

УДК 57.022
AGRIS M40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/54/09>

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ПОПУЛЯЦИЙ ЧЕРНОМОРСКОГО МАКРОЗООПЛАНКТОНА

©*Луппова Н. Е.*, ORCID: 0000-0001-8088-3277, SPIN-код: 2215-9692, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Геленджик, Россия, louppova@yandex.ru

THE ABUNDANCE AND BIOMASS DYNAMIC OF POPULATIONS THE BLACK SEA MACROZOOPLANKTON

©*Louppova N.*, ORCID: 0000-0001-8088-3277, SPIN-code: 2215-9692, Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Gelendzhik, Russia, louppova@yandex.ru

Аннотация. Исследована динамика численности и биомассы массового макрозоопланктона Черного моря в течение 3 лет. Получены данные о сроках массового размножения медузы *Aurelia aurita* и гребневииков-вселенцев *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*. Установлена зависимость размножения *M. leidyi* от сезона и температуры среды, а для двух других студенистых — от успешного размножения мнемииопсиса.

Abstract. The abundance and biomass dynamic of massive macrozooplankton of the Black Sea was studied over 3 years. Data on the dates of mass reproduction of Jellyfish *Aurelia aurita* and Stenophore invaders *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* were obtained. The dependence of *M. leidyi* reproduction on the season and temperature of the medium was established, and for the other two gelatinous, on the successful reproduction of *Mnemiopsis*.

Ключевые слова: Черное море, макрозоопланктон, численность, биомасса, температура.

Keywords: Black Sea, macrozooplankton, abundance, biomass, temperature.

Введение

Экосистема пелагиали Черного моря с середины прошлого века претерпевает мощные изменения [1]. Виды ранее многочисленные становятся редкими, в то время как другие дают всплески численности, а в конце XX века особенно актуальной стала проблема вселения новых видов и их акклиматизация, что зачастую влечет за собой далеко идущие последствия для всей экосистемы моря [2–3]. Мощные вспышки численности вселенцев способны перестроить ранее устоявшееся равновесие [3]. С другой стороны сами вселенцы подвергаются влиянию конкурентов и хищников и постепенно адаптируются к новым условиям [4–6]. Целью настоящей работы является исследование изменчивости такого важного компонента биоценоза пелагиали Черного моря как макрозоопланктон. Массовыми видами макрозоопланктона являются автохтонная медуза *Aurelia aurita* и гребневики *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*, вселившиеся в Черное море последовательно в конце 80-х и 90-х гг. прошлого столетия [1, 7]. Медуза и гребневик *M. leidyi* питаются зоопланктоном, являясь конкурентами, а также оба эти вида — конкуренты промысловых рыб [2, 7]. Кроме того, они способны уничтожать икру и мальков рыб, в том числе и малочисленных и не являющихся промысловыми [8]. *B. ovata* является облигатным хищником, потребляющим лобатных гребневииков, в основном — *M. leidyi* [9–11]. В трофической системе моря роль всех



трех студенистых хищников носит всеобъемлющий характер, поэтому исследования их распределения и сезонной динамики представляют большой научный и практический интерес.

Изучить сезонную и межгодовую изменчивость макрозоопланктона на черноморском шельфе, а также выявить закономерности изменения значений этих параметров возможно только с помощью мониторинговых данных, получаемых регулярно и по возможности круглогодично [12].

Наши мониторинговые судовые исследования макрозоопланктона позволяют проследить сезонную динамику численности и биомассы трех массовых видов макрозоопланктона в связи с воздействием естественных факторов в прибрежной (шельфово-склоновой) зоне в районе г. Геленджика.

Материал и методы исследования

Морские наблюдения осуществлялись ежегодно с апреля по ноябрь путем проведения регулярных выходов МНИС «Ашамба» (10–17 выходов) с комплексными (гидрофизическими, гидрохимическими и биологическими) работами на мониторинговом разрезе (Рисунок 1), Судовой разрез имеет общую протяженность в 6 миль в поперечном берегу направлении и включает в себя 7 станций (Рисунок 1). Отбор проб осуществляется с борта МНИС «Ашамба». На трех станциях (с глубинами 25, 50 и 500 м) выполнялись сетные ловы зоопланктона. Судовой разрез выполнялся раз в две недели, но не реже, чем один раз в месяц. Район работ — зона шельфа и склона напротив Голубой бухты на изобатах 10, 25, 50, 500 м.

