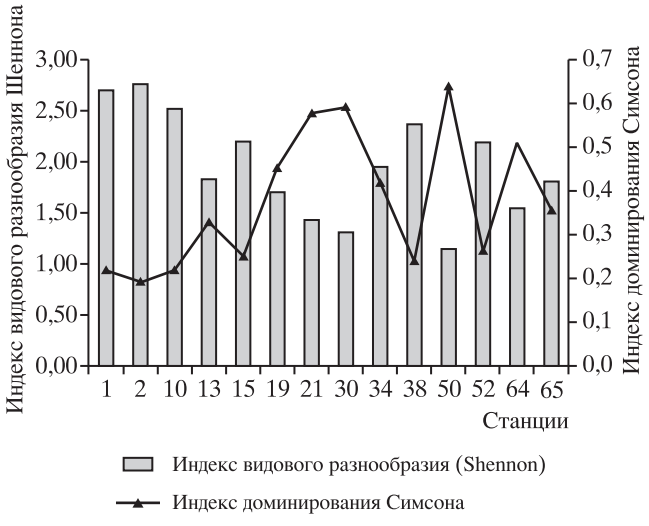

Рис. 3. Изменение индексов видового разнообразия Шеннона и доминирования Симсона на разных станциях

Fig. 3. Changes in the Diversity Shannon's Index and the Simpson's Dominance Index at different stations

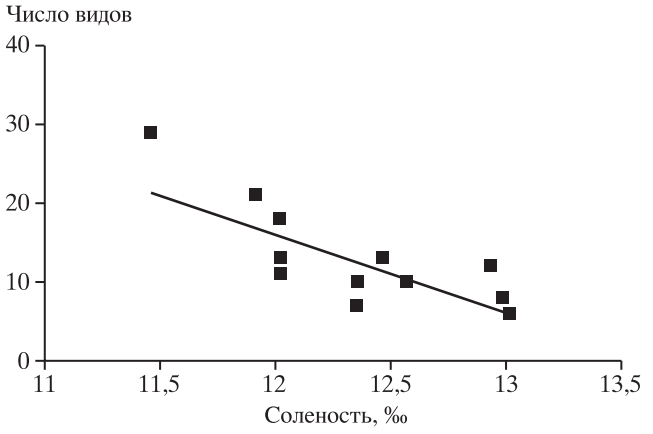

Рис. 4. Число видов зоопланктона в Азовском море при разной солености

Fig. 4. The number of zooplankton species in the Sea of Azov at different salinity

риях. Численность зоопланктона в заливе в результате массового развития коловраток была существенно выше, чем в других акваториях.

Общее число видов, обнаруженных в северо-восточной и центральной частях моря, а также в прикерченском районе, было существенно ниже. Фауна последнего была наиболее бедной. Отражающие видовое разнообразие фауны индексы в этих акваториях были ниже, чем в Таганрогском заливе, как и численность зоопланктона.

Биомассы зоопланктона в заливе и в центральной части моря мало различались. Керченский район занимал промежуточное положение, а в северо-восточной части моря она оказалась в 2,5–3 раза меньше, чем в других акваториях. Полученные величины в 2,5 раза ниже биомасс, зарегистрированных в июне 2000 г. [25].

Были проанализированы изменения рассчитанных индексов от глубины на станции. По двум индексам – Шеннона и доминирования – тренд не выявлен. Индекс видового богатства Маргалефа имел четко выраженный отрицательный тренд, т.е. он снижался с увеличением глубины (рис. 2а). Это связано с тем, что наибольшее число видов отмечено в мелководном Таганрогском заливе. Величина индекса выравненности (рис. 2б), наоборот, немного возрастала в направлении к более глубоководным станциям, что объясняется более равномерным распределением численности между видами в открытом море.

Совместный анализ индексов видового разнообразия Шеннона и доминирования Симпсона по станциям показал, что эти величины изменялись в противофазе, т.е. чем выше индекс доминирования, тем ниже видовое разнообразие (рис. 3).

Таблица 2. Структура популяций (% численности) массовых видов копепод Азовского моря в июне 2014 г.

Table 2. Population structure (% of population) of mass copepod species of the Sea of Azov in June 2014

Стадии развития	A. tonsa		C. ponticus	
	Средний, %	Стандартное отклонение	Средний, %	Стандартное отклонение
Самки	3,35	3,41	7,9	10,05
Самцы	2,66	2,75	6,2	4,77
5 копеп.	6,22	5,65	7,9	5,95
4 копеп.	8,81	6,78	7,4	7,13
3 копеп.	8,32	5,00	6,0	6,46
2 копеп.	8,62	5,02	6,6	7,30
1 копеп.	18,91	8,39	25,2	25,34
Науплиусы	36,36	19,31	36,1	25,03

Изменения таксономической структуры зоопланктонного сообщества по отношению к абиотическим факторам среды рассматривали только относительно солености воды. Соленость в поверхностном горизонте на исследованной акватории изменялась от 11,47 до 13,01‰. При увеличении солености число видов и таксономическое разнообразие зоопланктона снижалось (рис. 4).

