



УДК 574.583(262.5)

**ЗИМНИЙ ЖЕЛЕТЕЛЫЙ МАКРОПЛАНКТОН У БЕРЕГОВ КРЫМА**© 2016 г. **С. М. Игнатъев**, канд. биол. наук, с. н. с., **В. В. Губанов**, вед. инж., **Н. А. Дацык**, м. н. с.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

E-mail: s-ignat2004@mail.ru

Поступила в редакцию 08.09.2016 г. Принята к публикации 21.12.2016 г.

Впервые выполнен мониторинг состояния желетелого макропланктона у берегов Крыма от м. Тарханкут до Керченского предпроливья в зимний период. Его видовой состав был представлен 1 видом медуз (*Aurelia aurita*) и 3 видами гребневиков (*Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* и *Pleurobrachia pileus*). Повсеместно по биомассе доминировала аурелия (98 %), по численности — холоднолюбивые плеробрахия (67 %) и аурелия (25 %). Доля обоих гребневиков-вселенцев не превышала 8 %. Количественное распределение желетелого макропланктона носило неравномерный характер — от полного отсутствия до  $83,3 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$  (в среднем  $12,6 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ ). Высокие биомассы желетелых были зарегистрированы у Севастополя и Евпатории, минимальные — у южного побережья Крыма. Состав и обилие желетелых гидробионтов зависели от распределения температуры воды в море.

**Ключевые слова:** желетелый макропланктон, медузы, обилие, Чёрное море

Хищный желетелый макропланктон — важный компонент пелагических экосистем, способный при своём массовом развитии определять их состояние. Мониторинговые наблюдения за состоянием популяций желетелых гидробионтов позволяют выявить сезонные и многолетние тренды их изменчивости, оценить роль желетелых в трофической структуре пелагиали. Эти исследования, начатые еще в 1999 г. [3], были продолжены с 2010 г. [2, 4, 5]. Получены сведения о составе и распределении основных компонентов желетелого макропланктона, в частности выявлены зоны их повышенного обилия [3–5]. Несмотря на длительный период изучения желетелых в Чёрном море, зима (декабрь – февраль) в силу целого ряда объективных (погодные условия) и организационных причин выпадала из поля зрения исследователей. Только в декабре 2015 г. нами выполнен небольшой полигон (6 станций) в северо-восточной части моря. Были получены данные о составе и распределении желетелых на этой ограниченной акватории. Поэтому в настоящей работе представлены результаты изучения состава и обилия желетелого макропланктона у берегов Крыма в зимний период 2016 г.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Сбор материала был выполнен в 83-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в период с 27 января по 3 февраля 2016 г. в исключительной (12-мильной) зоне РФ. Выполнены 22 комплексные океанографические станции

от м. Тарханкут до Керченского предпроливья и в Азовском море на глубинах до 100 м (за исключением ст. 20 — 1040 м) (рис. 1).

Исследования проводили с использованием стандартных орудий лова и методов фиксации проб. Для сбора желетелого макропланктона использовали модифицированную сеть Богорова – Расса (БР), диаметр входного отверстия 80 см, ячей 300 мкм, которой производили вертикальные ловы от дна до поверхности. Пробы желетелого макропланктона обрабатывали немедленно после их отбора. Диаметр купола медуз (расстояние между статоцистами) и орально-аборальную длину гребневиков измеряли с точностью до 1 мм в момент максимального расслабления особей на градуированной стеклянной пластине. Массу их тела находили, используя ранее установленные линейно-весовые соотношения (табл. 1).

Биомассу рассчитывали как произведение численности и средней сырой массы каждой размерной группы, общую биомассу — как сумму биомасс всех размерных групп в популяции. Численность и биомассу макропланктона пересчитывали на квадратный метр водной поверхности или объём профильтрованной воды.

Данные о распределении поля температуры и солёности получены с помощью гидробиофизического комплекса «Сальпа М» в дрейфе в режиме многократного вертикального зондирования [7]. Для анализа использована система автоматизированной обработки данных «Оперативная биоокеанография: MacroSeaMap» [6].

