



УДК 597. 08. 577. 475 (261.6)

Т. Н. Климова, канд. биол. наук, н. с.

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

ИХТИОПЛАНКТОН В ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА В 2002-2008 гг.

На основании литературных данных и материалов мониторинговых исследований 2002 – 2008 гг. проанализировано современное состояние ихтиопланктона в прибрежной зоне юго-западной части Крымского п-ова (Севастопольский регион) и показана динамика его численности, выживания и видового разнообразия. Отмечены среднегодовой рост численности, как икры, так и личинок рыб, и восстановление видового состава до уровня 1960-х годов (коэффициент видового сходства – 0,9). Положительные изменения в видовом разнообразии ихтиопланктона и логнормальное распределение видов по значимости свидетельствуют об относительной стабильности состояния ихтиопланктона в исследованный период. Однако уменьшение доли личинок ранее доминирующих промысловых видов-мигрантов в пользу личинок малоценных оседлых видов указывает на снижении значимости прибрежной акватории Севастополя в формировании поколений промысловых рыб.

Ключевые слова: ихтиопланктон, видовое разнообразие, прибрежная акватория Чёрного моря

Негативные изменения в экосистеме Чёрного моря в последние десятилетия XX века привели к снижению численности поколений ценных промысловых видов рыб и прекращению их кормовых и нерестовых весенне-летних миграций [9, 19]. В отсутствии хищников и богатой кормовой базы уже с 1970-х годов в структуре ихтиофауны Чёрного произошли существенные изменения: резко повысилась рыбопродуктивность за счёт увеличения численности промысловых короткоциклических планктофагов – хамсы (*Engraulis encrasicolus* (L.)), шпрота (*Sprattus sprattus* (L.)) и мелкой ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev), при одновременном снижении числа видов остальных промысловых рыб. Параллельно происходило увеличение численности желетелых планктофагов – медуз и гребневиков, в том числе вселившегося в конце 1980-х годов гребневика *Mnemyopsis leydii* (Agassiz), что привело к негативным изменениям в планктонных сообществах, в том числе и ихтиопланктонных комплексах [9, 13, 22, 24, 28].

Уже к началу 1990-х годов произошла деградация планктонных сообществ, а необоснованное увеличение рыбного промысла привело не только к коллапсу в рыболовстве, но и подрыву нерестовых запасов хамсы и ставриды, чьи икра и личинки доминировали в ихтиопланктоне [1, 9, 13, 19, 24, 28]. По сравнению с 1980-ми годами, видовой состав ихтиопланктона в прибрежных водах Севастополя сократился в полтора раза, а средняя численность икры и личинок рыб упала на порядок [1, 11]. Начало восстановления промысловых скоплений хамсы было отмечено уже в середине 1990-х годов [24, 25, 28], а в конце 1990-х годов, с интродукцией гребневика *Beroe ovata* Mayer, началось восстановление и планктонных сообществ, включая ихтиопланктонные комплексы [2, 11, 20, 23, 24, 25, 28].

Многолетние исследования видового состава и численности ихтиопланктона в прибрежной акватории у юго-западного Крыма (Севастопольский регион) позволили нам проанализировать изменения, произошедшие в

нём в период с 2002 по 2008 гг., по сравнению с предыдущими периодами, включая стабильные 1960-е годы.

Материал и методы. Ихтиопланктон собирали с 2002 по 2008 гг. на 13 станциях в

прибрежной акватории у Севастополя (включая бухту Севастопольскую) до 0.5 – 2.0-мильной зоны с борта мотобота и ялика с периодичностью 1 – 3 раза в месяц (рис. 1).



Рис. 1 Карта-схема ихтиопланктонных станций в районе Севастополя
Fig. 1 Scheme of ichthyoplankton stations near Sevastopol

Для сбора использовали сеть Богорова-Расса (БР-80/113, ячея 400 – 500 мкм, площадь входного отверстия 0.5 м²). Вертикальные ловы выполнялись от дна до поверхности на мелководных станциях и в верхнем 10- и 20-

метровом слое над глубиной свыше 20 м, горизонтальные ловы – в поверхностном горизонте моря на циркуляции судна со скоростью около 1 узла. Проанализировано 958 ихтиопланктонных проб (табл. 1).

Год исследований	Количество проб				
	Всего	Вертикальные ловы		Горизонтальные ловы	
		всего	в т. ч. в летний период	всего	в т. ч. в летний период
2002	158	67	42	91	58
2003	190	128	96	62	55
2004	212	117	78	95	77
2005	136	73	55	63	46
2006	52	28	7	24	21
2007	91	62	18	29	21
2008	119	79	36	40	22
Всего	958	554	332	404	301

Табл. 1 Объем проанализированного материала
Table 1 Total volume of studied materials

Собранный материал фиксировали 2 % раствором формалина. Весь ихтиопланктон определен до вида по [6], в отдельных случаях – до рода.

Численность икры и личинок рыб по данным вертикальных ловов рассчитывали под 1 м² поверхности моря, а горизонтальных – в 100 м³ профильтрованной воды. Среднегодовой процент изменения средней численности и количества видов икры и личинок рыб вычис

ляли по методике [18]. Для анализа изменений в видовом разнообразии ихтиопланктона использованы индексы доминирования, видового богатства, видового разнообразия и выровненности, а также кривые доминирования-разнообразия [16, 21, 26, 27, 29, 30].

Результаты и обсуждение. В период с 2002 по 2008 гг. в прибрежной акватории у Севастополя отмечены икра и личинки 55 видов рыб, что было сопоставимо с данными 1960-х годов; коэффициент видового сходства составлял 0.9 [8, 16] (табл. 2). Среднегодовой процент увеличения видов ихтиопланктонных организмов составил 85 % [18]. Для сравнения отметим, что в период 1986 – 1988 гг., до негативных изменений в экосистеме черноморского шельфа, в районе бухты Круглой и в бухте Севастопольской икра и личинки рыб были представлены 44 видами, а индекс видового

сходства с 1960-ми годами составлял 0.87 [16]. В начале 1990-х годов в период деградации планктонных сообществ было отмечено только 30 видов, а индекс видового сходства составлял всего 0.66 [16] (табл. 2).

Одновременно с увеличением количества видов в 2002 – 2008 гг. в поверхностном горизонте моря мы наблюдали постепенное восстановление численности, как икры, так и личинок рыб (рис. 2, 3). Среднегодовой процент увеличения средней численности икры рыб за 7-летний период исследований составил 129, личинок – 132 % [18].