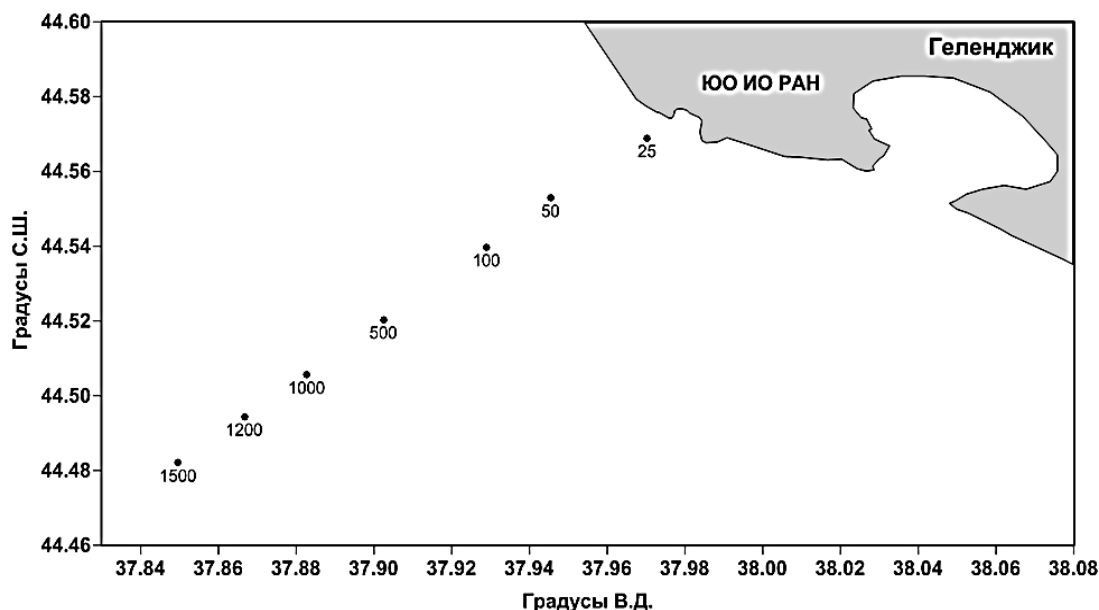


Рисунок 1. Карта станций мониторингового судового разреза.

Макрозоопланктон собирали конической сетью с площадью входного отверстия $0,5 \text{ м}^2$ и размером ячеек 500 мкм. Немедленно после отбора пробу переливали в просторный сосуд с морской водой. Студенистый макрозоопланктон (гребневиков и медуз) подсчитывали и измеряли в «живой» пробе. Животных поочередно переносили в прозрачный сосуд и измеряли их размер линейкой, приложенной ко дну сосуда: у гребневиков длину тела измеряли от аборального органа до рта; у медуз измеряли диаметр купола. Всего в 2010–2012 гг. было выполнено 402 сетных лова.

Динамика численности и биомассы макрозоопланктона представлена на графиках в виде данных, усредненных по 3 станциям с указанием стандартной ошибки.

Исследования проводились с 29.04.10 по 28.11.12 г. К сожалению, в холодное время года исследования проводились только в сезон 2010–2011, поэтому данные по зиме и первой половине весны получены только за 1 год.

Результаты и обсуждение

Для каждого года удалось установить температуры в сезон с мая по октябрь включительно. Как видно и графика (Рисунок 2), ежегодно вода прогревается выше 20 градусов в конце июня — начале июля, достигая максимума в конце июля — начале августа.

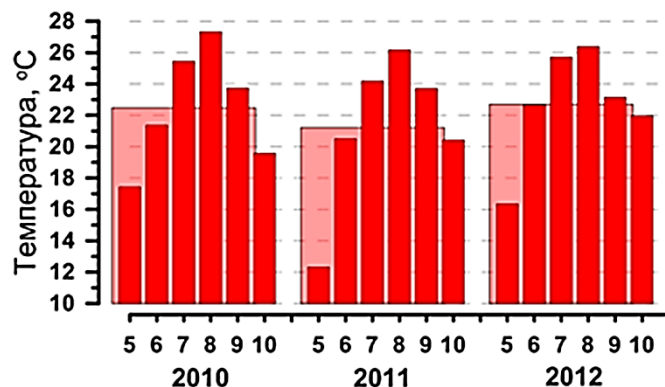


Рисунок 2. Среднемесячная (с мая по октябрь) средняя температура верхнего квазиоднородного слоя.