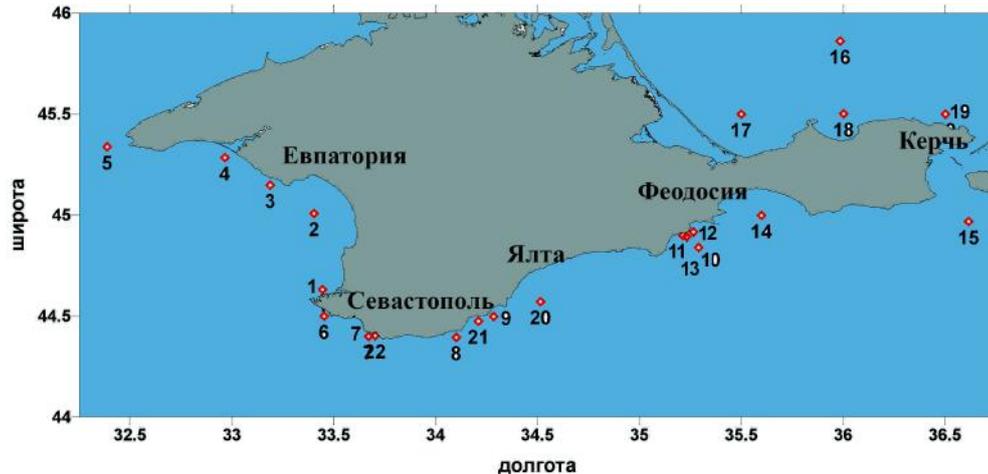


Рис. 1. Карта-схема распределения планктонных станций

Fig. 1. Scheme of distribution of planktonic stations

**Таблица 1.** Зависимость сырой массы (WW, мг) от размеров тела (D — диаметр, L — орально-аборальная длина, мм) у четырёх видов желетелого макропланктона Чёрного моря

**Table 1.** The dependence of the wet weight (WW, mg) of body size (D — diameter, L — oral-aboral length, mm) of four species of gelatinous macroplankton of the Black Sea

Вид	Уравнение	Размерный диапазон, мм	Масса, г	Ссылка
<i>Aurelia aurita</i>	$WW = 0.053 D^{2.98}$	2–247	0.99	[1]
<i>Mnemiopsis leidy</i>	$WW = 1.31 L^{2.49}$	5–70	0.99	[1]
<i>Beroe ovata</i>	$WW = 0.85 L^{2.47}$	10–120	0.96	[1]
<i>Pleurobrachia pileus</i>	$WW = 0.682 L^{2.52}$	3–25	–	[1]

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведение исследований проходило в неблагоприятных условиях, при постоянном волнении 3–4 балла. Температура в поверхностном слое изменялась от 7.24 °C на ст. 5 у мыса Тарханкут до 9.6 °C на станциях в районе Ялты, в районе Керчи на ст. 15 температура составляла 8.8 °C. Температура воды на станциях, выполненных в Азовском море, — 0.5–1.4 °C. Диапазон температур воды, за исключением Азовского моря, не критичен для вселенцев, а для холодноводных аборигенных видов — в пределах оптимума [1, 8].

Солёность в слое 0–10 м в Чёрном море на ст. 1–15, 20–22 составляет 18,1 ‰, на ст. 16–19 в Азовском море — 13.7–13.9 ‰ (рис. 2, 3) [7].

Желетелый макропланктон в районе исследований был представлен одним видом медуз — *Aurelia aurita* (L.) и тремя видами гребневиков — *Mnemiopsis leidy* (Agassiz), *Pleurobrachia pileus* O. Müller и *Beroe ovata* Mayer. По биомассе доминировала *A. aurita* (98 % от общей биомассы желетелых), по численности — плеуробрахия (67 %) и аурелия (22 %). Суммарная относительная биомасса гребневиков-вселенцев в среднем составляла 13 %. Вдоль берега Крыма среднее относительное обилие аурелии ко-

лебалось от 9 до 43 %, плеуробрахии — от 32 до 77 % (табл. 2).

Количественное распределение желетелого макропланктона зимой 2016 г. отличалось большой неравномерностью (рис. 4–5). Значения общей биомассы у берегов Крыма в Чёрном море варьировали в широких пределах — от полного отсутствия до 83.3 г·м<sup>-3</sup> (в среднем — 12.6 г·м<sup>-3</sup>), т. е. различались почти на два порядка величин. Высокие биомассы зарегистрированы в районах Севастополя и Евпатории, минимальные — у южного побережья Крыма.

В Чёрном море медузы были отмечены практически на всех станциях. Их биомасса достигала 18 г·м<sup>-3</sup> (р-н Массандры). Распределение медуз характеризуется выраженной неоднородностью с более высокими величинами численности и биомассы в районе южного берега Крыма и более низкими — на станциях в западной части Чёрного моря (рис. 6А). Обилие медуз вдоль черноморского побережья Крыма нарастало от Карадага к Севастополю и Евпатории. В пробах часто встречались медузы со значительным количеством планул, что свидетельствует об их размножении в зимний период.

