

МАКРО- И ИХТИОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ КРЫМА
ЛЕТОМ 2016 Г.

С.М. Игнатьев, В.В. Мельников¹, Т.Н. Климова, Л.А. Мельник¹, В.В. Губанов,
М.А. Бирюкова¹

ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН (ИМБИ),
РФ, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2

E-mail: s-ignat2004@mail.ru

¹Институт природно-технических систем, РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28

E-mail: sevlin@rambler.ru

В результате объединения совместно полученных научных данных ИМБИ и ИПТС¹ впервые за последние годы получена детальная информация по распределению макро- и ихтиопланктона в летнее время вдоль всего побережья Крыма. Показано, что максимальная численность желетелых достигала 15 экз·м⁻³ (при средних значения 1,2 экз·м⁻³). По численности доминировали плеуробрахия (59,1%) и аурелия (39,3%), при 1,6% у мнемиописса. По биомассе абсолютно доминирует аурелия (99,6%). Гребневик берое в пробах отсутствовал. В Чёрном море были отмечены икра и личинки 29 видов рыб из 18 семейств. Максимальная численность икры и личинок рыб наблюдалась в районе Керченского пролива, где она достигала соответственно 340 и 90 экз·м⁻². В Азовском море нерестилась только хамса *Engraulis encrasicolus*, численность её икры колебалась от 150 до 500 экз·м⁻², а личинок – от 12 до 30 экз·м⁻².

Ключевые слова: желетельные, ихтиопланктон, мониторинг, Чёрное море, экология.

Введение. Климатические изменения Чёрного моря, произошедшие за последние 20 лет, привели к существенной перестройке его экосистемы, кардинальным изменениям в структуре и количественном распределении желетелого макропланктона – основного потребителя планктона. После вторжения тепловодного вселенца *Mnemiopsis leydi* в 1982 г. наступила деградация экосистемы Чёрного моря: поверхностный слой моря превращался в летнее время в сплошной кисель из хищных вселенцев, которые моментально размножались, потребляя молодь всего живого, включая икру и личинок рыб [1–4]. Однако прошло еще несколько лет и в море появился новый желетелый хищник *Beroe ovata*, который стал питаться первым вселенцем и экосистема Черного моря вновь изменилась [5, 6], так же как и его рыбопродуктивность. Поэтому обширные по площади и единовременные мониторинговые исследования Чёрного моря приобрели особую актуальность.

Материалы и методы. Настоящая работа основана на результатах двух совместных экспедиций ИПТС и ИМБИ

в июне 2016 г. (64 рейс ГС «Донузлав» и 86 рейс НИС «Профессор Водяницкий» соответственно)¹, что дало возможность оценить пространственно-временное распределение таксономического состава и обилия макро- и ихтиопланктона на обширной акватории Чёрного моря. Работы выполнялись на 99 станциях вдоль всего побережья Крыма (рис. 1). Для сбора проб планктона использовали сети Хензена (0,7 м²) и БР (0,5 м²), оборудованных ситом 400 мкм. Сетные ловы выполнялись в режиме вертикальных ловов (0–100 м; 0–135 м) и от дна до поверхности на мелководных станциях. Желетелый макропланктон измерялся в свежем виде на борту судна по стандартным методикам. Биомассу макропланктона рассчитывали как произведение численности и средней сырой массы каждой размерной группы (табл. 1). Тотальная биомасса рассчитывалась как сумма биомасс всех размерных групп в популяции.

¹Работы выполнены при поддержке гранта РГО 11/2016-Р и на основании Договора о научно-техническом сотрудничестве между ИМБИ и ИПТС от 23.11.16.

Численность и биомасса желетелых и ихтиопланктона пересчитывались на квадратный метр водной поверхности или объем профильтрованной воды. Ихтиопланктонные пробы фиксировались

2-процентным раствором формалина и обрабатывались в лабораторных условиях под бинокуляром МБС-10. Икра и личинки определены до вида по [7].