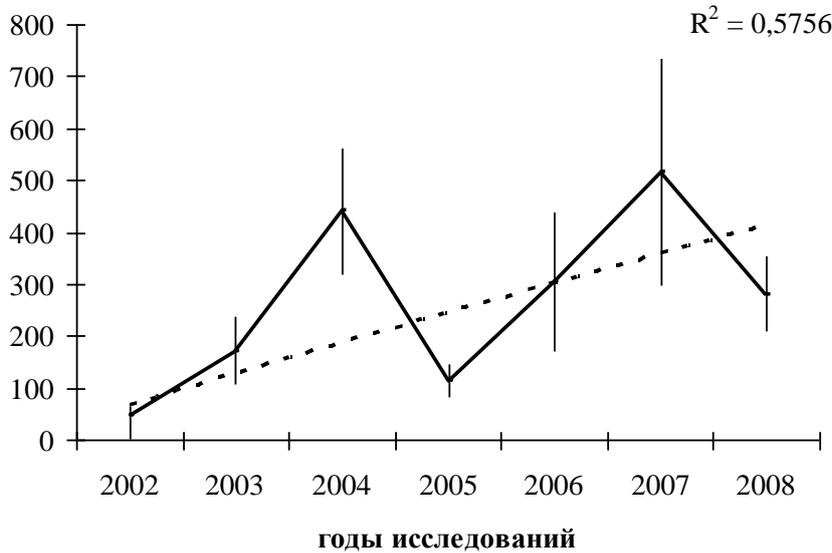


Рис. 2 Средняя численность икры рыб в летний период в горизонтальных ловах
Fig. 2 Average number of fish eggs in summer in horizontal catches

Если вплоть до 2004 г. средняя численность личинок в летний период не превышала 10 экз. в 100 м³, то с 2005 по 2008 гг. наблюдалось её стабильное возрастание до 66 экз./100 м³ (рис. 3).

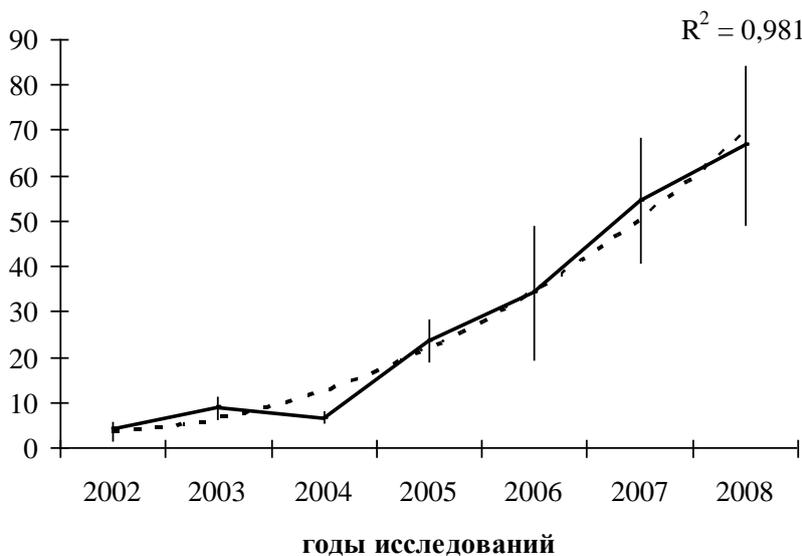


Рис. 3 Средняя численность личинок рыб в летний период в горизонтальных ловах
Fig. 3 Average number of fish larvae in summer in horizontal catches

Таким образом, в 2008 г. средняя численность личинок в летний период достигла уровня 1960-х и 1980-х годов.

Чтобы определить насколько стабильно было состояние ихтиопланктонных комплексов с 2002 по 2008 гг., мы провели оценку межгодовых изменений видового разнообразия ихтиопланктона.

Табл. 2 Видовой состав ихтиопланктона в прибрежной акватории Севастополя в различные периоды исследований

Table 2 Species composition of ichthyoplankton in Sevastopol coastal waters in different periods of investigation

Видовой состав	Годы исследований				
	1957-1967*	1986-1988	1990-1994	1998-2001	2002-2008
1	2	3	4	5	6
Clupeidae					
<i>Sprattus sprattus phalericus</i> (L.)	+	+	+	+	+
Engraulidae					
□ <i>Engraulis encrasicolus</i> (L.)	+	+	+	+	+
Belonidae					
<i>Belone belone</i> (L.)	+	+	+	+	+
Atherinidae					
<i>Atherina hepsetus</i> L.	+	+	+	+	+
<i>A. mochon pontica</i> Eichwald	+	+	+	+	+
<i>A. boyeri</i> Risso	+	-	-	-	-
Gadidae					
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (L.)	+	+	+	-	+
<i>Merlangius merlangus euxinus</i> (Nordmann)	+	+	+	-	+
□ Ophidiidae					
<i>Ophidion rochei</i> Muller	+	+	+	+	+
□ Syngnathidae					
<i>Hippocampus ramulosus</i> Leach	+	-	-	-	+
<i>Syngnathus phlegon</i> Risso	+	+	+	+	+
Mugilidae					
<i>Liza aurata</i> (Risso)	+	+	-	+	+
<i>L. haematochila</i> (Jemmik & Shlegel)	-			+	+
<i>L. saliens</i> (Risso)	+	+	-	+	+
<i>Mugil cephalus</i> (L.)	+	+	-	+	+
Serranidae					
<i>Serranus scriba</i> (L.)	+	+	-	+	+
Pomatomidae					
<i>Pomatomus saltatrix</i> (L.)	+	+	-	+	+
Centracanthidae					
<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque	+	-	-	+	-
Carangidae					
<i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> Aleev	+	+	+	+	+
Sparidae					
<i>Boops boops</i> (L.)	+	-	-	-	+
<i>Diplodus annularis</i> (L.)	+	+	+	+	+
<i>Puntazzo puntazzo</i> (Gmelin)	+	-	-	-	-
Sciaenidae					
<i>Sciaena umbra</i> L.	+	+	+	+	+
Mullidae					
<i>Mullus barbatus ponticus</i> Essipov	+	+	+	+	+
Pomacentridae					
□ <i>Chromis chromis</i> (L.)	+	+	-	+	+
Labridae					
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (L.)	+	+	+	+	+
<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre)	+	+	-	+	+
<i>S. ocellatus</i> Forsskal	+	+	+	+	+
<i>S. roissali</i> (Risso)	+	+	-	+	+
□ <i>S. rostratus</i> (Bloch)	+	-	-	-	+
<i>S. tinca</i> (L.)	+	+	-	+	+

Продолж. табл. 2 Table 2 (Contnd.)