Температура воды в верхнем слое менялась от 23,97 до 22,48 °С, а по вертикали на большинстве станций в пределах 2 °С, и только на нескольких (ст. 65, 10 и 14) зарегистрированы более существенные различия. Вся толща воды равномерно прогрелась, в зоопланктоне формировался летний комплекс видов с преобладанием тепловодной копеподы *A. tonsa*, которая активно размножалась, кладоцеры *P. polyphemoides* и личинок бентосных организмов, а в Таганрогском заливе – еще и коловраток.

Анализ таксономической структуры планктонных сообществ в исследованных акваториях показал, что в Таганрогском заливе копеподы (37%), коловратки (35%) и личинки донных животных (27%) были кодоминантами по численности (рис. 5). Доля

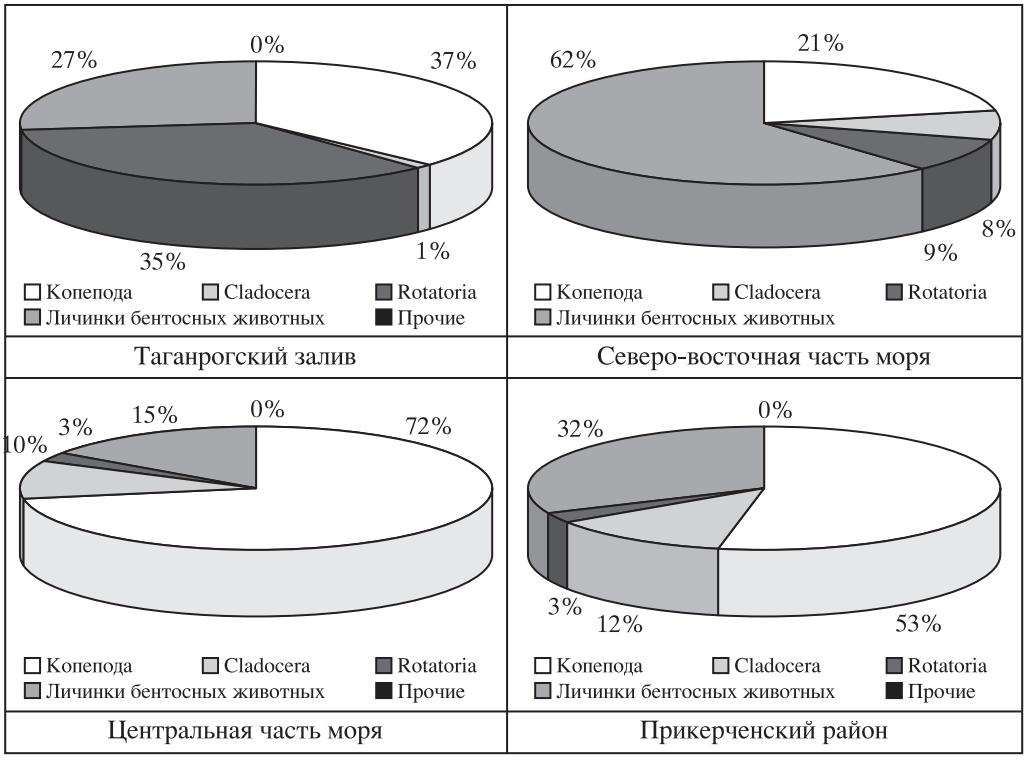

Рис. 5. Соотношение основных компонентов фауны зоопланктона в Азовском море (по численности)

Fig. 5. The ratio of the main components of the zooplankton fauna in the Sea of Azov (by abundance)

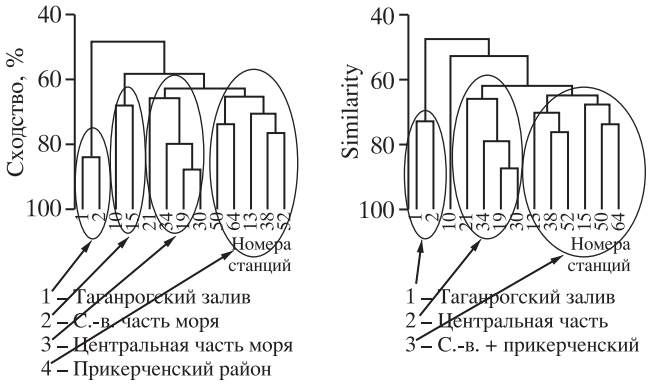

Рис. 6. Дендрограммы сходства видового состава и уровня количественного развития зоопланктона в Азовском море, слева по численности, справа с учетом видовой специфики (по коэффициенту Брей – Куртиса)