Таблица 1. Зависимость сырой массы (WW, мг) от размеров тела (D – диаметр, L – орально-aborальная длина, мм) у трех видов желетелого макропланктона Чёрного моря

Вид	Уравнение	Размерный диапазон, мм	Масса, г	Ссылка
<i>Aurelia aurita</i>	WW=0,053 D ^{2,98}	2–247	0,99	[1, 2]
<i>Mnemiopsis leidyi</i>	WW=1,31 L ^{2,49}	5–70	0,99	[1]
<i>Pleurobrachia pileus</i>	WW=0,682 L ^{2,52}	3–25	–	[1]

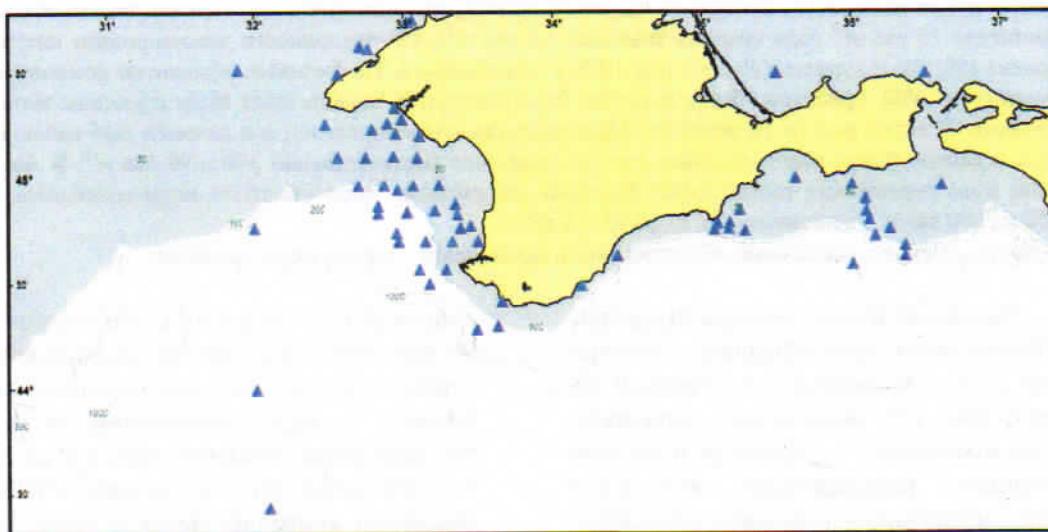


Рис. 1. Карта-схема совместных экспедиционных исследований

Результаты и обсуждение. Макропланктон. Установлено, что желетелый макропланктон в исследуемый период был представлен одним видом медуз (*Aurelia aurita*) и тремя видами гребневиков (*Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* и *Pleurobrachia pileus*). Повсеместно по биомассе доминировала тепловодная медуза аурелия (99,6%). По численности холодолюбивая плеуробрахия составляла 59,1%, а аурелия 39,3 %, доля гребневиков-вселенцев не превышала 1,6% (рис. 2). Количественное распределение желетелого макропланктона носило неравномерный характер – от 0,3 до 537,0 г·м⁻³: высокие значения биомассы были зарегистрированы у Севастополя и Евпатории, минимальные – у южного побережья Крыма (рис. 3, 4). Состав и

обилие желетелых гидробионтов зависели от распределения температуры воды в море. Столь невысокое обилие желетелых создавало благоприятные условия развития кормового планктона и ихтиопланктона. Медуза аурелия была представлена особями с диаметром купола от 8 до 188 мм (средний размер 52 мм), с доминирующими размерными классами 30–100 мм (рис. 3). Максимальные величины ее биомассы (94–120 г·м⁻³) были отмечены в слегка распресненных участках с высоким уровнем эвтрофирования. Обилие *A. aurita* возрастало в направлении от шельфа к зоне континентального склона, снижаясь в глубинной части моря. Вдоль берега Крыма её биомасса нарастала от Карадага до Евпатории. Распределение медузы *A. aurita* по аква-

тории моря было крайне неоднородным (рис. 4 а, б).

Традиционный для Чёрного моря холодноводный гребневик плевробра-

хия распределялся достаточно равномерно, его средняя биомасса достигала $16 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$, при доминировании особей размерного класса 10–13 мм.