1	2	3	4	5	6
Uranoscopidae					
<i>Uranoscopus scaber</i> L.	+	+	-	+	+
Trachinidae					
<i>Trachinus draco</i> L.	+	+	+	+	+
Blenniidae					
<i>Blennius pavo</i> Risso	+	+	+	+	+
<i>B. sanguinolentus</i> Pallas	+	+	+	+	+
<i>B. sphinx</i> Valenciennes	+	+	+	-	+
<i>B. tentacularis</i> Brunnich	+	+	+	+	+
<i>B. zvonimiri</i> Kolombatovic	+	-	+	+	+
<i>Coryphoblennius galerita</i> (L.)	+	-	+	+	-
Tripterygiidae					
<i>Tripterygion tripteronotus</i> (Risso)	+	+	-	+	+
Ammodytidae					
<i>Gymnammodytes cicerellus</i> (Rafinesque)	+	-	-	-	+
Callionymidae					
* <i>Callionymus</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>C. lyra</i> L.	-	-	-	-	+
Gobiidae					
<i>Aphia minuta</i> (Risso)	+	-	-	+	-
<i>Gobius bucchichi</i> Steindachner	+	-	-	-	+
<i>G. niger</i> L.	+	+	+	+	+
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso)	+	+	+	+	+
<i>P. minutus elongatus</i> (Canestrini)	+	+	+	+	+
<i>P. pictus adriaticus</i> (Malm)	-	-	-	-	+
<i>Knipowitschia longicaudata</i> (Berg)	-	-	-	-	+
Scombridae					
<i>Sarda sarda</i> (Bloch)	+	+	-	+	+
<i>Thunnus thunnus</i> (L.)	+	-	-	-	-
Scorpaenidae					
<i>Scorpaena porcus</i> L.	+	+	+	+	+
Triglidae					
<i>Trigla lucerna</i> L.	-	+	-	+	+
Bothidae					
<i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt	+	+	+	+	+
Pleuronectidae					
□ <i>Platichthys flesus luscus</i> (Pallas)	+	-	-	-	+
Scophthalmidae					
<i>Psetta maeotica</i> (Pallas)	+	+	+	+	+
Soleidae					
<i>Solea lascaris</i> (Pallas)	+	+	+	+	+
Gobiesocidae					
<i>Diplecogaster bimaculata</i> Margoci	+	+	-	+	+
<i>Lepadogaster candollei</i> Risso	+	+	-	+	+
<i>L. lepadogaster</i> (Bonnaterre)	+	+	-	-	+
Количество видов	56	44	30	47	55

Примечание: * - по [8]

Для анализа изменений в видовом разнообразии ихтиопланктона мы применили два метода: сравнение индексов разнообразия (доминирования, видового богатства или плотности, видового разнообразия и выровненности) и сравнение форм кривых доминирования-разнообразия [16, 21] (табл. 3).

Видовое разнообразие складывается из двух основных компонентов: видового богатства или плотности видов (отношение числа видов к числу особей) и выровненности (относительное распределение особей среди видов).

Годы	Индексы			
	видового богатства	доминирования	видового разнообразия	выровненности
2002	17.71	0.25	2.64	1.77
2003	17.36	0.21	2.79	1.74
2004	13.96	0.25	2.39	1.51
2005	17.34	0.17	3.07	1.94
2006	14.23	0.22	2.75	1.75
2007	10.90	0.31	2.30	1.54
2008	14.21	0.18	3.17	2.02