Fig. 6. Dendrogram of similarity of species composition and quantitative development of zooplankton in the Sea of Azov: on the left – by the abundance, on the right – considering the species specificity (the Bray-Curtis coefficient)

кладоцер в зоопланктоне была крайне низкой (1%). В северо-восточной части моря доминировали личинки донных животных (62%), субдоминантной группой были копеподы (21%). Коловратки (9%) и кладоцеры (8%) представлены в меньшем количестве и в равной пропорции. В центральной части моря лидировали копеподы (72%), в основном за счет *Acartia tonsa*. Численность как коловраток, так и личинок донных животных сократилась вдвое по сравнению с северо-восточной частью моря, а копепод и кладоцер, напротив, увеличилась почти вдвое. В прикерченском районе доминирование копепод сохранилось, но по сравнению с центральными районами моря увеличилась численность личинок донных животных и, соответственно, их доля в планктоне.

Состояние рыбных запасов существенно зависит от состояния их кормовой базы. Копеподы являются наилучшим кормом не только для пелагических видов мелкоразмерной рыбы, но и для личинок практически всех рыб. В июне 2014 г. копепода *A. tonsa* встречалась на всех станциях и достигала в Азовском море массового развития. Ее продолжительное доминирование в планктоне Азовского отмечено на протяжении ряда лет [10]. Численность рачка колебалась от 104,8 тыс. (ст. 21) до 2,2 тыс. экз/м^3 (ст. 65). Обе величины зарегистрированы в центральной части моря. В отличие от центральных районов моря, в Таганрогском заливе разброс величин был небольшой, соответственно 35,9 и 34,7 тыс. экз/м^3 на ст. 1 и 2. По численности *A. tonsa* составляла 93–

Таблица 3. Характеристика материала и количественные показатели ихтиопланктона в Азовском море в июне 2014 г.

Table 3. Characteristics of the material and quantitative indicators of ichthyoplankton in the Sea of Azov in June 2014

Дата	Сеть	Станция	Глубина, м	Координаты станций	Слой лова, м	Количество в лове, экз.	
						икра	личинки
10.06	Джеди	1	8.5	46.50.122; 37.27.000	8–0	16	0
10.06	Джеди	2	8.5	46.47.711; 37.19.431	8–0	8	1
10.06	ИКС-80	4	9.1	46.29.813; 37.29.071	8–0	62	0
10.06	ИКС-80	5	7.2	46.29.792; 37.35.688	4–0	12	0
10.06	ИКС-80	6	10	46.24.131; 37.30.185	8–0	45	0
10.06	Джеди	10	12	46.18.936; 37.02.658	9–0	0	0
10.06	Джеди	13	8	46.17.828; 37.30.470	8–0	0	0
10.06	ИКС-80	14	9.4	46.18.029; 37.41.607	8–0	10	0
10.06	Джеди	15	7.5	46.11.898; 37.40.844	6–0	0	0
10.06	ИКС-80	15	7.5	46.11.898; 37.40.844	6–0	5	0
13.06	Джеди	19	11	45.40.528; 37.18.556	10–0	26	1
13.06	ИКС-80	19	11	45.40.528; 37.18.556	8–0	79	0
13.06	ИКС-80	21	11.5	45.40.528; 37.18.556	0 м	18	11
13.06	ИКС-80	21	11.5	45.40.528; 37.18.556	8–0	6	0
13.06	Джеди	30	11	45.26.352; 36.44.096	10–0	18	0
13.06	ИКС-80	30	11	45.26.352; 36.44.096	8–0	106	0
12.06	Джеди	34	11	45.35.42; 36.59.003	10–0	8	10
12.06	ИКС-80	34	11	45.35.42; 36.59.003	8–0	74	10
12.06	Джеди	38	10	45.26.352; 36.44.096	9–0	7	0
12.06	ИКС-80	50	6	45.18.167; 36.31.301	8–0	3	1
11.06	Джеди	51	11	45.30.122; 36.31.437	10–0	19	0
11.06	Джеди	64	11.5	46.19.506;37.02.658	10–0	2	0
11.06	ИКС-80	64	11.5	46.19.506; 37.02.658	7–0	24	1
11.06	ИКС-80	65	12	45.56.611; 36.35.730	7–0	9	1

98% от общего обилия таксоцена копепод в море. Большая часть популяции представлена первыми стадиями развития, которые в сумме составляли 63,9% численности *A. tonsa* (науплиусы – 36,4% и I и II копеподиты – 27,5%). На долю половозрелых особей в сумме приходилось только 6% (табл. 2).