Аурелия была представлена крупными особями с диаметром купола 21–220 мм (средний диаметр — 93 мм), то

**Таблица 2.** Относительное обилие (% от численности) желателых у берегов Крыма в зимний период**Table 2.** The relative abundance (% of number) of gelatinous off the coast of the Crimea in the winter

Район	<i>A. aurita</i>	<i>B. ovata</i>	<i>M. leidy</i>	<i>P. pileus</i>
Западный Крым	24	7	10	59
Севастополь	15	1	7	77
Ялта	9	3	1	87
Феодосия	43	18	6	33

есть основную часть популяции составляли особи прошлой годней генерации. В западной, юго-восточной части крымского побережья и в районе Керчи размерная структура аурелии была сходной, здесь в равной степени (40–50 % общей численности) присутствовали медузы от 100 до 200 мм. Мелкие медузы до 50 мм составляли незначительную (не более 20 %) часть популяции. Неоднородной по размерам была популяция на южном побережье Крыма, основу её (до 70 %) составляли мелкие особи с размерами 0–100 мм, кроме того, здесь отмечены и самые крупные медузы — длиной более 200 мм. По-видимому, различия в обеспеченности пищей обусловили различия в скорости роста медуз в разных районах.

Гребневики-вселенцы *M. leidy* и *B. ovata* были отмечены примерно на 50–55 % станций в Чёрном море и полностью отсутствовали в Азовском море. Биомасса *M. leidy* варьировала в пределах 86–4788 мг·м<sup>-3</sup> (среднее значение 1595 мг·м<sup>-3</sup>). В юго-восточной части Чёрного моря мнемипосис наблюдался только на двух станциях, однако именно здесь отмечена его максимальная биомасса (рис. 7А). Структура популяции гребневика была представлена широким размерным диапазоном — от 10 до 65 мм, при этом доля более крупных животных 60–100 % отмечалась в западной и юго-восточной части Чёрного моря. На южном берегу Крыма популяция гребневиков до 45 % состояла из животных 15–25 мм (рис. 7Б).

Биомасса *B. ovata* варьировала в пределах 34,8–1316,6 мг·м<sup>-3</sup> (среднее значение 371,4 мг·м<sup>-3</sup>). Обилие гребневика *B. ovata* вдоль всего крымского побережья варьировало в небольших пределах, за исключением станций в районе Феодосии, где были отмечены максимальное значения (свыше 1 мг·м<sup>-3</sup>) (рис. 8А).

Популяция *B. ovata* во всех районах состояла из особей длиной 20–40 мм, при этом основу её образовывали неполовозрелые особи длиной 20–30 мм (50–70 % общей численности), в районе Керчи их доля достигала 100 % (рис. 8Б). Вероятно, это — зимующие животные прошлой годней генерации: при недостатке пищи и низких температурах наблюдается уменьшение их размеров. Холодноводный гребневик *Pleurobrachia pileus* присутствовал почти повсеместно с биомассой от 0,1 до 6,0 мг·м<sup>-3</sup>. Максимальные величины обилия были отмечены на ст. 20 в районе Алушты. Промежуточными, относительно равными значениями численности характеризовались станции

южного берега Крыма. В юго-восточной и западной части Чёрного моря, напротив, отмечены более низкие величины численности и биомассы (рис. 9А).

Во всех исследуемых районах преобладающей размерной группой в структуре популяции *P. pileus* были особи с диаметром до 10 мм (рис. 9Б). В более глубоководном районе южной части Крыма популяция представлена в более широком размерном диапазоне, однако доля животных от 11 до 20 мм незначительна (до 5 %).

В целом «зимний» состав, размерная структура и уровень обилия желателых у берегов Крыма близки к аналогичным показателям в прибрежных водах Севастополя [4]. В то же время полученные результаты свидетельствуют о существовании определённых различий в структуре и количественном развитии желателого макропланктона у южного и западного побережий Крыма.

#### Выводы:

1. В зимний период у берегов Крыма желателый планктон представлен характерными для Чёрного моря видами — медузой *A. aurita* и 3 видами гребневиков (*M. leidy*, *B. ovata* и *P. pileus*). По численности доминировал холодноводный гребневик *P. pileus*, по биомассе — *A. aurita*.
2. Количественное распределение желателого макропланктона носило неравномерный характер — от полного отсутствия до 83,3 г·м<sup>-3</sup> (в среднем 12,6 г·м<sup>-3</sup>). Высокие биомассы зарегистрированы в районах Севастополя и Евпатории, минимальные — у южного побережья Крыма.
3. Распределение медуз характеризуется выраженной неоднородностью с более высокими величинами численности и биомассы в районе южного берега Крыма и более низкими — на станциях в западной части Чёрного моря.
4. Гребневики-вселенцы отмечены примерно на половине станций с размерной структурой, характерной для зимнего периода. Распределение гребневиков — равномерное, за исключением зон повышенного обилия в районе Ялты (плеуробрахия) и Феодосии (берое).
5. Полученные результаты свидетельствуют о существовании определённых различий в структуре и количественном развитии желателого макропланктона у южного и западного побережий Крыма.