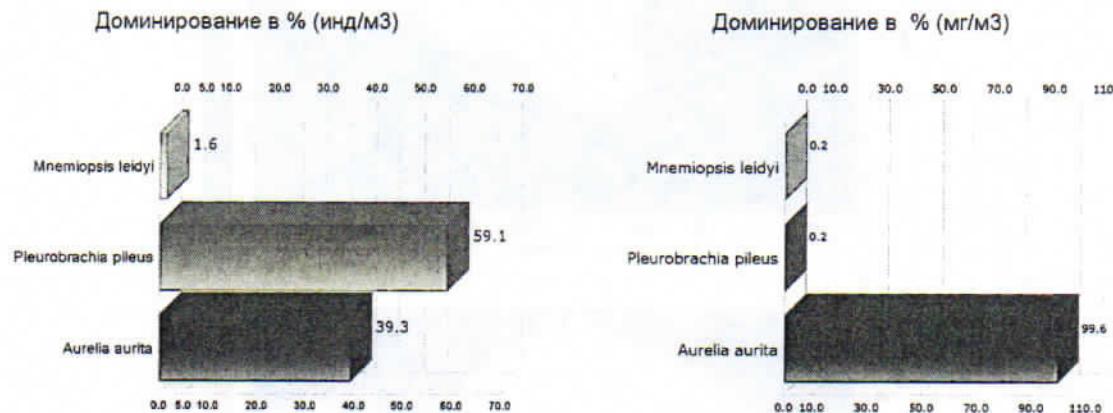


Рис. 2. Доминирующие (в %) группы макропланктона по численности и биомассе

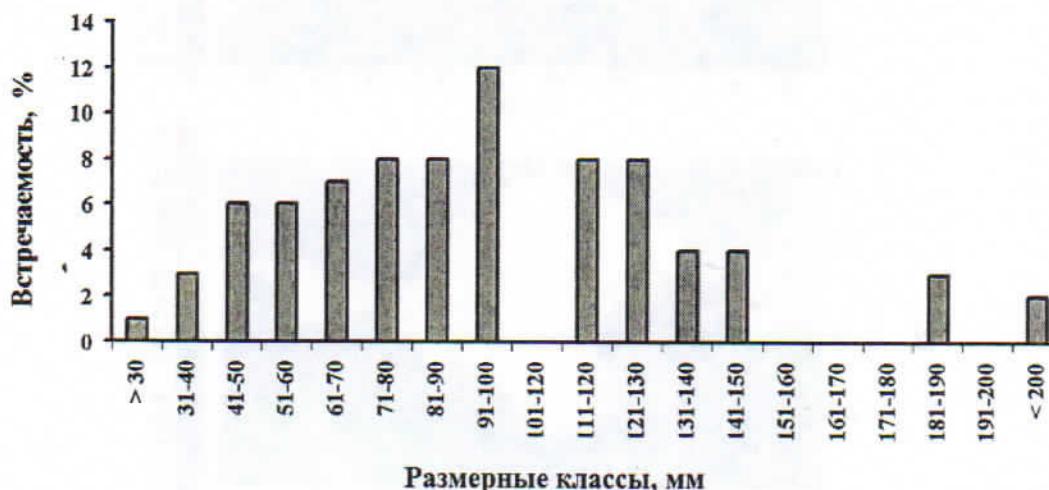


Рис. 3. Размерная структура медузы *A. aurita* (процент от численности) у берегов Крыма

Гребневик-вселенец *Mnemiopsis leidyi* был представлен особями длиной тела от 10 до 93 мм (средняя длина 40 мм). Его размерная структура описывается двухвершинной кривой: первый пик численности (39%) представлен относительно мелкими особями длиной тела 10–30 мм; второй пик (33%) – крупными, половозрелыми особями – 50–70 мм (рис. 5). Биомасса *M. leidyi* также варьировала в широких пределах от $7,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ на Карадагском разрезе до $103 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ – у мыса Айя (рис. 6).

Ихтиопланктон. На всем шельфе Крымского полуострова наблюдался нерест умеренно водных и теплолюбивых видов рыб. Карта-схема пространственного распределения ихтиопланктона представлена на рис. 7. Если в Азовском море нерестилась только хамса *Engraulis encrasicolus*, то в Чёрном море были отмечены икра и личинки 29 видов рыб из 18 семейств. В Азовском море численность икры хамсы колебалась от 150 до 500 экз. $\cdot \text{м}^{-2}$, а личинок – от 12 до 30 экз. $\cdot \text{м}^{-2}$ (рис. 7, табл. 2).