Табл. 3 Индексы разнообразия

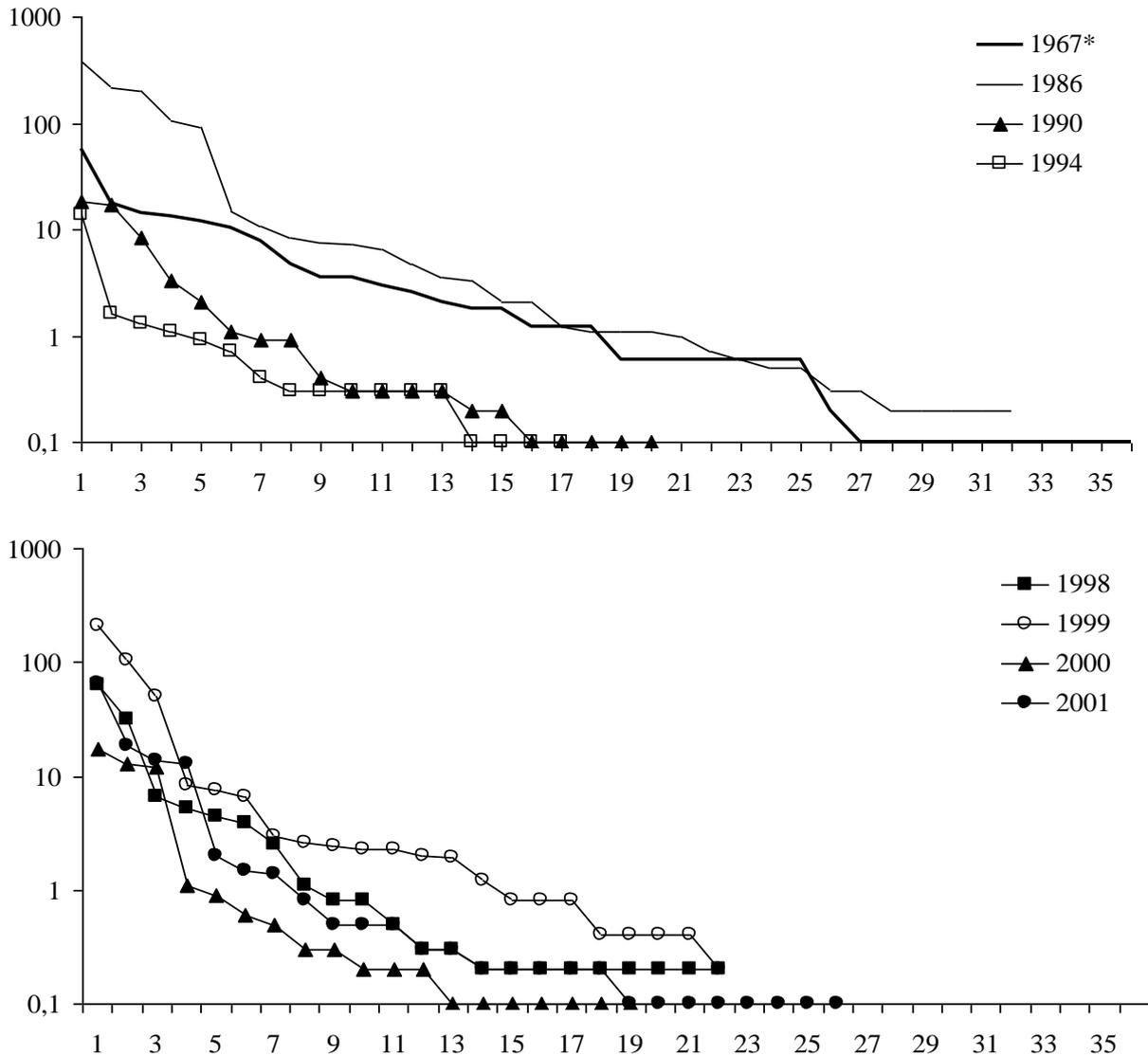
Table 3 Indexes of species diversity

При одинаковой численности индекс видового богатства или плотности [30] с увеличением количества видов возрастает и наоборот. Если со снижением численности снижается и количество видов, плотность видов может быть одинаковой (как мы наблюдали в 2002 и 2003 гг.). В целом с 2002 по 2008 гг. наблюдалась тенденция снижения индекса плотности, что отражало повышение средней численности при незначительном колебании количества видов, её обеспечивающих (табл. 3, рис. 2, 3). Индекс доминирования [26] зависит как от процента доминирующих видов, так и от общего количества видов. Так, несмотря на то, что максимальная доля доминирования в ихтиопланктоне наблюдалась в 2004 г., индекс доминирования был максимальным в 2007 г., когда при меньшем проценте доминирования количество видов было меньшим. Минимальный индекс доминирования отмечен в 2008 г. при минимальном проценте доминирования и максимальном количестве видов (табл. 3). При вычислении индекса выровненности [27] используется индекс видового разнообразия Шеннона [29]. К сожалению, этот индекс в значительной степени зависит от процента доминирования отдельных видов (коэффициент корреляции -0.91). Наименьшая доля доминирующих в прибрежной акватории видов из семейств Engraulidae, Carangidae, Mullidae и Sparidae наблюдалась в 2005 и 2008 гг., в эти же годы отмечены максимальные индексы видового разнообразия (табл. 3). Таким образом, в 2008 г. наблюдалось самое высокое видовое разнообразие, так как при максимальном количестве видов в ихтиопланктоне были отмечены самый низкий индекс доминирования, самый

высокий индекс видового разнообразия и максимальный индекс выровненности (табл. 3).

Наиболее наглядно изменения в видовом разнообразии показывают кривые относительного обилия или доминирования, которые объединяют в себе два основных компонента видового разнообразия – плотность и выровненность [16] (рис. 4, 5).

Рассмотрим кривые доминирования-разнообразия, построенные по данным горизонтальных поверхностных ловов в различные периоды исследований. Если в 2002 г., также как и в 1998 – 2001 гг., мы наблюдаем переходное к логнормальному распределению относительного доминирования-разнообразия, то в 2003 – 2008 гг. кривые доминирования практически накладываются одна на другую, демонстрируя логнормальное распределение, которое характерно для природных стабильных сообществ. Наиболее уплощённая кривая относительного доминирования оказалась в 2008 г., когда были отмечены самые высокие индексы видового разнообразия и выровненности. Такое же распределение относительного доминирования мы наблюдали в 1967 и 1986 гг. в районе бухты Круглой перед началом деградации ихтиопланктона, в то время как в начале 1990-х годов форма кривых доминирования-разнообразия демонстрировала стрессовое состояние ихтиопланктона. Такие кривые доминирования-разнообразия характерны для немногочисленных по числу видов сообществ с интенсивной межвидовой конкуренцией, а также сообществ, подверженных антропогенному воздействию (рис. 4).



Примечание: *Архив ИнБЮМ

Рис. 4 Кривые доминирования-разнообразия ихтиопланктона в летний период 1967, 1986, 1990, 1994 и 1998-2001 гг.: ось X – ранжированный ряд видов в порядке доминирования; ось Y – логарифм средней численности видов

Fig. 4 The curves of domination of diversity of ichthyoplankton in summer 1967, 1986, 1990, 1994 and 1998-2001: axis X – the sequence range of species from the most plentiful down to the less plentiful; axis Y - the number of each species is postioned in logarithmic scale

Поскольку нами не найдено существенных различий в структуре видового состава ихтиопланктона в вертикальных и горизонтальных ловах, сравнительный анализа изменений, произошедших в структуре видового состава икры и личинок рыб, по сравнению с 1960-ми годами, проведён по данным вертикальных ловов [8]. В прибрежной акватории моря у Севастополя структура видового состава

ихтиопланктона типична для сообществ в широтах с хорошо выраженной сезонностью [16]. В летнем ихтиопланктоне обычно доминируют четыре промысловых вида-мигранта из семейств Engraulidae, Carangidae, Sparidae и Mullidae, чья суммарная доля от общей численности в среднем превышает 80 %. Икра и личинки остальных видов рыб встречаются единичными экземплярами. В конце 1980-х

годов в вертикальных ловах численность икры в районе бухты Круглой была сопоставима с таковой в районе бухты Камышовой в 1960–1962 гг. Доминировала икра рыб промысловых видов-мигрантов из семейств *Engraulidae*, *Mullidae*, *Sparidae* и *Carangidae*, в сумме составляя 79.2 %, а в бухте Севастопольской 94.5

% составляла икра хамсы. Высокая доля икры хамсы в бухте Севастопольской связана с экологическими особенностями данного вида, интенсивность нереста которого обычно возрастает в опресненных участках моря [6, 7] (табл. 4).

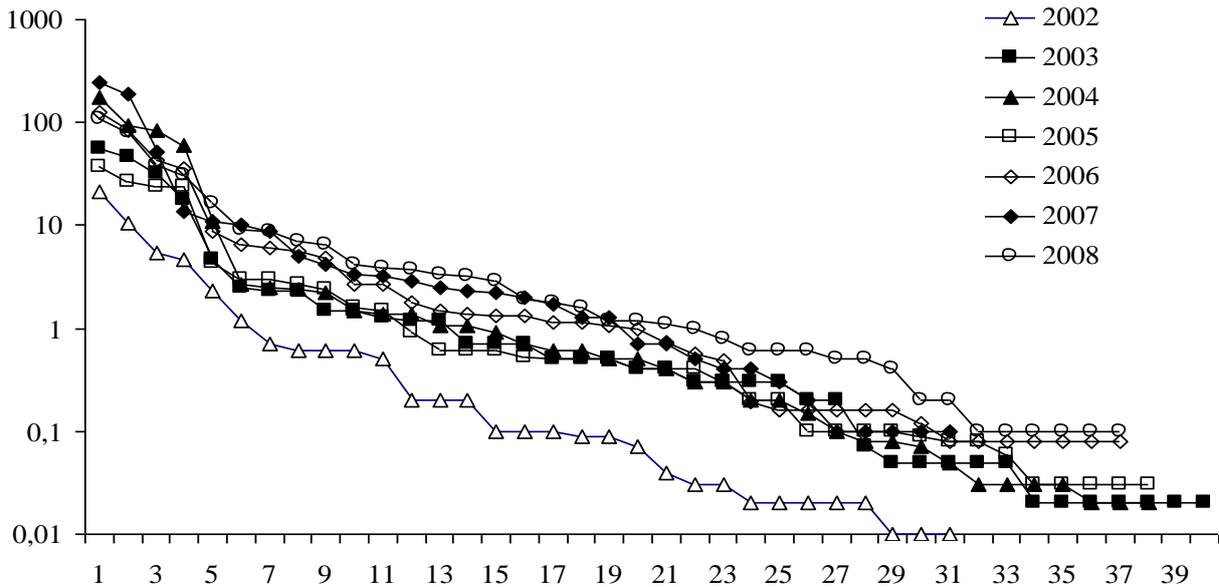


Рис. 5 Кривые доминирования-разнообразия иктиопланктона в летний период 2002 – 2008 гг.: ось X – ранжированный ряд видов в порядке доминирования; ось Y – логарифм средней численности иктиопланктонных организмов