Численность второй по обилию копеподы, *Centropages ponticus*, была существенно ниже и колебалась от 17 до 6884 экз/м^3. Структура популяции этого вида приведена в табл. 2. Популяция представлена в основном первыми стадиями развития, которые в сумме составляли почти 60% численности *C. ponticus* (науплиусы – 36,1% и I копеподиты – 25). На долю половозрелых особей в сумме приходилось 14,1%.

Другие виды копепод были малочисленными, включая и недавнего вселенца в этот регион циклопоиды *O. davisae*. Рачок был обнаружен только на шести станциях, где его численность колебалась от нескольких экземпляров до нескольких десятков, а зарегистрированный на ст. 30 максимум составил 67 экз/м^3. Отсутствие рачков зимой и высокая численность в предыдущие годы осенью [12], а также зарегистрированные нами низкие величины в начале лета свидетельствуют о сезонном цикле развития этой циклопоиды в Азовском море.

По результатам кластерного анализа видового состава зоопланктона на уровне сходства не менее 50% все станции можно разделить на три комплекса (рис. 6).

В первый комплекс вошли станции, выполненные в Таганрогском заливе, второй комплекс объединил станции, выполненные в центральной части моря, и, наконец, в третий комплекс вошли станции, выполненные в северо-восточной части моря и прикерченской акватории. Сходство фауны соседних станций оказалось очевидным. На уровне количественных данных выделено четыре пространственных группировки зоопланктона, которые не полностью совпали с объединением станций, проведенным по их местоположению (см. табл. 1). Так, в одном кластере с прикерченским комплексом оказались ст. 13 (северо-восточная акватория) и ст. 64 (центральная часть моря). Вероятно, эти станции объединило большее влияние поступающей из Черного моря фауны, в отличие от станций, расположенных ближе к кубанскому прибрежью.

Ихтиопланктон. Объем собранного материала представлен в табл. 3. В период исследований в 13 пробах, собранных сетью ИКС-80, было отмечено 453 икринки и 34 личинки рыб, а в 11 пробах, собранных сетью Джеди, идентифицировано 104 икринки и 2 личинки. Всего в 24 ловах поймано 557 икринок и 36 личинок, которые были индентифицированы как хамса *Engraulis encrasicolus*.

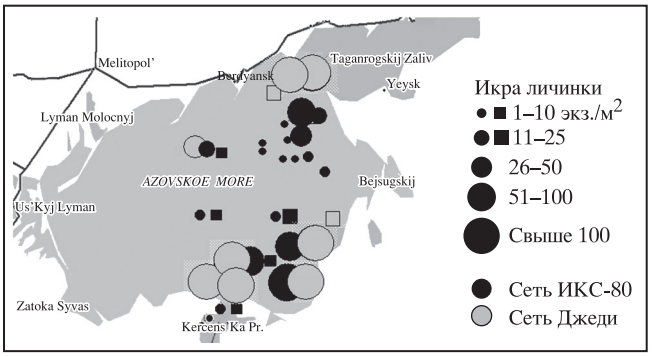

Рис. 7. Распределение ихтиопланктона в акватории Азовского моря по данным двух орудий лова

Fig. 7. Distribution of ichthyoplankton in the Sea of Azov water areas according to two fishing gears data

В вертикальных ловах, выполненных сетью ИКС-80, средняя численность икры составляла 72,5 экз/м^2, или 103,6 экз/10 м^3, а личинок – 2,2 экз/м^2, или 2,8 экз/10 м^3. Распределение икры и личинок рыб в Азовском море в июне 2014 г. представлено на рис. 7. Личинки рыб найдены на ст. 50 в Керченском проливе и на ст. 21, 34, 64, 65 на траверзе Керченского пролива. Максимальная численность икры обнаружена на ст. 30, а личинок – на ст. 34. Максимальная численность личинок в горизонтальных поверхностных ловах сетью ИКС-80 зарегистрирована на ст. 21.

В вертикальных ловах сетью Джеди средняя численность икры составила 189,1 экз/м^2, или 208,4 экз/10 м^3, а личинок – 3,6 экз/м^2, или 4,1 экз/10 м^3 соответственно.