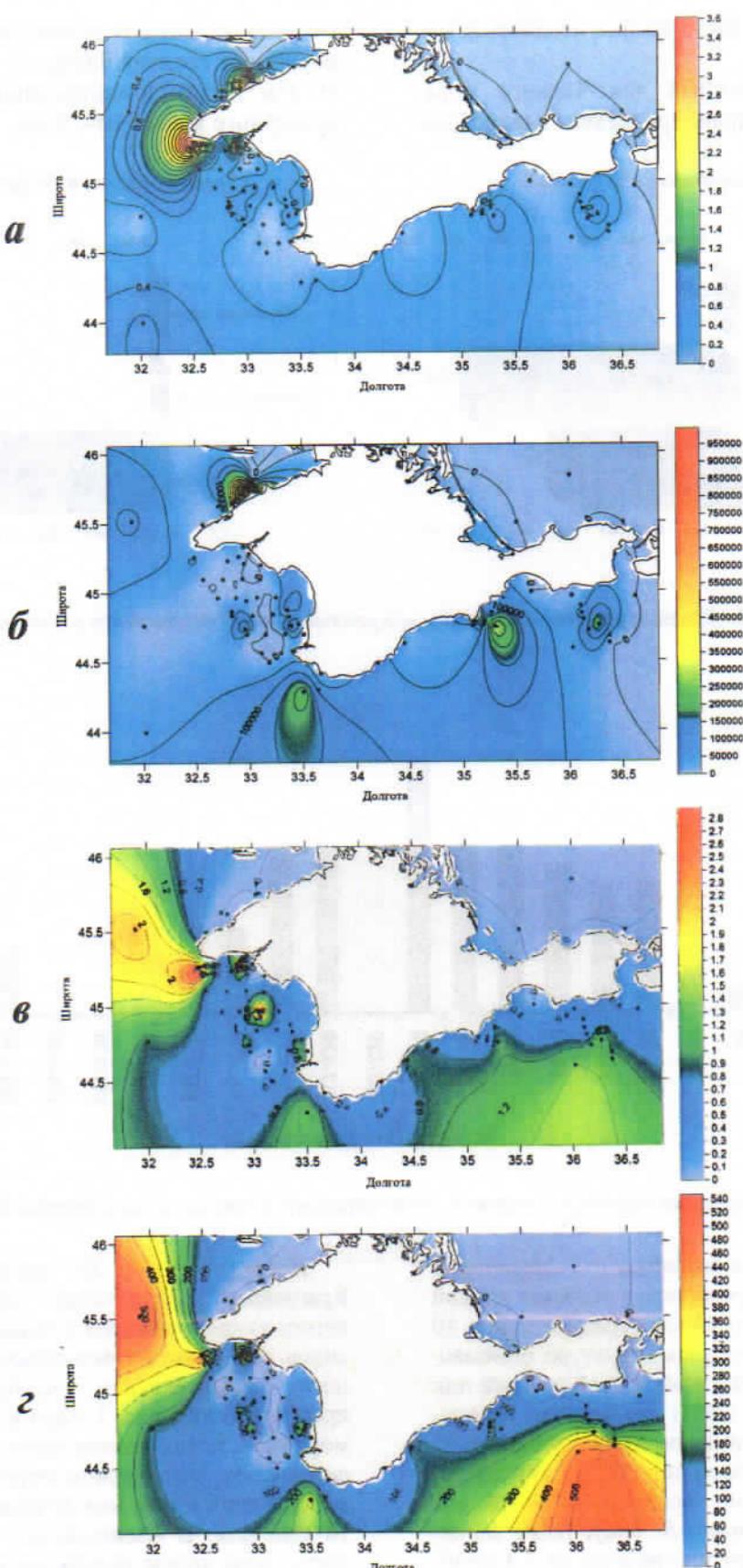


Рис. 4. Распределение численности ($\text{экз} \cdot \text{м}^{-3}$) и биомассы ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) медуз *A. aurita* (а, б) и гребневика *P. pileus* (в, г, соответственно)