Fig. 5 The curves of domination of diversity of summer ichthyoplankton in 2002 – 2008: axis X – the sequence range of species from the most plentiful down to the less plentiful, axis Y – the number of organisms of each species is postponed in logarithmic scale

В период наших исследований 2002–2008 гг. в прибрежной акватории Севастополя доминировала икра тех же семейств – *Engraulidae*, *Carangidae*, *Sparidae* и *Mullidae*, а их суммарная доля в общей численности пелагической икры в пробах колебалась от 85.5 до 98.3 %. Однако их процентное соотношение, за исключением икры ставриды, изменилось (табл. 4; рис. 6). Если в 1960 – 1962 гг. более 70 % общей численности икры всех видов рыб составляла хамса, то в 2002 по 2008 гг. её доля сократилась до 35 % [8]. Доля икры рыб из сем. *Sparidae* возросла в 7 раз, а доля икры *Mullidae* – вдвое. Исключение составляла Севастополь-

ская бухта, где по-прежнему доминировала икра хамсы (70%).

Если численность икры в конце 80-х годов была вполне сопоставима с таковой в конце 50-х и начале 60-х годов XX века, то численность личинок, уже начиная с 1988 г., снизилась на порядок (табл. 5). Одновременно произошла смена видов-доминантов. Личинки четырех пелагофильных видов, чья икра доминировала в иктиопланктоне, стали встречаться только единичными экземплярами, а доля личинок оседлых видов с демерсальной икрой из семейств *Blenniidae* и *Gobiidae* в 1988 г. составляла 89%. Подобные изменения в видовой

структуре происходят в любом сообществе, как реакция на какой-либо фактор стресса [16, 21]. В данном случае это, видимо, антропогенное загрязнение, снижение нерестовых запасов промысловых видов-мигрантов в результате интенсивного рыбного промысла и увеличение численности желетелых хищников и конкурен-

тов в питании личинок рыб, в частности медузы аурелии и гребневика мнемипсиса [3, 5, 9, 13, 19, 22, 24, 28]. Дальнейшее увеличение численности желетелого макрозоопланктона в 1990 годах привело к деградации ихтиопланктонных комплексов [1].

Табл. 4 Процентное соотношение икры четырех семейств рыб, доминирующих в летнем ихтиопланктоне
Table 4 Percentage of eggs from 4 fish families, predominating in summer ichthyoplankton

Район исследований	Год	Семейство				Прочие	Средняя численность экз./м ²
		Engraulidae	Carangidae	Sparidae	Mullidae		
* Район от б. Камышовой до 1.0-1.5 мили (июль)	1959	12.3	43.1	3.1	7.6	33.9	-
* Район от бухты Камышовой до 2.5 миль (июнь-август)	1960	70.8	18.2	0	10.6	0.4	111.4
	1961	62.6	12.8	6.4	14.3	3.9	113.0
	1962	81.6	8.1	1.2	5.9	3.2	539.2
* Открытые воды, восточная часть моря (июнь-июль)	1963	85.4	10.7	0	3.7	0.2	78.0
Круглая бухта у выхода (май-сентябрь)	1986	1.9	10.2	28.3	40.9	18.7	192.2
	1994	0	23.3	54.8	4.1	17.8	7.3
б. Севастопольская у выхода (май-сентябрь)	1988	94.5	1.0	2.0	0	2.5	78.8
	1989	23.8	0	4.8	19.0	52.4	10.5
	1990	4.8	20.2	20.8	34.9	19.3	13.5
	1998	37.5	0.9	22.3	20.1	19.2	21.6
Прибрежная акватория до 2-х миль, включая бухты Круглая и Севастопольская (май-сентябрь)	1999	53.3	7.8	14.9	20.6	3.4	23.0
	2000	41.6	9.8	7.0	27.2	14.4	11.0
	2001	72.1	4.2	14.7	7.7	1.3	40.8
	2002	39.0	17.0	20.4	21.9	1.7	15.6
	2003	8.6	22.6	37.7	18.4	12.7	23.5
	2004	34.0	18.5	21.9	16.0	9.6	30.1
	2005	28.3	22.6	19.6	22.8	6.7	14.5
	2007	81.0	1.8	2.5	8.2	6.5	49.0
	2008	24.8	14.7	15.8	30.2	14.5	20.4

Примечание: * - по [8]

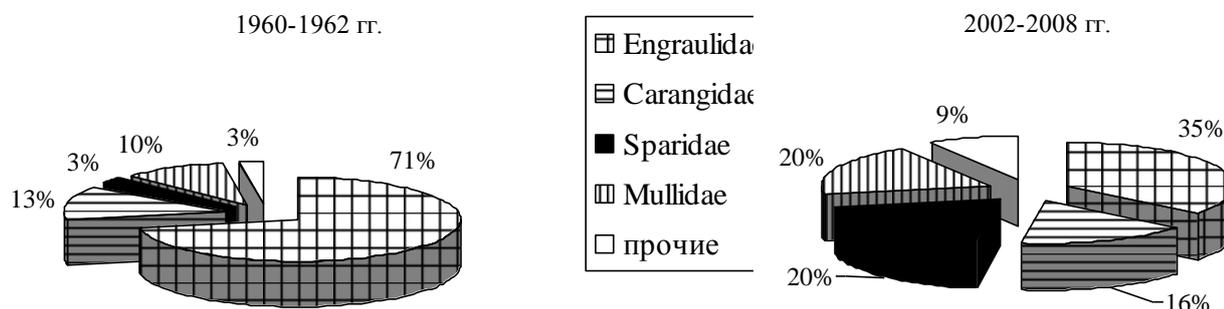


Рис. 6 Процентное соотношение пелагической икры рыб из семейств, доминирующих в летнем ихтиопланктоне в период 1960 – 1962 и 2002 – 2008 гг.