Однако характер прогрева воды по месяцам из года в год заметно отличается. Наименее теплым был сезон 2011 г., а 2012 г. — наиболее теплым.

Максимум численности *Aurelia aurita*, как правило, наблюдался в поздневесенне-летний сезон (Рисунок 3).

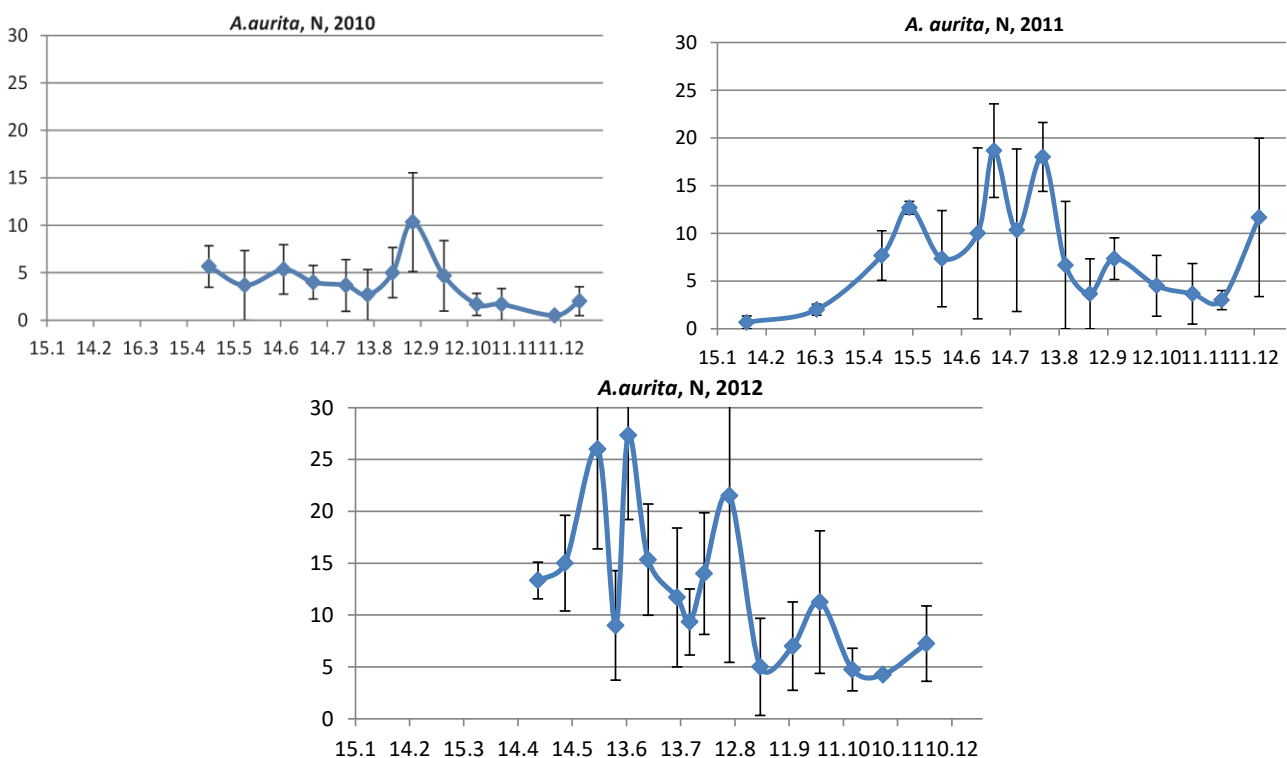


Рисунок 3. Динамика численности *Aurelia aurita* (экз./м³).

В 2010 г. численность медузы была низкой в течение всего лета (не более 6 экз./м²), и увеличилась лишь в начале сентября до 10 экз./м². В 2011 и 2012 гг. численность достигала 19 и 27 экз./м², соответственно. Осенью обычно происходил спад численности, а к началу зимы — незначительный подъем. Судя по данным 2011 г., численность *A. aurita* была минимальной в холодное время года (февраль-март) — 1–2 экз./м², а весной наблюдалось ее увеличение. По-видимому, основной прирост численности происходит за счет весеннего размножения медузы.