Исследование состояния икры показало, что в ловах сети ИКС-80 доля погибшей икры колебалась от 33 до 100% и составляла в среднем 79%. Наибольшее количество мертвой икры (94–100%) отмечено на прибрежных станциях, выполненных вдоль восточного побережья Азовского моря (ст. 14, 15, 19, 21, 30). На других станциях их количество изменялось от 38 до 89%. Доля мертвой икры была минимальной (33%) в Керченском проливе (ст. 50). По данным сети Джеди доля мертвой икры колебалась от 21 до 88%, составляя в среднем 48%. Доля мертвой икры была наибольшей на ст. 1 и 30 (соответственно 88 и 61%), наименьшая – в акватории Керченского предпроливья на ст. 38 и 51, соответственно 29 и 21%.

Проведенные исследования показали, что в середине июня в Азовском море наблюдался довольно интенсивный нерест хамсы. В предыдущие годы, например в июле 2010 г., в разгар нереста теплолюбивых видов рыб, к которым относится и хамса, средняя численность икры хамсы в Керченском проливе была значительно ниже [26]. В указанной работе ав-

Таблица 4. Характеристика материала, использованного при изучении питании личинок рыб

Table 4. Characteristics of the material used when studying the nutrition of fish larvae

Длина личинки (*L*), мм	Масса личинки, мг	Длина кишечника, мм	Количество пищевых объектов в кишечнике, экз.	Длина пищевого объекта, мм
9	0,9	3,6	2	0,3–0,35
7	0,9	3,5	2	0,32–0,35
10	0,9	3,6	1	0,3
5	0,3	2,2	0	–
5,2	0,4	2,3	0	–
3,6	0,1	–	0	–

торы собирали ихтиопланктон сетью Бонго в режиме трехминутных ловов в подповерхностном слое и на горизонте 5 м. По данным ловов на двух горизонтах, средняя численность икры и личинок хамсы составляла 98 экз/10 м^3 и 46 экз/10 м^3 соответственно. По данным вертикальных ловов сетью Джеди, средняя численность икры хамсы в июне 2014 г. в акватории Керченского предпроливья со стороны Азовского моря (ст. 51 и 38) составила 277,5 экз/10 м^3, что в три раза выше, чем было зарегистрировано в июле 2010 г. Высокий процент мертвой икры на первых этапах развития (63% по сети ИКС-80 и 67,5% – по Джеди) и низкая численность личинок в море чаще наблюдаются в начале нерестового сезона. Несмотря на высокие показатели смертности икры (78%), результативный нерест отмечен на ст. 34, где, по данным сети ИКС-80, были высокие показатели численности икры (148 экз/м^2, или 185 экз/10 м^3) и личинок (20 экз/м^2, или 25 экз/10 м^3). При этом 76% икринок были с аномалиями развития (сжатие и разрушение желтка, искривление эмбриона) и находились на поздних (IV и V) этапах онтогенеза. Обычно гибель икры на последних этапах развития связана с загрязнением среды либо неблагоприятными погодными условиями.

Размерный состав личинок хамсы на смешанном типе питания составлял от 3,6 мм до 5,2 мм (табл. 4). В их кишечниках отмечена только сильно переваренная аморфная масса, идентифицировать которую не представлялось возможным. Это, вероятно, связано с особенностью строения кишечника хамсы. У личинок кишечник длинный и узкий, с большой всасывающей и переваривающей поверхностью, что способствует лучшей утилизации пищи. Ранее показано [19], что мелкие и нежные организмы (науплиальные стадии копепод) в