Fig. 6 Percentage of pelagic eggs of fish families dominating in summer ichthyoplankton in 1960-1962 and 2002-2008

Табл. 5 Процентное соотношение личинок из семейств рыб, доминирующих в летнем ихтиопланктоне
Table 5 Percentage of larvae from fish families predominating in summer ichthyoplankton

Район	Год	Семейство							Средняя численность, экз./м ²
		Engraulidae	Carangidae	Sparidae	Mullidae	Blenniidae	Gobiidae	Проч.	
*Район от бухты Камышовой до 2.5 миль (июнь-август)	1960	50.0	16.4	7.3	6.2	5.0	12.0	3.1	26.6
*Открытые воды, восточная часть моря (июнь-июль)	1961	54.7	6.4	9.7	2.7	6.9	14.1	5.5	50.3
	1962	60.8	3.9	2.1	13.5	8.3	7.3	4.1	58.2
	1963	73.9	6.2	3.2	-	0.4	9.3	7.0	25.7
Круглая бухта у выхода (май-сентябрь)	1986	9.2	2.9	1.9	7.7	8.1	56.7	14.0	68.9
	1994	0	0	0	0	15.0	50.0	35.0	2.0
Севастопольская бухта у выхода (май-сентябрь)	1988	3.2	3.2	1.6	1.6	69.4	19.4	1.6	6.2
	1989	0	0	0	0	100	0	0	1.5
	1990	0	0	3.9	0	6.0	72.1	18.0	3.8
	1998	0	0	4.2	0	66.7	25.0	4.1	1.0
	1999	3.6	5.0	0	0	51.2	36.7	3.5	6.8
	2000	48.1	0	0	0	3.9	40.4	7.6	2.2
Прибрежная акватория до 2-х миль, включая бухты Круглая и Севастопольская (май-сентябрь)	2001	17.7	6.5	0	6.5	42.9	15.6	10.8	4.5
	2002	23.8	5.3	0	2.6	18.5	39.7	10.1	1.8
Севастопольская бухта у выхода (май-сентябрь)	2003	8.3	7.7	11.9	1.8	25.0	33.3	12.0	3.5
	2004	12.3	2.2	4.5	4.5	39.0	21.2	16.3	2.3
	2005	15.5	9.1	1.4	4.1	54.1	6.8	9.0	8.0
	2007	0	0	0	0	42.5	52.3	5.2	3.4
	2008	0.8	0	5.8	0.8	24.0	57.9	10.7	6.7

Примечание: * - по [8]

В 1994 г. в районе бухты Круглой личинки четырех ранее доминирующих в ихтиопланктоне видов вообще отсутствовали, а средняя численность прочих видов, включая личинок из семейств Blenniidae и Gobiidae, не превышала 2 экз./м² (табл. 5). Появление в конце 1990-х годов нового вселенца – гребневика берое, питающегося почти исключительно мнемнописом, снизило пресс последнего, однако не привело к восстановлению видовой структуры личинок рыб, а их численность оставалась на порядок ниже, чем в 1960-х гг. [8, 11, 23] (рис. 2, 3; табл. 5). Структура видового состава личинок не изменилась и в последующие годы (табл. 5; рис. 7). Если в 1960-х годах личинки из семейств Gobiidae и Blenniidae в сумме составляли всего 18 %, то в период с 2002 по 2008 гг. на них приходилось 70 %.

Почти втрое выросла доля прочих видов. Доминирующие в ихтиопланктоне 1960-х годов личинки из семейств Engraulidae, Carangidae, Mullidae и Sparidae составили всего 20 %. Причём, если доля личинок Carangidae и Sparidae сократилась в 1.5 и 2.2 раза, то личинок Mullidae и Engraulidae – в 4.0 и 5.5 раз соответственно (табл. 5, рис. 7).

Увеличение численности икры пелагофильных видов рыб в период 2002–2008 гг., по сравнению с 1990-гг., не привело к увеличению численности их личинок, что, вероятно, обусловлено неблагоприятными условиями для эмбрионального развития пелагической икры в изучаемой акватории, особенно в узкоприбрежных участках моря [3, 4, 5]. Об увеличении антропогенного загрязнения в узкоприбрежных участках моря свидетельствует и

уменьшение доли мёртвой икры по мере удаления от берега (рис. 8). Наибольшая доля мёртвой икры отмечалась в кутовой части Севастопольской бухты, в то время как в 0.5 – 2.0 милях от берега она не превышала 40 % и была сопоставима с таковой в 1960-х гг. [7, 10] (рис. 8). Колебание доли мёртвой икры в различные годы исследований в период с 1998 по 2008 гг.

представлено в табл. 6. В 2002–2008 гг. доля погибшей икры в прибрежной акватории моря от бухты Севастопольской до 2-мильной зоны (включая район бухты Круглой) в среднем составляла 63.1 %. Такой же процент погибшей икры мы наблюдали и у зимненерестующих видов рыб в антропогенно загрязненном Феодосийском заливе в декабре 2006 г. [12].

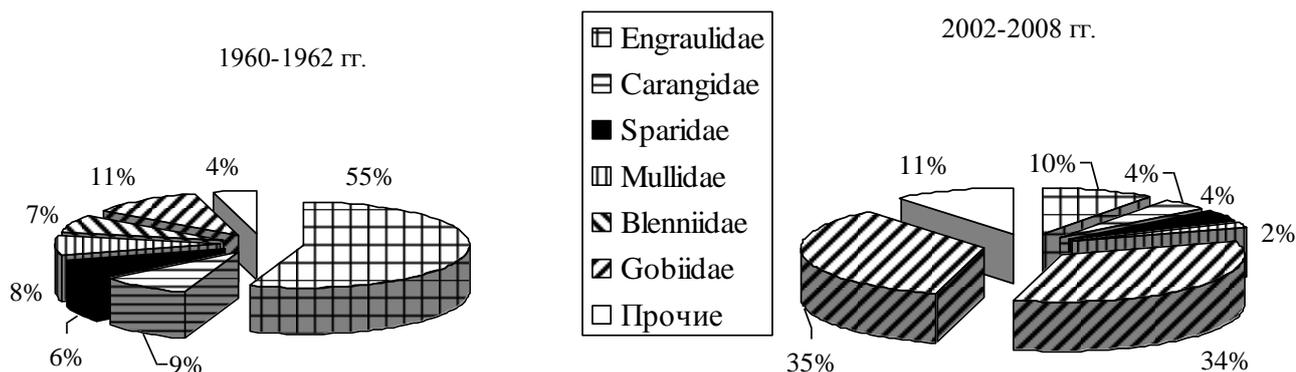


Рис. 7 Процентное соотношение личинок рыб, из доминирующих в летнем ихтиопланктоне семейств в период 1960-1962 гг. и 2002-2008 гг.

Fig. 7 Percentage of larvae from fish families, dominating in summer ichthyoplankton in 1960-1962 and 2002-2008

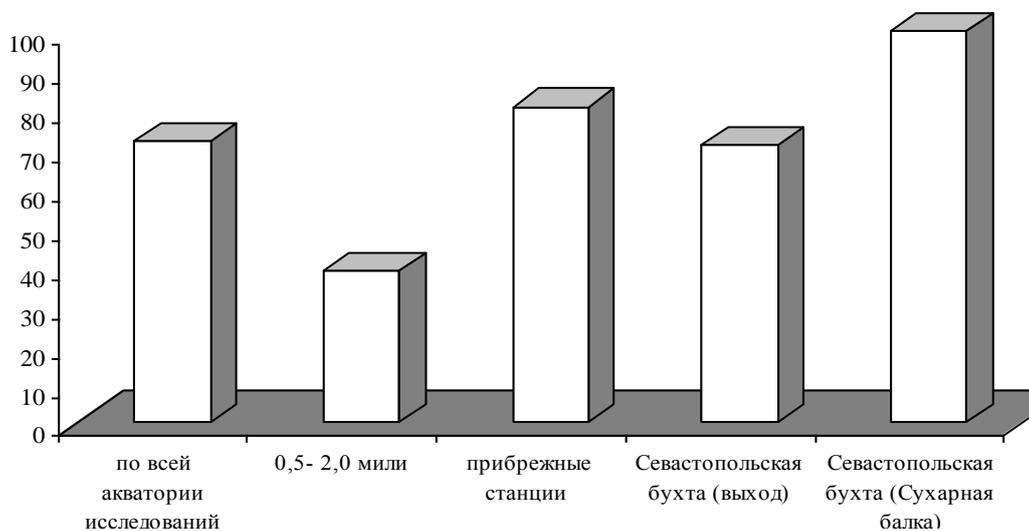


Рис. 8 Процент мертвой икры в ихтиопланктонных пробах в различных районах исследований прибрежной акватории Севастополя в 2008 г.