Высокие значения биомассы *A. aurita* (Рисунок 4) отмечались в теплое время года.

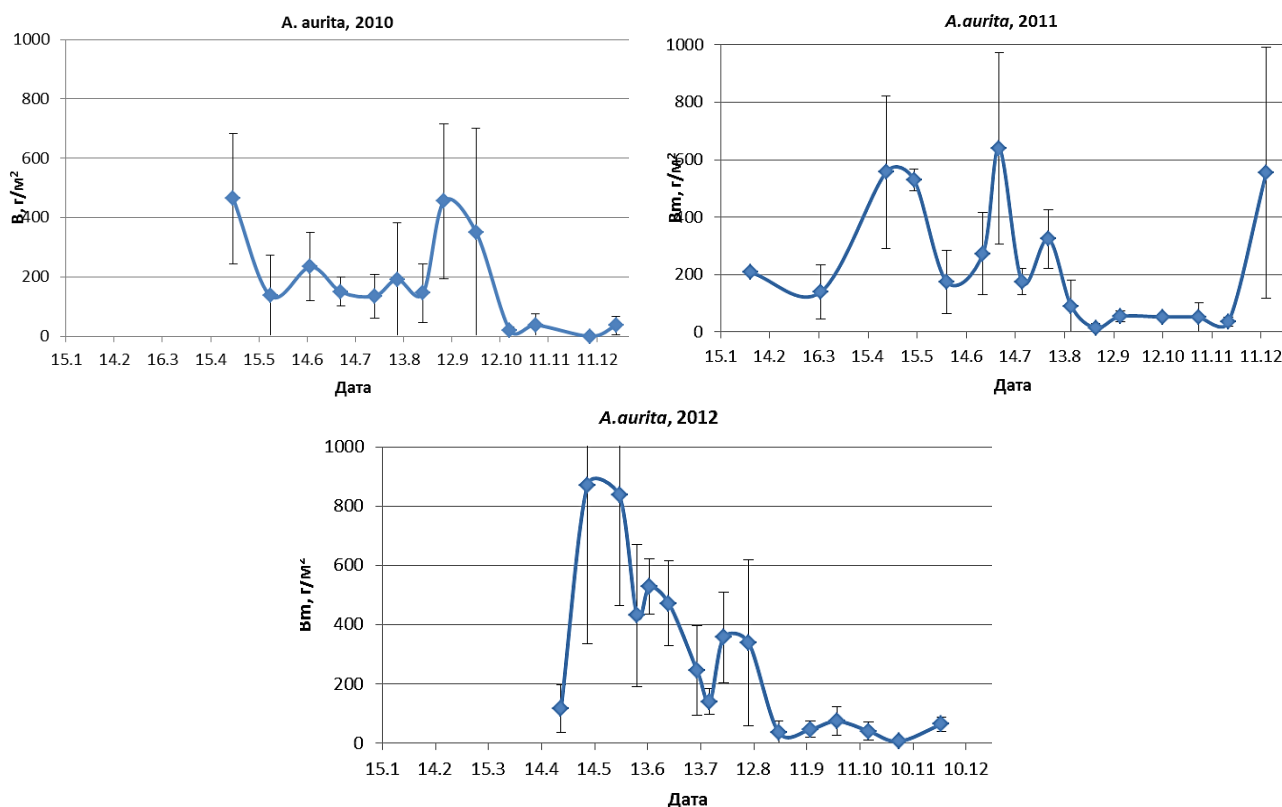


Рисунок 4. Динамика биомассы *Aurelia aurita* (г/м²).

Максимумы наблюдались ежегодно поздней весной (460 г/м² — в 2010 г., 557 г/м² — в 2011 г., 870 г/м² — в 2012 г.). Это увеличение биомассы, очевидно, объясняется интенсивным ранневесенним ростом особей. Летние пики биомассы медузы, как правило, связаны с увеличением численности, а не с увеличением размеров особей. Очевидно, в летний период рост особей замедляется, предположительно из-за ухудшения трофических условий (резкое увеличение численности и биомассы конкурента — мнемипсиса). В это же время в море наблюдается большое количество мертвых медуз. Резкое снижение биомассы происходило во второй половине лета-осенью (в 2011–2012 гг. — с середины августа, в 2010 г. — с начала октября). В осенний период значения биомассы, как правило, не превышали 74 г/м². Кратковременные увеличения биомассы медузы наблюдались в середине декабря 2011 г. и в середине октября 2013 г.