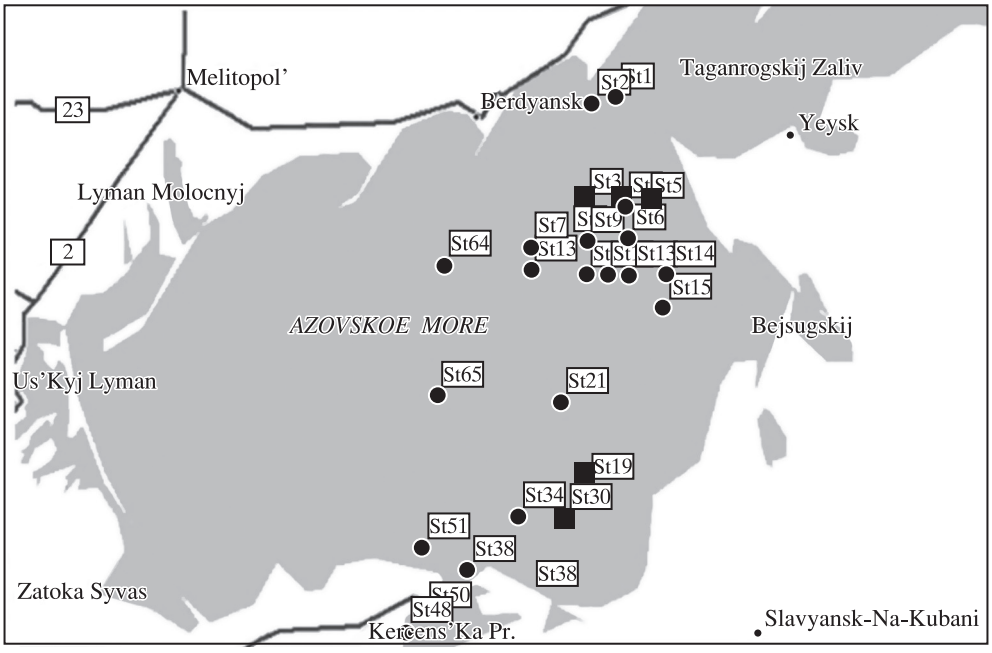

Рис. 8. Встречаемость медузы *Aurelia aurita* по данным визуальных наблюдений. Квадраты – станции, на которых зарегистрированы медузы

Fig. 8. Occurrence of jellyfish *Aurelia aurita* according to visual observations. Squares – station with registered jellyfish

кишечниках хамсы перевариваются до аморфной массы, тогда как более крупные пищевые организмы сохраняют свою структуру и хитин (у ракообразных).

У находящихся на внешнем типе питания личинок рыб длиной от 7 до 10 мм в кишечниках идентифицировали фрагменты копеподитных стадий копепод (Calanoida), средняя длина цефалоторакса которых варьировала от 0,3 до 0,35 мм. Обнаруженные пищевые объекты были сильно переваренными. Наряду с ракообразными найдены фрагменты водорослей, имеющие сине-зеленый цвет. К сожалению, на столь малом материале трудно судить о характере питания и изменении стереотипа питания личинок азовской хамсы.

Наиболее подробная сводка по питанию личинок азовской хамсы, полученная на большом материале, составлена Т.Ф. Дементьевой [27]. По данным указанного автора, у личинок азовской хамсы на всех стадиях развития наблюдался высокий процент пустых кишечников. Например, у личинок длиной 8–9 мм он достигал 94,1%. Проведенный Дементьевой трофологический анализ показал, что в процессе развития личинок азовской хамсы их первой пищей является мелкий зоопланктон (личинки пластинчатожаберных, коловратки, науплиусы и первые копеподитные стадии), а также то, что по мере роста личинок и достижения длины 5–10 мм в их питании появляются науплиусы, копеподитные стадии и взрослые формы *Acartia clausi*. Т.Ф. Дементьева также отметила прямую связь между питанием личинок и составом планктона [27]. В июне 2014 г. в пробах планктона отмечено большое количество коловраток и их яиц, однако в кишечниках личинок они отсутствовали.

Макрозоопланктон. В период исследований желетелый макропланктон был малочисленным. Единичные экземпляры медузы аурелии визуально наблюдались с борта судна на отдельных станциях (рис. 8). В сборах планктонных сетей они отсутствовали.

В ставном неводе из желетелых была обнаружена только *Aurelia aurita*, купола которой были разрушены. Из этого улова отобрано около 1,2 кг фрагментов аурелии. Для анализа использовались фрагменты медуз, у которых сохранялись неповрежденными ротовое отверстие и часть купола. По этим данным был проведен анализ размерного состава медузы в море в период исследования. Диаметр купола изменялся в пределах 52–190 мм, в среднем составляя 110 мм. Размерный состав *A. aurita* в Азовском море в июне 2014 г. приведен на рисунке 9.

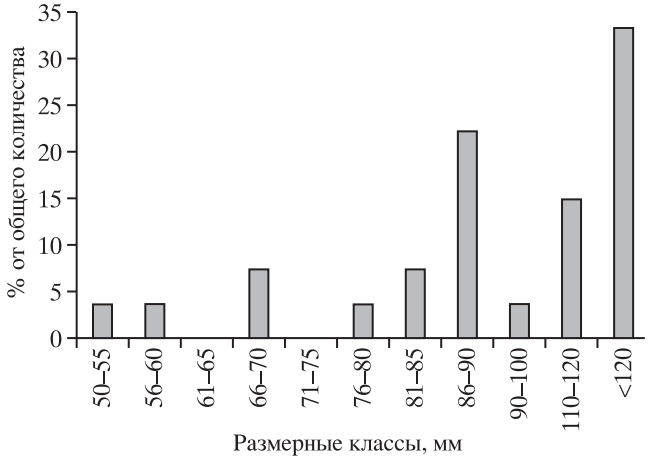

Рис. 9. Размерный (мм) состав медузы *Aurelia aurita* (n = 27)