Fig. 8 Percentage of death pelagic eggs in ichthyoplankton samples in different regions of the coastal waters of Sevastopol in 2008

Изменение структуры видового состава личинок рыб, по-видимому, связано со снижением результативности нереста пелагофильных видов рыб в данном районе исследований. Пелагическая икра с тонкой проницаемой оболочкой более подвержена влиянию различного рода загрязнителей, чем икра демерсальная, а особенности экологии размножения рыб с демерсальной икрой способствуют её почти 100 % оплодотворению [4, 7, 8, 14, 17].

Морской экологический журнал, № 1, Т. IX. 2010

Увеличение смертности икры, по сравнению с 1960-ми гг., может быть также связано с ухуд-

шением качества половых продуктов производителей [15].

Табл. 6 Показатели смертности пелагической икры различных видов рыб в летний период 1967, 1998-2003 гг. в прибрежной акватории Севастополя. (В числителе – количество проанализированных икринок рыб, экз., в знаменателе – доля мертвой и икры с аномалиями в развитии, %)

Table 6 Parameters of death rate of the pelagic eggs of the different species of fishes during the summer period of 1967, 1998-2003 (in numerator – quantity of analyzed pelagic eggs, in a denominator – % of dead eggs and eggs with abnormal development)

	Район бухты Круглой*					Прибрежная акватория, включая район бухты Круглой					
	1967	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008
<i>Engraulis encrasicolus</i>	309	367	518	217	30	128	97	380	125	357	91
<i>ponticus</i>	79.6	77.9	43.6	96.1	83.3	62.0	70.4	74.9	47.2	61.8	83.9
<i>Trachurus mediterraneus</i>	76	102	-	12	6	56	255	204	89	8	54
<i>ponticus</i>	19.7	91.2		58.3	83.3	45.5	53.9	59.9	33.0	13.0	65.1
<i>Diplodus annularis</i>	92	448	254	134	203	72	423	241	79	11	52
	13.0	29.7	22.1	85.8	83.7	76.5	88.8	63.4	69.7	27.3	72.3
<i>Mullus barbatus ponticus</i>	178	70	1001	152	12	67	207	190	90	39	111
	46.1	67.1	46.8	96.7	33.3	57.6	80.3	68.5	27.8	36.4	96.8
Доля мёртвой икры, %	42.6	70.3	42.9	78.1	89.5	62.4	67.8	69.4	42.5	56.9	80.1
Проанализировано икры, экз.	1185	2529	1891	544	257	343	1128	1261	415	454	367

Примечание: * - по [11]

Выводы. 1. В 2002 – 2008 гг. видовой состав ихтиопланктона в прибрежной акватории юго-западного Крыма был сопоставим с таковым 1960-х годов (коэффициент видового сходства 0.9). Среднегодовой процент увеличения видов ихтиопланктонных организмов за 7-летний период составил 85 %. **2.** Несмотря на межгодовые колебания средней численности ихтиопланктона в горизонтальных поверхностных ловах, отмечены стабильный среднегодовой рост численности, как икры, так и личинок рыб. Среднегодовой процент увеличения численности пелагической икры за 7-летний период составил 129, а личинок – 132 %. Средняя численность личинок в летний период 2008 г. превысила уровень 1967 и 1986 гг. и составляла 66 экз./100 м³. **3.** Межгодовые изменения видового разнообразия ихтиопланк-

тона и логнормальное распределение видов по значимости свидетельствуют об установлении относительной стабильности состояния ихтиопланктона в исследованный период. **4.** Высокая смертность пелагической икры и смена видо-доминантов среди личинок рыб в пользу непромысловых оседлых видов, а также увеличение доли «прочих» видов в ихтиопланктоне, по сравнению с 1960-ми гг., позволяют говорить об изменениях в видовой структуре ихтиопланктонного комплекса и снижении нерестовой значимости данной акватории для промысловых видов-мигрантов.

Благодарности. Приношу искреннюю благодарность уважаемым рецензентам за критические замечания, сделанные при ознакомлении с рукописью статьи, все они приняты и учтены при подготовке статьи к печати.

1. Гордина А. Д., Климова Т. Н. Ихтиопланктон Севастопольских бухт / Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия – К.: Наук. думка, 1993. – С. 100 – 111.
2. Гордина А. Д., Салехова Л. П., Климова Т. Н. Видовой состав рыб как показатель современ-

ного состояния прибрежной экосистемы юго-западного шельфа Крыма // Мор. экол. журн. – 2004. – 3, № 2. – С.15 – 24.

3. Гордина А. Д., Ткач А. В., Севрикова С. Д. Реакция ихтиопланктона портовых зон Чёрного