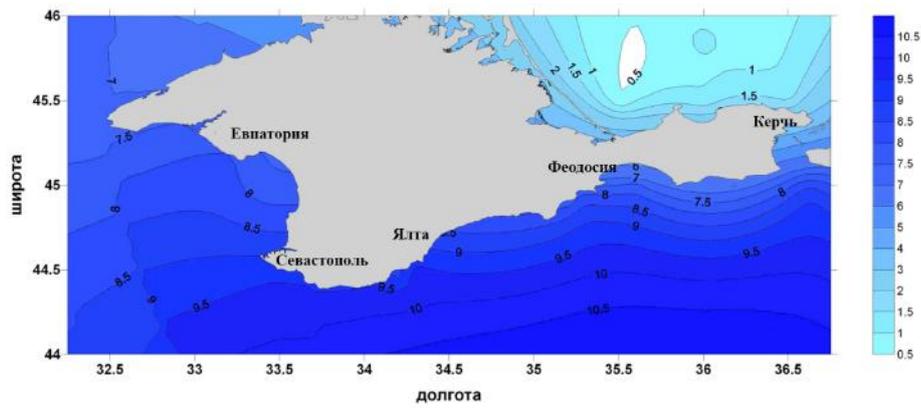


Рис. 2. Распределение температуры (°C) в слое 0–10 м

Fig. 2. Distribution of temperature (°C) in a layer of 0–10 m

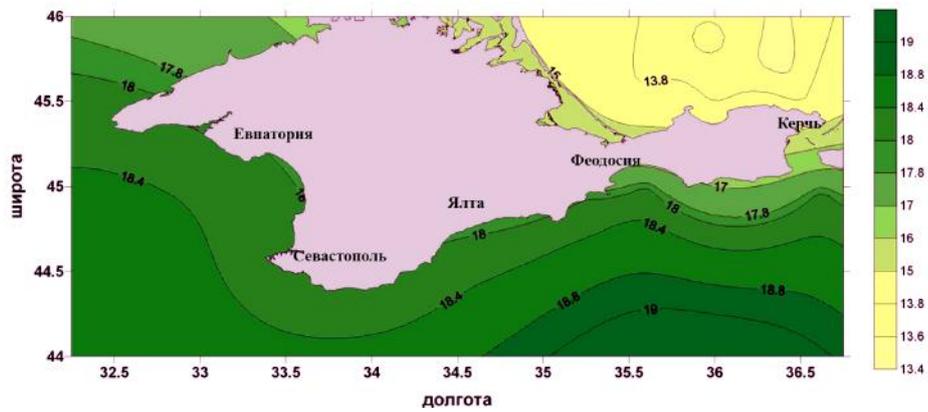


Рис. 3. Распределение солёности (‰) в слое 0–10 м

Fig. 3. The distribution of salinity (‰) in the layer of 0–10 m

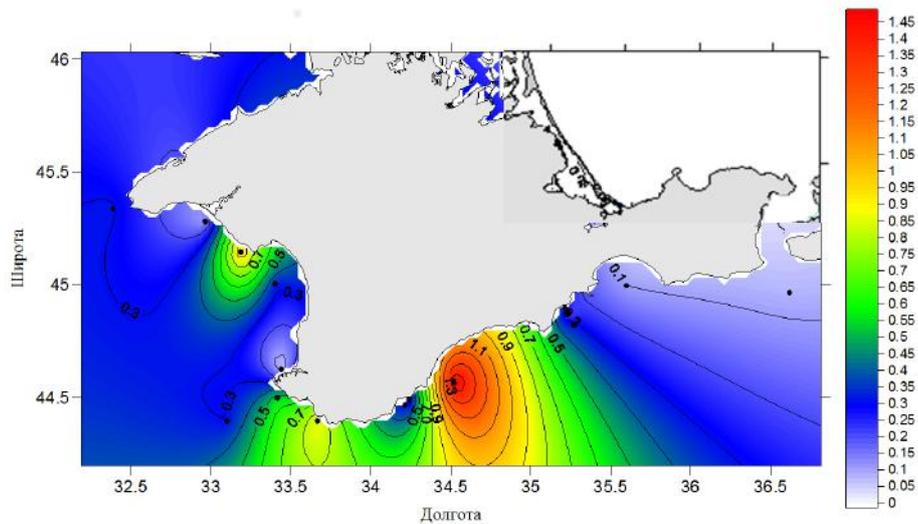
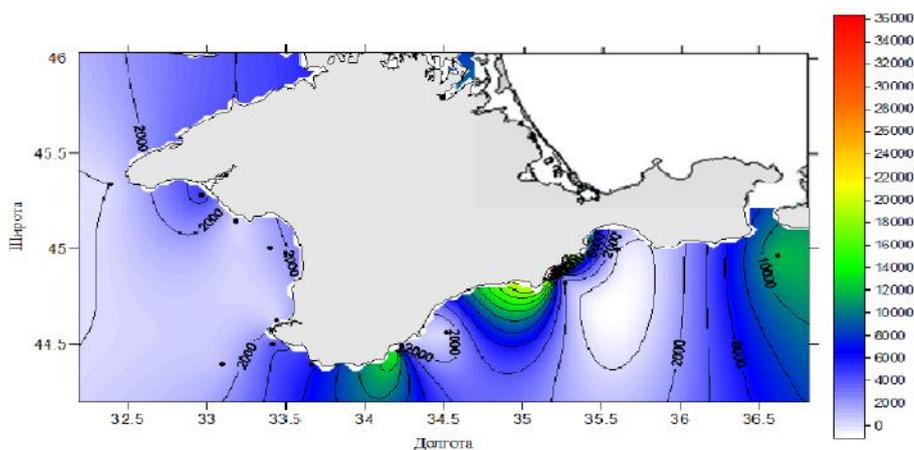