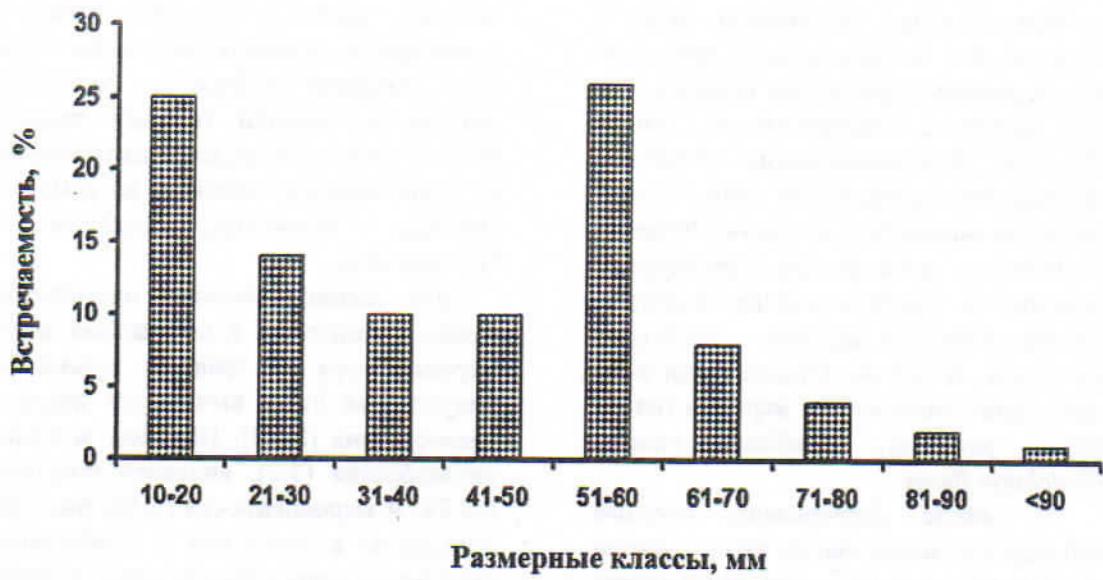


Рис. 5. Размерная структура гребневика *M. leidyi* у берегов Крыма

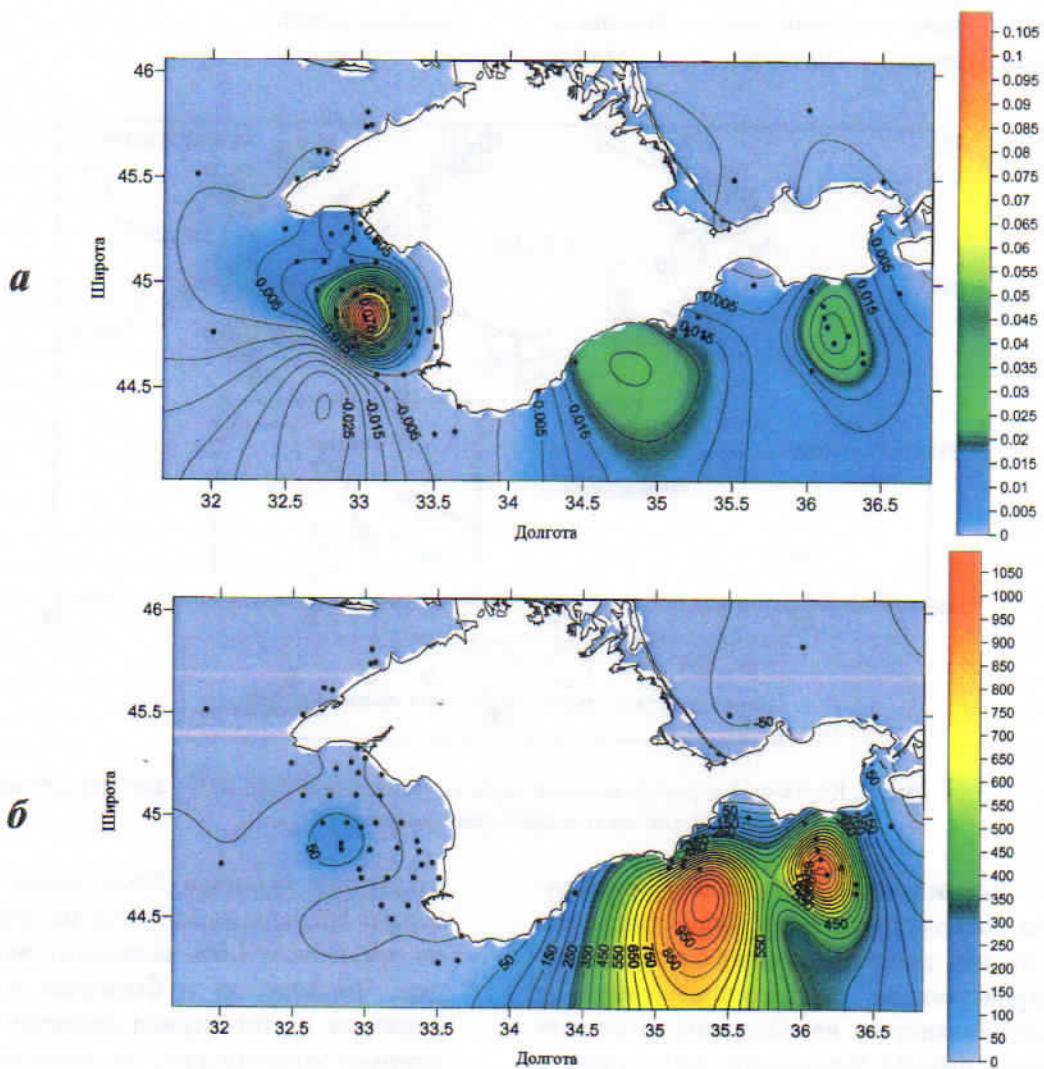


Рис. 6. Численность (а) и биомасса *M. leidyi* (б) у берегов Крыма

Максимальная численность икры и личинок рыб в Чёрном море наблюдалась в районе Керченского пролива, где она достигала соответственно 340 и 90 экз. \cdot м $^{-2}$. Таксономический состав ихтиопланктона представлен в табл. 2. Над глубиной выше 50 м от бухты Ласпи до Керченского предпроливья продолжали нереститься умеренноводные шпрот – *Sprattus sprattus* и мерланг – *Merlangius merlangus*. В районе Судака были пойманы единичные живые икринки (на VI этапе развития) камбалы глоссы *Platichthys flesus*.

В районе Керченского пролива наблюдался интенсивный нерест камбалы калкана, максимальная численность икры составляла 312 экз. \cdot м $^{-2}$. От Евпатории до Керченского пролива были отмечены икра и личинки промысловых видов рыб: ставриды *Trachurus mediterraneus*, султанки – *Mullus*

barbatus, карася – *Diplodus annularis*, единичными экземплярами были встречены икринки луфаря – *Pomatomus saltatrix* и личинки горбыля темного *Sciaena umbra*. На мелководных станциях были пойманы личинки из семейств Gobiidae, Blenniidae, Labridae и Gobiesocidae.

Для оценки состояния ихтиопланктонного комплекса в шельфовых водах Чёрного моря на траверзе Крымского полуострова были вычислены индексы разнообразия [8–10]. Индексы видового разнообразия (3,2), видового богатства (18,24) и выровненности (0,66) были сопоставимы с таковыми в прибрежных акваториях моря в разгар нереста теплолюбивых видов рыб, что свидетельствовало о благоприятных условиях для обитания ихтиопланктона в период наших исследований.