Fig. 9. Dimension (mm) composition of jellyfish Aurelia aurita (n = 27)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Азовском море в середине июня 2014 г. наблюдался нерест хамсы с максимальными количественными показателями вблизи Керченского пролива. Средняя численность икры здесь составила 277,5 экз/10 м^3, что в три раза выше, чем в июле 2010 г. Обилие кормового зоопланктона (23,82–113,7 тыс. экз/м^3) и высокая доля в зоопланктоне ракообразных, особенно младших стадий развития копепод, составляющих основу рациона личинок хамсы, наличие остатков пищи, включая ракообразных, в кишечниках личинок хамсы, а также низкая численность желетелых форм и отсутствие гребневика мнемиопсиса должны были положительно сказаться на результативности нереста. Однако высокий процент мертвой икры на первых этапах развития (48–79%) и низкая численность личинок в море не позволяют говорить о результативности нереста в начале июня, что, возможно, связано с неблагоприятными погодными условиями в предшествующий наблюдениям период.

Выражаем благодарность к.б.н. С.А. Мазлумян за критические замечания и полезное обсуждение рукописи, а также к.б.н. Е.В. Лисицкой за помощь при идентификации личинок бентосных организмов.

Исследования проведены в рамках проектов "Анализ динамики природных систем на основе мегабаз данных за многолетний (19–20 века) период наблюдений для выявления и прогнозирования экстремальных природных феноменов, опасных для социально-экономического развития густонаселенных территорий юга России" (№01201450487), RFMEFI60414X0050 "Разработка компьютерной системы оперативного прогнозирования опасных

природных явлений в бассейне, береговой зоне и акватории Азовского моря", RFMEFI60714X0059 "Разработка методов и создание экспериментального образца биотехнической системы мониторинга шельфовых зон морей западной Арктики и Юга России, в том числе в районе Крымского полуострова на основе спутниковых и контактных данных", №14.604.21.0129 "Разработка методов и технологий мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов России".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. 2006. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М., Наука: 304 с.
2. Матишов Г.Г., Болтачёв А.Р., Степаньян О.В. 2010. Введение. В кн.: *Вселенцы в биоразнообразии и продуктивности Азовского и Черного морей*. Под общей редакцией Г.Г. Матишова и А.Р. Болтачёва. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 7–8.
3. Воловик С.П. (ред.). 2000. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения. Ростов н/Д, изд-во БКИ: 500 с.
4. Изергин Л.В., Губанов Е.П. 2010. Антропогенное воздействие на экосистемы Азовского моря – одна из главных причин снижения его рыбопродуктивности. В кн.: *Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона. Мат-лы V Междунар. конф.* (*8–9 октября 2009 г., г. Керчь*). Керчь, ЮгНИРО: 13–15.
5. Будниченко Э.В. 2000. Условия нагула планктоноядных рыб Азовского моря в период вселения гребневика *Mnemiopsis leidyi* в 1993–2000 годах. В кн.: *Труды ЮгНИРО.* Т. 45. Керчь: 21–27.
6. Воловик С.П., Корпакова И.Г., Лавренова Е.А., Темердашев З.П. 2008. Экосистема Азовского моря, режим, продуктивность, проблемы управления. Часть I. Краснодар, КубГУ: 347 с.
7. Студеникина Е.И., Сафронова Л.М., Мирзоян З.А., Фроленко Л.Н., Толоконникова Л.И., Мартынюк М.Л., Шляхова Н.А. 2010. *Биологические основы формирования рыбопродуктивности Азовского моря в современный период*. Ростов н/Д: 113 с.
8. Загородняя Ю.А. 2006. Таксономический состав и количественные характеристики зоопланктона в восточном Сиваше летом 2004 г. В кн.: *Экосистемные исследования Азовского, Черного и Каспийского морей*. Т. 8. Апатиты, КНЦ РАН: 103–114.
9. Прусова И.Ю., Губанова А.Д., Шадрин Н.В., Курашова Е.К., Тиненкова Д.Х. 2002. *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida): новый вид в зоопланктоне Каспийского и Азовского морей. *Вестник зоологии*. 36(5): 65–68.
10. Поважный В.В. 2009. Особенности динамики зоопланктонного сообщества Таганрогского залива. *Вестник Южного научного центра*. 5(2): 94–101.
11. Поважный В.В. 2010. Зоопланктон. В кн.: *Вселенцы в биоразнообразии и продуктивности Азовского и Чёрного морей.* Под общей редакцией Г.Г. Матишова и А.Р. Болтачёва. Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 12–16.
12. Свистунова Л.Д. 2013. Новый вселенец в зоопланктоне Азовского моря. *Вестник Южного научного центра*. 9(4): 104–107.
13. Селифонова Ж.П. 2011. Вселенец в Чёрное и Азовское моря – *Oithona brevicornis* Giesbrecht (Copepoda: Cyclopoida). *Российский журнал биологических инвазий*. (2): 142–150.
14. Temnykh A., Nishida S. 2012. New record of the planktonic copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi in the Black Sea with notes on the identity of "*Oithona brevicornis*". *Aquatic Invasions*. 7(3): 425–431.
15. Загородняя Ю.А. 2002. *Oithona brevicornis* в Севастопольской бухте – случайность или новый вселенец в Черное море? *Экология моря*. (61): 43.
16. Яшнов В.А. 1939. *Инструкция по сбору планктона и обработке его в полевых условиях*. М., ВНИРО: 1–22.
17. Кожова О.М., Мельник Н.Г. 1973. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. Иркутск, Восточно-Сибирская правда: 36 с.
18. Дехник Т.В. 1973. Ихтиопланктон Черного моря. Киев, Наукова думка: 234 с.
19. Дука Л.А., Синюкова В.И. 1976. Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях. Киев, Наукова думка: 110 с.
20. Дука Л.А. 1961. Питание личинок Черноморской хамсы. В кн.: *Труды Севастопольской биологической станции*. Т. 14. Севастополь: 242–256.
21. Петипа Т.С. 1957. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря. В кн.: *Труды Севастопольской биологической станции*. Т. 9. Севастополь: 39–57.
22. Аннинский Б.Е., Тимофте Ф. 2009. Распределение зоопланктона в западном секторе Черного моря в октябре 2005 г. *Морской экологический журнал.* 8(1): 17–31.
23. Федоров Ю.А., Беляев А.Г. 2004. Биогенные вещества в зоне смешения река Дон – Азовское море. Ростов н/Д: изд-во ООО "ИнфоСервис": 108 с.
24. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Жичкин А.П., Макаревич П.Р., Дженюк С.Л., Кулыгин В.В., Яицкая Н.А., Поважный В.В., Шевердяев И.В., Третьякова И.А., Цыганкова А.Е. 2014. Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах северного полушария (1878–2013). Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН: 256 с.
25. Гетманенко В.А., Жирякова К.В. 2001. Сезонные изменения в зоопланктоне, зообентосе и питании промысловых рыб западной части Азовского моря. *Рибне господарство України*. (5): 13–16.
26. Гришин А.Н., Чепыженко А.И. 2012. Особенности количественного распределения макрозоопланктона, икры и личинок рыб в пелагиали Керченского пролива. В кн.: *Труды ЮгНИРО*. Т. 50. Керчь: 106–112.
27. Дементьева Т.Ф. 1958. Методика изучения влияния естественных факторов на численность азовской хамсы. В кн.: *Труды ВНИРО*. Т. 44. М.: 30–62.