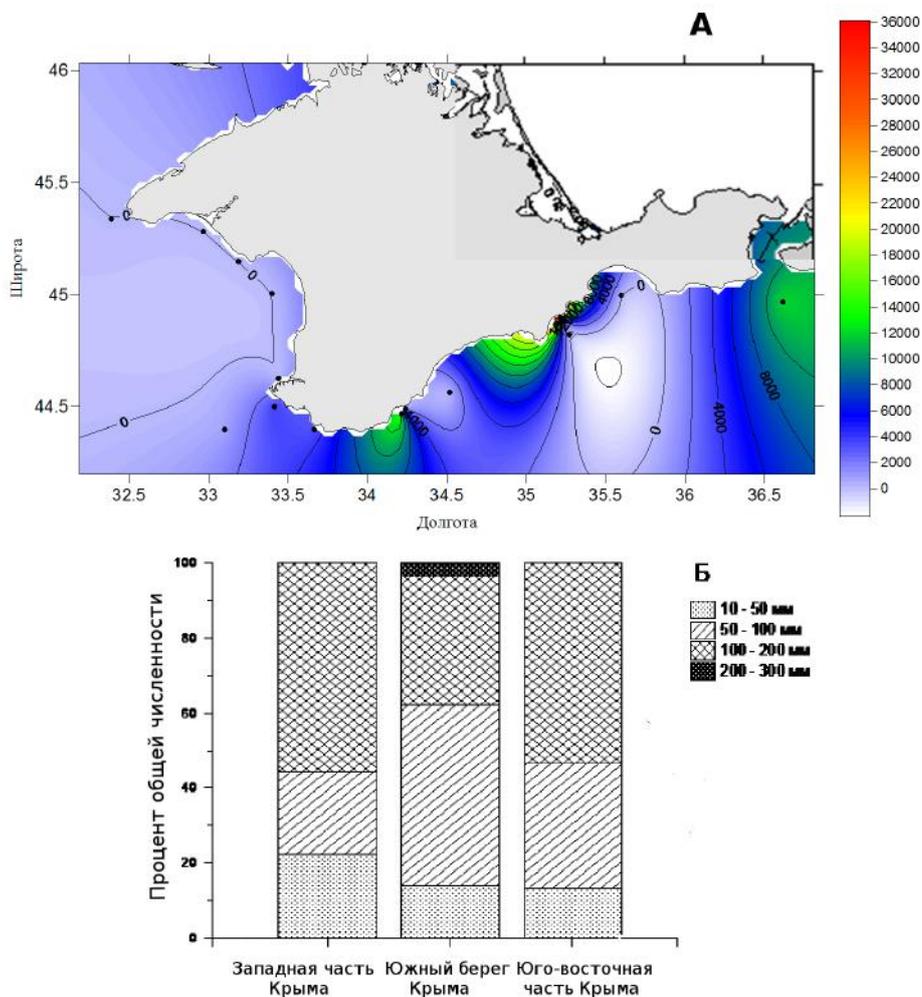
Рис. 4. Распределение желетелого макропланктона (численность, экз.·м<sup>-3</sup>) зимой 2016 г.

Fig. 4. Distribution of gelatinous macroplankton (number, ind.·m<sup>-3</sup>) in the winter 2016



**Рис. 5.** Распределение желателого макропланктона (биомасса,  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) зимой 2016 г.