Во все годы наших исследований численность *Mnemiopsis leidyi* (Рисунок 5) вплоть до конца июня была низкой и не превышала 10 экз./м² в 2010 г., 3 экз./м² в 2011–2012 гг.

В первой декаде июля во все годы численность резко возрастала и достигала максимума к середине июля (63 экз./м² — в 2010 г., 57 экз./м² — в 2011 г., 1255 экз./м² — в 2012 г.).

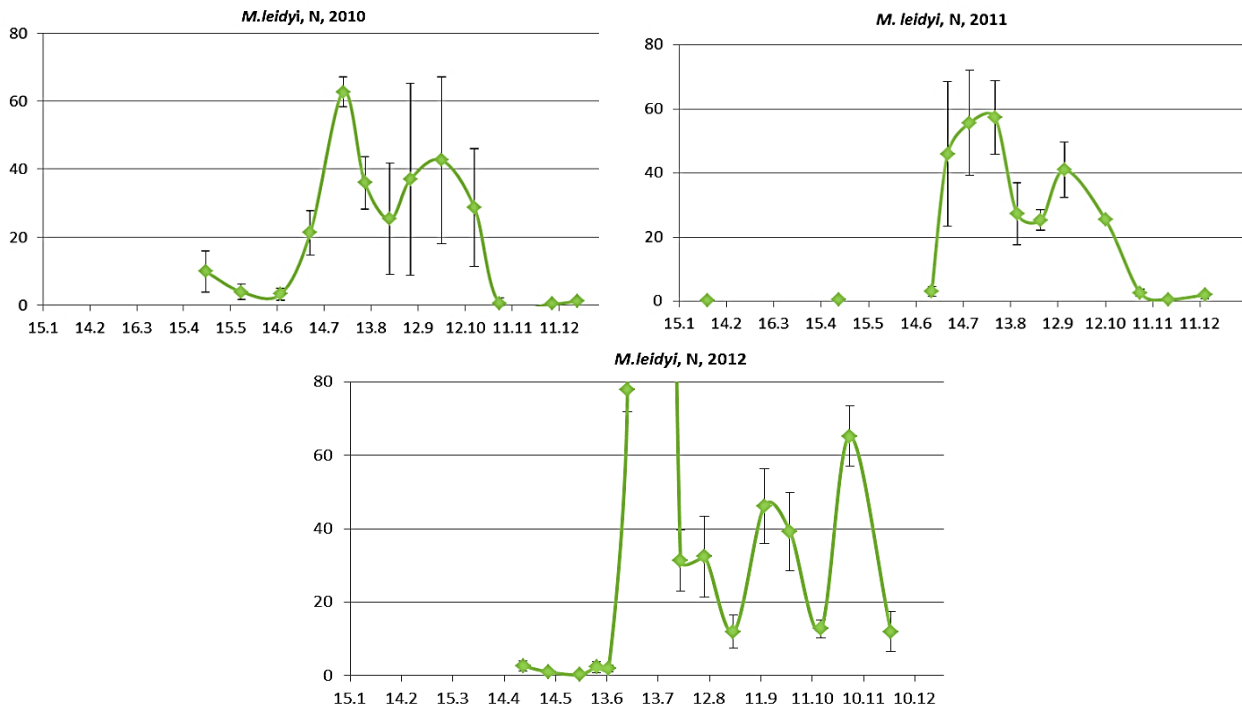


Рисунок 5. Динамика численности *Mnemiopsis leidyi* (экз/м²).

В августе наблюдался спад численности, по-видимому, в основном за счет пресса хищника *B. ovata*. В первой половине осени численность вновь возрастала, достигая второго пика в конце сентября (43 экз./м² — в 2010 г., 41 экз./м² — в 2011 г., 46 экз./м² — в 2012 г.) К середине ноября 2010 и 2011 гг. численность падала до значений, близких к нулю и до конца года почти не увеличивалась. В середине ноября 2012 г. наблюдался подъем численности (62 экз./м²) с последующим резким спадом. Судя по данным 2011 г. зимой и ранней весной численность мнемииопсиса близка к нулевой.