- моря на антропогенное воздействие // Гидробиол. журн. – 1999. – **35**, №4. – С. 88 – 95.
4. Гордина А. Д., Цыцугина В. Г., Овсяный Е. И. и др. Состояние икры пелагических рыб в прибрежных водах Чёрного моря у г. Севастополя // Гидробиол. журн. – 2004. – **40**, № 1. – С. 43 – 55.
 5. Губанов В. И., Стельмах Л. В., Клименко Н. П. Комплексные оценки качества вод Севастопольского взморья (Чёрное море) // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 76 – 80.
 6. Дехник Т. В. Ихтиопланктон Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1973. – 235 с.
 7. Дехник Т. В. 1979. Динамика численности, выживания и элиминации икринок и личинок массовых рыб // Основы биологической продуктивности Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1979. – С. 272 – 279.
 8. Дехник Т. В., Дука Л. А., Калинина Э. М. и др. Размножение и экология массовых рыб Чёрного моря на ранних стадиях онтогенеза. – К.: Наук. думка, 1970. – 211 с.
 9. Зайцев Ю. П. Экологическое состояние шельфовой зоны Чёрного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиол. журн. – 1992. – **28**, №4. – С. 3 – 18.
 10. Калинина Э. М. К вопросу об эффективности нереста черноморских пелагофильных рыб / Самоочищение, биопродуктивность и охрана водоемов и водотоков Украины – К.: Наук. думка, 1975. – С. 172 – 173.
 11. Климова Т. Н. Долговременные изменения летнего ихтиопланктона в районе бухты Круглая (Севастополь, Чёрное море) // Мор. экол. журн. – 2006. – **5**, №2. – С.33 – 45.
 12. Климова Т. Н., Вдодович И. В., Загородняя Ю. А., Доценко В. С. Ихтиопланктон Феодосийской бухты в декабре 2006 г. // Вопр. ихтиологии, – 2009. – Т.49, №2. – С.233 – 239.
 13. Ковалев А. В., Мельников В. В. и др. Макрзоопланктон // Планктон Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1995. – С. 183 – 193.
 14. Миронов О. Г., Гордина А. Д., Руднева И. И., Гавенаускайте Т. Л. Влияние нефти и нефтепродуктов на некоторых гидробионтов Севастопольской бухты (экспериментальные исследования) // Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. – К.: Наук. думка, 1995. – С. 46 – 57.
 15. Овен Л. С. Резорбция вителлогенных ооцитов как индикатор состояния популяций черноморских рыб и среды их обитания. // Вопр. ихтиологии. – 2004. – **44**, №1. – С. 124 – 129.
 16. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. – **II**. – 373 с.
 17. Патин С. А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищ. пром.-сть, 1979. – 304 с.
 18. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 255 с.
 19. Расс Т. С. Регион Чёрного моря и его продуктивность // Вопр. ихтиологии. – 2001. – **41**, №6. – С. 742 – 749.
 20. Салехова Л. П., Гордина А. Д., Климова Т. Н. Ихтиофауна прибрежных вод юго-западного Крыма в 2003-2004 гг. // Вопр. ихтиологии. – 2007. – **47**, №2. – С.173 – 187.
 21. Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. – М.: Изд.-во МГУ, 1980. – 462 с.
 22. Цихон-Луканина Е. А., Резниченко О. Г., Лукашева Т. А. Питание гребневика - мнемипсиса // Рыбн. хоз-во. – 1995. – №4. – С. 46 – 47.
 23. Finenko G. A., Romanova Z. A., Abolmasova G. I. et al. Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plankton community in Sevastopol Bay, the Black Sea // J. Plankton research. – 2003. – **25** (5). – P. 539 – 549.
 24. Gucu A. C. Can overfishing be responsible for the successful establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2002. – **54**. – P. 439 – 451.
 25. Kideys A. E., Gordina A. D., Bingel F., Niermann U. The effect of environmental conditions on the distribution of eggs and larvae of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black Sea // ICES J. Mar.Sci., – 1999. – V. 56. – P. 58 – 64.
 26. Margalef R. Information theory in ecology. – Gen. Syst., 1958. – **3**. – P. 36 – 71.
 27. Pielou E. C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession // J. Theoret. Biol. – 1966. – **10**. – P. 370 – 383.
 28. Prodanov K., Moncheva S. et al. Resent ecosystem trends a long the Bulgarian Black Sea coast // Трудове на Институту по океанология. – 2001. – **3**. – С. 110 – 127.
 29. Shannon C. E., Weave W. The mathematical theory of communication / Urbana, Univ. of Illinois Press, 1949. – 117 pp.
 30. Simpson E. H. Measurement of diversity. – Nature, 1949. – **163**. – 688 pp.

Поступила 30 марта 2009 г.

После доработки 14 декабря 2009 г.

Іхтіопланктон прибережних вод південно-західного Криму в 2002 – 2008 рр. Т. М. Климова. На підставі літературних даних і матеріалів моніторингових досліджень в 2002 – 2008 р., проведений порівняльний аналіз сучасного стану іхтіопланктону в прибережних водах південно-західної частині Кримського півострова (Севастопольський регіон). Показано динаміку чисельності, виживання й видового різноманіття іхтіопланктону. Відзначений середньорічний ріст чисельності як ікри, так і личинок риб, і відновлення видового складу до рівня 1960-х років (коефіцієнт видової подібності 0.9). Позитивні зміни у видовому різноманітті іхтіопланктону й логнормальний розподіл видів за значимістю свідчать про стабільний стан іхтіопланктону протягом дослідженого періоду. Однак зменшення частки личинок раніше домінуючих промислових видів-мігрантів та збільшення малоцінних осілих видів указує на зниження значимості прибережної акваторії Севастополя у формуванні поколінь промислових видів риб.

Ключові слова: іхтіопланктон, видове різноманіття, прибережна акваторія Чорного моря

Ichthyoplankton in coastal waters of southwestern Crimea in 2002 – 2008. T. N. Klimova. Comparative analyses of current status of ichthyoplankton in coastal waters of southwestern Crimea (Sevastopol region) based on literature data and ichthyoplankton samples collected in 2002-2008. The dynamics of abundance, survival, species diversity of ichthyoplankton are shown. The increase of average abundance of eggs as well as larvae and recovery species numbering up to standard of sixties of XX century is significant (Index of Species Similarity – 0.9). The positive long-term changes in species diversity of ichthyoplankton and the lognormal distribution of species by value, testify the stable condition of ichthyoplankton in investigated period. However, the replacement of dominant commercial migrant species of fish larvae in favor of little value resident species, testifies lowering of the importance of the coastal waters of Sevastopol as region of generation of commercially important species of fishes.

Key words: ichthyoplankton, species diversity, coastal water of the Black Sea

ЗАМЕТКА

On finding of *Archesola typhlops* (Sars, 1920), the harpacticoid new for the Black Sea, at depths more than 100 m [Нахождение нового для Черного моря вида гарпактикоид *Archesola typhlops* (Sars, 1920) на глубинах более 100 м. Знаходження нового для Чорного моря виду гарпактікоїд *Archesola typhlops* (Sars, 1920) на глибинах понад 100 м]. Materials were collected with up-to-date samplers during the expedition M 72/2 MICROHAB to the northwestern and northeastern Black Sea on board the R/V Meteor (Germany). In sediments taken from the sea bottom from 24 February to 10 March 2007 at depths 120, 130, 150 and 170 m the harpacticoid *Archesola typhlops* (Sars, 1920) (Copepoda, Harpacticoida), formerly unknown in the Black Sea was found as adult females, males, and copepodites at different stages. Half a century ago in Romanian coastal sea water *Archesola typhlops pontica*, a subspecies of the genus *Esola*, was found at 69 m depth and described as new for the Black Sea (Por, 1959). The subspecies differed from the basic species in the number of setae on the exopodite of female individuals. Harpacticoids in our samples were identical to the typical species *Archesola typhlops*. Presumably the recently found *A. typhlops* inhabit hypoxic biotopes and might be a marker of this zone. **Acknowledgements.** This work supported by the European Union, projects HIPOX 226213 and HERMES GOCE - CT – 2005 – 511234. **E. A. Kolesnikova**, Ph.D. (Biol., leading researcher), Institute of Biology of the Southern Seas, National Academy of Sciences of Ukraine, Sevastopol, Crimea, Ukraine.