**Fig. 5.** Distribution of gelatinous macroplankton (biomass,  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) in the winter 2016



**Рис. 6.** А — распределение (биомасса) и Б — размерная структура *Aurelia aurita* в зимний период 2016 г.

**Fig. 6.** A — distribution (biomass) and Б — size structure of *Aurelia aurita* in the winter 2016

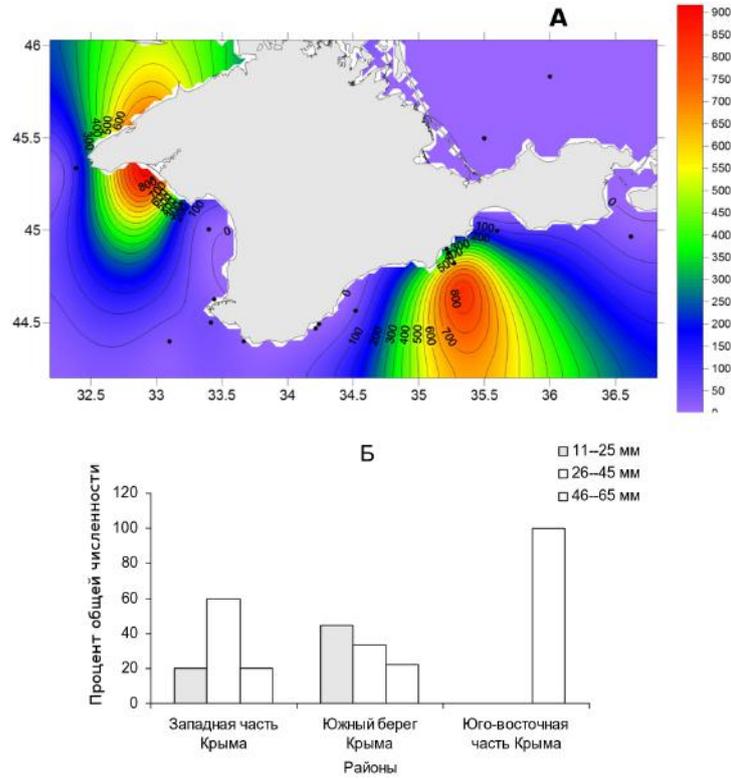


Рис. 7. А — распределение (биомасса) и Б — размерная структура *Mnemiopsis leidyi* в зимний период 2016 г.

Fig. 7. A — distribution (biomass) and Б — size structure of *Mnemiopsis leidyi* in the winter 2016

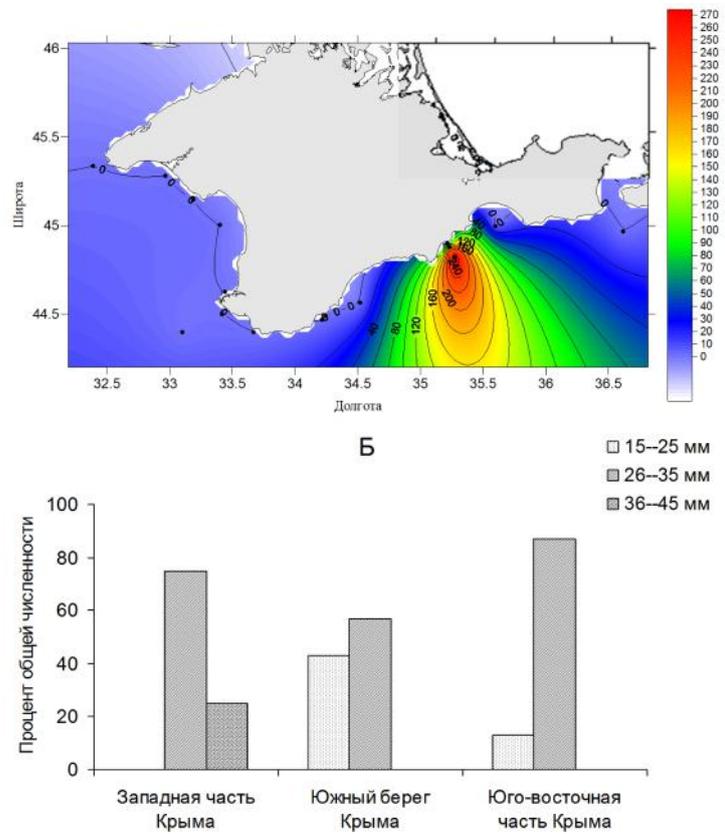


Рис. 8. А — распределение (биомасса) и Б — размерная структура *Beroe ovata* в зимний период 2016 г.

Fig. 8. A — distribution (biomass) and Б — size structure of *Beroe ovata* in the winter 2016