FAUNISTIC DIVERSITY AND ABUNDANCE INDICES OF PLANKTON COMMUNITIES OF THE SEA OF AZOV IN JUNE 2014

Academician RAS G.G. Matishov, S.M. Ignatiev, Yu.A. Zagorodnyaya, T.N. Klimova, I.V. Vdodovich, V.V. Sayapin, O.V. Stepanyan

Ichthyoplankton was studied in the Sea of Azov in June 2014 to evaluate the reproduction in natural populations of the most abundant commercial fish species – Azov anchovy *Engraulis encrasicolus*, to assess its survival at the early stages of embryonic and postembryonic development, as well as to study the feeding habits of the larvae. The spawning of Azov anchovy was registered in mid-June with the highest abundance near the Kerch Strait. The high percentage of dead eggs at the early stages of development (48–79%) and low number of larvae in the sea do not allow saying about productive spawning in early June. The fragments (average size from 0.3 to 0.35 mm) of copepod stages (Calanoida) were identified in the intestines of Azov anchovy larvae with the external nutrition type. Abundance of fodder zooplankton in the sea was relatively high and ranged from 23.82 to 113.7 thousand specimens/m^3.

42 taxons, belonging to the Mediterranean and Ponto-Caspian faunal complexes, were registered in zooplankton during the study. High percentage of copepods, especially at their younger stages of development, was registered, forming the basis of diet of the Azov anchovy larvae. Invader *Acartia tonsa* dominated among the copepods, the abundance of another invader – Cyclopoida *Oithona davisae* was low. According to the results of cluster analysis of zooplankton species composition all stations in the studied area were divided into three spatial groups (with more than 50% similarity). Macrozooplankton was not numerous and represented only by jellyfish *Aurelia aurita*.

Keywords: Sea of Azov, zooplankton, ichthyoplankton, Azov anchovy *Engraulis encrasicolus*, copepod-invader *Acartia tonsa.*