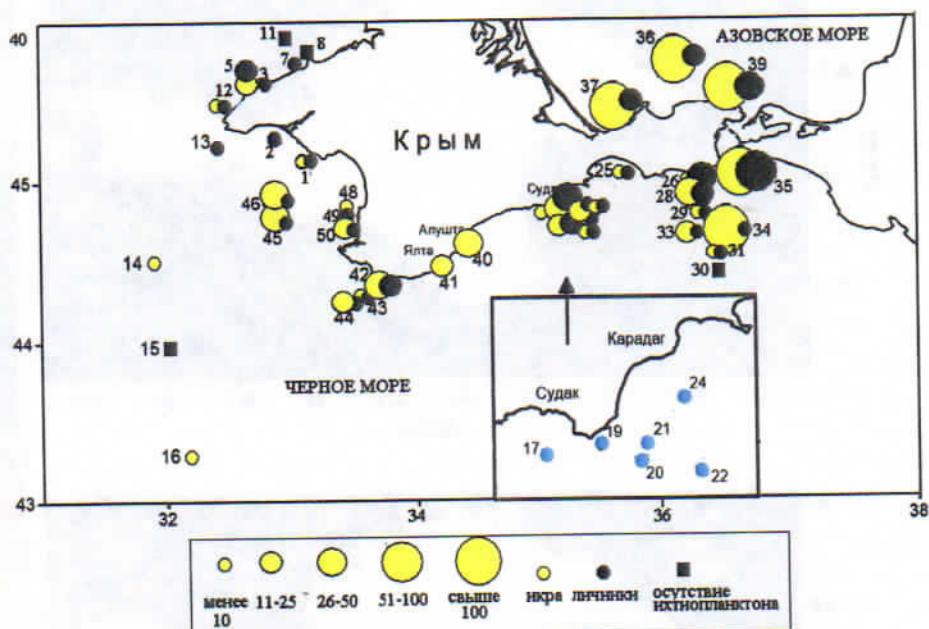


Рис. 7. Карта-схема распределения икры и личинок рыб (экз. \cdot м $^{-2}$) в шельфовых водах Крымского полуострова в июне 2016 г.

Заключение. Полученные результаты позволили оценить современное состояние, таксономический состав и пространственное распределение макро- и ихтиопланктона на обширной акватории всего шельфа Крымского полуострова в Чёрном и Азовском морях в начале летнего нерестового сезона. Несмотря на

отсутствие хищника *Beroe ovata*, количество *Mnemiopsis leidyi* по численности не превышало 1,6% желетельных всех видов. Численность и биомасса макропланктона в этот период времени существенно уменьшились по сравнению с прошлыми годами [11, 12], что создало благоприятные условия для выживания

Таблица 2. Ихтиопланктон шельфовых вод Чёрного и Азовского морей (*м* – мёртвая)

Видовой состав	Чёрное море			Азовское море		
	Икра		Личинки	Икра		Личинки
	ЭКЗ. \cdot м $^{-2}$	% $, \text{м}$	ЭКЗ. \cdot м $^{-2}$	ЭКЗ. \cdot м $^{-2}$	% $, \text{м}$	ЭКЗ. \cdot м $^{-2}$
Engraulidae						
<i>Engraulis encrasicolus</i>	5,12	67,6	0	373,33	79,3	18,67
Clupeidae						
<i>Sprattus sprattus</i>	0,73	53,3	0,05			
Gadidae						
<i>Merlangius merlangus</i>	1,90	61,5	0,20			
<i>Gadidae sp.</i>	–	–	0,10			
Ophididae						
<i>Ophidion rochei</i>	0,10	100,0	0			
Syngnathidae						
<i>Syngnathus schmidti</i>	–	–	0,29			
Scorpaenidae						
<i>Scorpaena porcus</i>	0,10	100,0	0			
Gobiesocidae						
<i>Lepadogaster candolii</i>	–	–	0,05			
<i>Diplecogaster bimaculata</i>	–	–	0,15			
Blenniidae						
<i>Parablennius sanguinolentus</i>	–	–	0,10			
<i>P. tentacularis</i>	–	–	0,05			
<i>P. zvonimiri</i>	–	–	0,10			
Callionymidae						
<i>Callionymus sp.</i>	0,10	0	0			
Gobiidae						
<i>Gobius niger</i>	–	–	4,49			
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	–	–	0,15			
<i>P. minutes</i>	–	–	0,24			
<i>P. pictus</i>	–	–	0,29			
<i>Gobius sp.</i>	–	–	0,05			
Labridae						
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	0,10	0	0			
<i>Syphodus cinereus</i>	–	–	0,05			
<i>S. ocellatus</i>	–	–	0,24			
<i>S. rostratus</i>	–	–	0,05			
Carangidae						
<i>Trachurus mediterraneus</i>	5,71	94,0	0,15			
Mullidae						
<i>Mullus barbatus</i>	4,68	73,9	0,10			
Pomatomidae						
<i>Pomatomus saltatrix</i>	0,20	0	0			
Scianidae						
<i>Sciaena umbra</i>	0		0,05			
Sparidae						
<i>Diplodus annularis</i>	0,10	0	0,63			
Scophthalmidae						
<i>Scophthalmus maeoticus</i>	7,80	99,4	0			
Pleuronectidae						
<i>Platichthys flesus</i>	0,05	0	0			
Средняя численность	26,59	80,4	7,58	373,33	79,3	18,67
Стандартное отклонение	62,06		14,8	197,79		9,87
Доверительный интервал	24,96		5,95	294,15		14,67