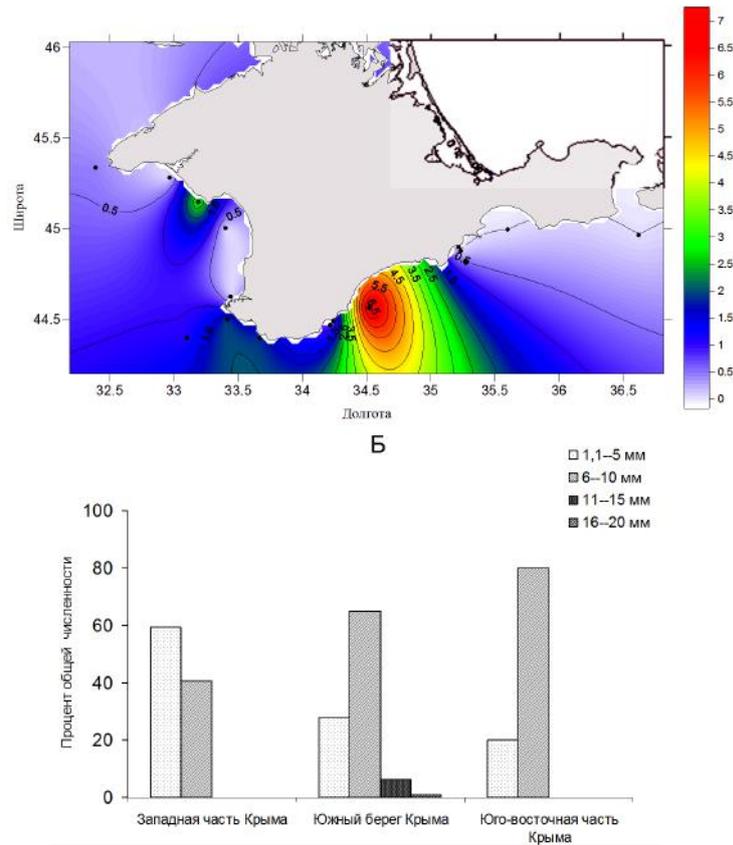


Рис. 9. А — распределение (биомасса) и Б — размерная структура *Pleurobrachia pileus* зимой 2016 г.

Fig. 9. A — distribution (biomass) and B — size structure of *Pleurobrachia pileus* in the winter 2016

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- 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. [Abolmasova G. I. Energy exchange rate in *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) depending on the temperature and dietary condition. *Gidrobiologicheskii zhurnal*, 2001, vol. 37, no. 2, pp. 90–95. (in Russ.).]
- Аннинский Б. Е., Финенко Г. А., Дацык Н. А., Игнатъев С. М. Желетелый макропланктон в Чёрном море осенью 2010 г. // *Океанология*. 2013. Т. 53, № 6. С. 758–768. [Anninsky B. E., Finenko G. A., Datsyk N. A., Ignatyev S. M. Gelatinous macroplankton in the Black Sea in the autumn of 2010. *Oceanology*, 2013, vol. 53, iss. 6, pp. 676–685.].
- Игнатъев С. М., Романова З. А., Зуев Г. В. Динамика состояния желетелого макропланктона у берегов Крыма в 1995-1999 гг. // *Экология моря*. 2000. Вып. 50. С. 15–18. [Ignatyev S. M., Romanova Z. A., Zuev G. V. Dynamics of the situation with gelatinous macroplankton near the Crimean shore in 1995-1999. *Ekologiya morya*, 2000, iss. 50, pp. 15-18. (in Russ.).]
- Игнатъев С. М., Ерёмин И. Ю., Копытов Ю. П., Щербатенко Л. С. Особенности сезонной динамики обилия гребневиков в районе Севастополя // *Рибне господарство України*. 2010. 3 (68). С. 20–23. [Ignatyev S. M., Eremin I. Yu., Kopytov Yu. P., Shcherbatenko L. S. Specific features of seasonal dynamics for stenophore abundance in the area of Sevastopol. *Ribne gospodarstvo Ukrainy*, 2010, 3 (68), pp. 20–23. (in Russ.).]
- Мельников В. В., Климова Т. Н., Игнатъев С. М., Вдодович И. В., Серегин С. А., Попова Е. В. Состояние ихтио-, микрозоо- и макропланктонного комплексов Чёрного моря в районе Крымского полуострова в июле 2013 г. // *Системы контроля окружающей среды*. 2015. Вып. 1 (21). С. 94–102. [Melnikov V. V., Klimova T. N., Ignatyev S. M., Vdodovich I. V., Seregin S. A., Popova E. V. Conditions of the ichthyo-, microzoo- and macroplanktonic complexes in the Crimean peninsula area in the July 2013. *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2015, iss. 1 (21), pp. 94–102. (in Russ.).]
- Мельников В. В., Куртис А., Игнатъев С. М. Программа и математическое обеспечение макропланктонных данных в экспедиционных условиях // *Рыбное хозяйство Украины*. 2012. № 3 (80). С. 50-53.

- [Melnikov V. V., Kurtis A., Ignatyev S. M. Program and mathematical software for macroplankton analysis in expedition conditions. *Rybnoe khozyaistvo Ukrainy*, 2012, no. 3 (80), pp. 50–53. (in Russ.)].
7. Рейсовое донесение об экспедиционных исследованиях 83-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (27 января — 03 февраля 2016 г.) // *Архив ИМБИ РАН*. 2016. Рукопись. 57 с. [Reisovoe donesenie ob ekspeditsionnykh issledovaniyakh 83-go reisa NIS «Professor Vodyanitsky» (27 yanvarya — 03 fevralya 2016 g.). *Arkhiv IMBI RAN*. 2016. Rukopis', 57 p. (in Russ.)].
8. Anninsky B. E., Finenko G. A., Abolmasova G. I., Hubareva E. S., Svetlichny L. S., Bat L., Kideys A. E. Effect of starvation on the biochemical compositions and metabolic rates of ctenophores *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* in the Black Sea. *Journal Marine Biological Association U.K.*, 2005, vol. 85, pp. 549–561.

## Winter Jellyfish macroplankton off the coastal of Crimea

S. M. Ignatyev, V. V. Gubanov, N. A. Datsyk

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: s-ignat2004@mail.ru

Predatory macroplankton of jellyfish species is an important component of the pelagic ecosystem. It is capable of mass development, and may influence pelagic communities. Surveillance monitoring of jellyfish populations can detect the seasonal and long-term trends of their variability and assess the role of jellyfish in the trophic structure of the pelagic zone.

Monitoring of plankton community (jellyfish macroplankton) off the coastal of Crimea from the Cape Tarkhankut to the Kerch coast (including the Azov Sea) in winter period is presented. 22 comprehensive oceanographic stations from Cape Tarkhankut to the Kerch Strait and in Azov Sea at the depths of up to 100 m were made. We used a Bogorov — Russ plankton net (entrance area is 0.5 square meters) for collecting plankton in the upper 100-m water layer. Jellyfish were measured immediately, we used a standard method of measuring and calculated the mass of the individual instances by the formulas.

The biomass is calculated as the product of the abundance and the average wet weight of organisms in the population. Abundance and biomass macroplankton were counted per square meter of water surface or per the volume of filtered water.

The species composition of jellyfish macroplankton was represented by 1 species of jellyfish and 3 species of ctenophores. *Aurelia aurita* dominated in biomass (98 % of the total biomass of gelatinous macroplankton) everywhere; *Pleurobrachia* and *Aurelia* dominated in abundance (67 and 25 % respectively). The share of both species of ctenophores-invaders did not exceed 8 %. The average relative abundance of jellyfish along the coast of Crimea was fluctuated between 9 and 43 %, comb jellies — from 32 to 77 %.

Quantitative distribution of gelatinous macroplankton was non-uniform — from complete absence to 83.3 g·m<sup>-3</sup> (average of 12.6 g·m<sup>-3</sup>). The highest biomass was registered in the area of Sevastopol and Eupatoria, the minimum — off the southern coast of Crimea.

Jellyfish were noted at almost all stations. Their biomass reached a value of 18 g·m<sup>-3</sup>. Distribution of jellyfish is characterized by marked heterogeneity with higher values of abundance and biomass in the area of the southern coast of Crimea and lower — in the stations in the western part of the Black Sea. *Aurelia* was presented with large dome diameter of 21–220 mm (average diameter — 93 mm). The bulk of the population was accounted for last year's individuals generation.

Biomass of the ctenophore *M. leidyi* varied from 86 to 4788 mg·m<sup>-3</sup> (average of 1595 mg·m<sup>-3</sup>). The structure of its population was represented by wide size range of animals — 10–65 mm, while the share of larger animals of 60–100 % was observed in the western and south-eastern parts of the Black Sea. On the southern coast of Crimea 45 % of population of ctenophore were animals of 15–25 mm.

Biomass of the ctenophore *B. ovata* was within 34.8–1316.6 mg·m<sup>-3</sup> (average of 371.4 mg·m<sup>-3</sup>). Its abundance varied within a small range, except the area of Feodosia stations, where the maximum value was observed (it was more than 1 g·m<sup>-3</sup>).

*B. ovata* population consisted of individuals of 20–40 mm long, while it formed the basis of immature specimens of 20–30 mm (50–70 % of the total). In Kerch area their share has reached 100 %. There were hibernating animals of last year's generation. The coldwater ctenophore *Pleurobrachia pileus* was present almost everywhere, with biomass from 0.1 to 6.0 mg·m<sup>-3</sup>. Maximum values of abundance were observed in Alushta region. The stations of Crimean southern coast were characterized by intermediate, relatively flat values. South-eastern and western parts of the Black Sea were marked by similar values of abundance and biomass.

In all studied regions, the prevailing size group in the structure of *P. pileus* populations were individuals with a diameter of 10 mm. In the deep-sea area of the southern part of Crimea population was represented in the larger size range, and the proportion of animals ranging in size from 11 to 20 mm was low (5 %).

In general, “winter” composition, size structure and abundance of jellyfish off the coast of the Crimea are the same of indicators in the coastal waters of Sevastopol. But the results show the existence of certain differences in the structure and quantitative development of jellyfish macroplankton in southern and western coasts of Crimea.

**Keywords:** jellyfish macroplankton, ctenophores, abundance, Black Sea