личинок рыб. Видовой состав ихтиопланктона был представлен 29 видами рыб из 18 семейств. Высокие индексы видового разнообразия, богатства и выровненности свидетельствовали о благоприятных условиях для выживания черноморского ихтиопланктона в июне 2016 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аболмасова Г.И. Скорость энергетического обмена у *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz в зависимости от температурных и пищевых условий // Гидробиологический журнал. 2001. Т. 37. № 2. С. 90–95.
2. Anninsky B.E., Finenko G.A., Datzyk N.A. The issues of the trophic ecology and assessment of the predatory impact of jellyfish *Aurelia aurita* L. (Coelenterata: Scyphozoa) on zooplankton in the Black Sea // Coast and Shelf. 2016. Inpress.
3. *Mnemiopsis leidyi*: скорость питания гребневиков в море и пищевой пресс популяции на кормовой зоопланктон / Г.А. Финенко, З.А. Романова, Г.И. Аболмасова [и др.] // Морской экологический журнал. 2010. Т. 9. № 1. С. 73–83.
4. Планктон Черного моря / под ред. А.В. Ковалева, З.З. Финенко. Киев: Наукова Думка, 1993. 279 с.
5. The Invasion of *Beroe ovata* in the Black Sea a warning signal for ecosystem concern / L. Kamburska, S. Moncheva, A. Konsulov [et al.]. Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Sciences // Proceed-
- ing of Institute of Oceanology. 2003. V. 4. P. 111–123.
6. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской: НАН Украины, Институт биологии южных морей. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2003. 511 с.
7. Дехник Т.В. Ихтиопланктон Черного моря. Киев: Наукова думка, 1973. С. 12–18.
8. Margalef R. Information theory in ecology // Gen Syst., 1958. 3. P. 36–71.
9. Shannon C.E., Weave W. The Mathematical Theory of Communication / Urbana, University of Illinois Press, 1949. 117 p.
10. Simpson E.H. Measurement of diversity // Nature, 1949. 163. 688 p.
11. Состояние желетелого макрозоопланктона в шельфовой зоне Крымского побережья Чёрного моря в 2009–2010 гг. / Г.А. Финенко, З.А. Романова, Г.И. Аболмасова [и др.] // Морской экол. журн. 2012. Т. 11. № 3. С. 17–24.
12. Исследование качественных и количественных характеристик распределения планктона в процессе развития прибрежного апвеллинга у берегов западного Крыма в июне 2016 г. / В.В. Мельников, Т.Н. Климова, С.М. Игнатьев [и др.] // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС. 2016. Вып. 6 (26). С. 106–114.

SUMMER MACRO- AND ICHTHYOPLANKTON OF CRIMEA COASTAL AREAS IN 2016

S.M. Ignatiev, V.V. Melnikov¹, T.N. Klimova, L.A. Melnik¹, V.V. Gubanov, M.A. Biryukova¹

Institute of Marine Biological Research, Russian Federation, Sevastopol, Nachimov Av., 2

¹Institute of Natural and Technical Systems, Russian Federation, Sevastopol, Lenin St., 28

For the first time in recent years, detailed information has been obtained on the distribution of macro- and ichthyoplankton in the summer period along the entire coast of the Crimea. It has been shown that the maximum number of jellyfish reached $15 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ (average value is $1,2 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$). Pleurobrachia (59,1%) and Aurelia (39,3%), were dominating species. Abundance of *Mnemiopsis* was only 1,6%. The *Aurelia* is absolutely dominant (99,6%) species in the biomass of jellyfish. Ctectenophora *Beroe* in the samples was absent. Eggs and larvae of 29 fish species from 18 families were noted in the Black Sea. The maximum number of eggs and larvae of fish was observed in the area of the Kerch Strait, where it reached respectively 340 and $90 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$. In the Sea of Azov, in ichthyoplankton was noted only anchovy *Engraulis encrasicolus*, its eggs varied from 150 to $500 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$, and larvae – from 12 to $30 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$.

Keywords: Jellyfish, ichthyoplankton, monitoring, Black Sea, ecology.