Биомасса *M. leidyi* (рис. 6) достигала максимальных величин в середине лета за счет пика размножения.

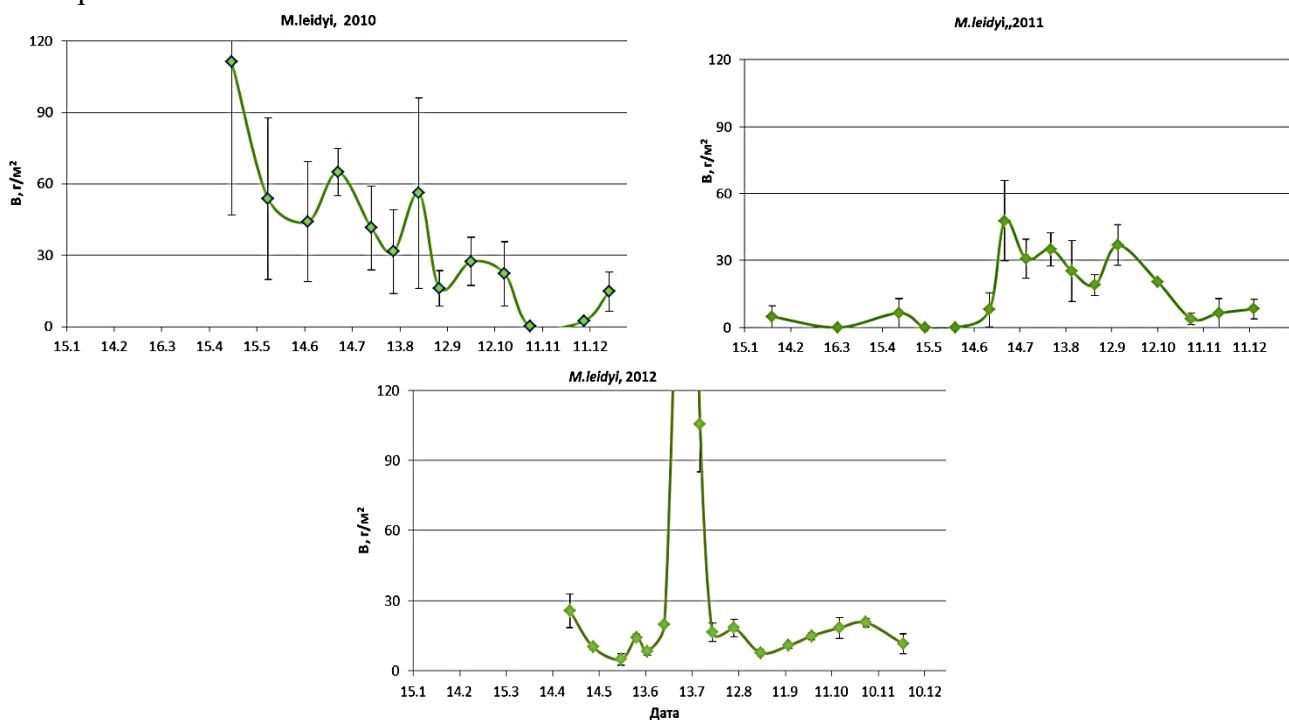


Рисунок 6. Динамика биомассы *Mnemiopsis leidyi* (г/м²).

Ежегодный летний максимум приходился на начало июля, когда биомасса достигала 65 г/м^2 — в 2010 г., 48 г/м^2 — в 2011 г., 316 г/м^2 — в 2012 г.) В 2010 г. и 2011 гг. биомасса оставалась достаточно высокой вплоть до середины октября, а в ноябре резко снижалась, вследствие падения численности. В 2010 г. в отличие от других лет самые высокие значения биомассы были отмечены в мае (111 г/м^2). Размер особей весной максимален [12], и как следствие, относительно небольшой подъем численности влечет увеличение биомассы на порядок. Основным отличием сезонной динамики популяции в 2012 г. было образование в середине июля резкого увеличения биомассы — на порядок величин по сравнению с фоновыми значениями. Вероятно, это было связано с тем, что температура в июне в этом году быстро прогрелась, достигнув уже к началу июля значения выше $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

Beroe ovata (Рисунок 7) ежегодно начинал появляться в пробах во второй половине июля, когда численность мнемипсиса — его основного пищевого объекта — достигала максимума.

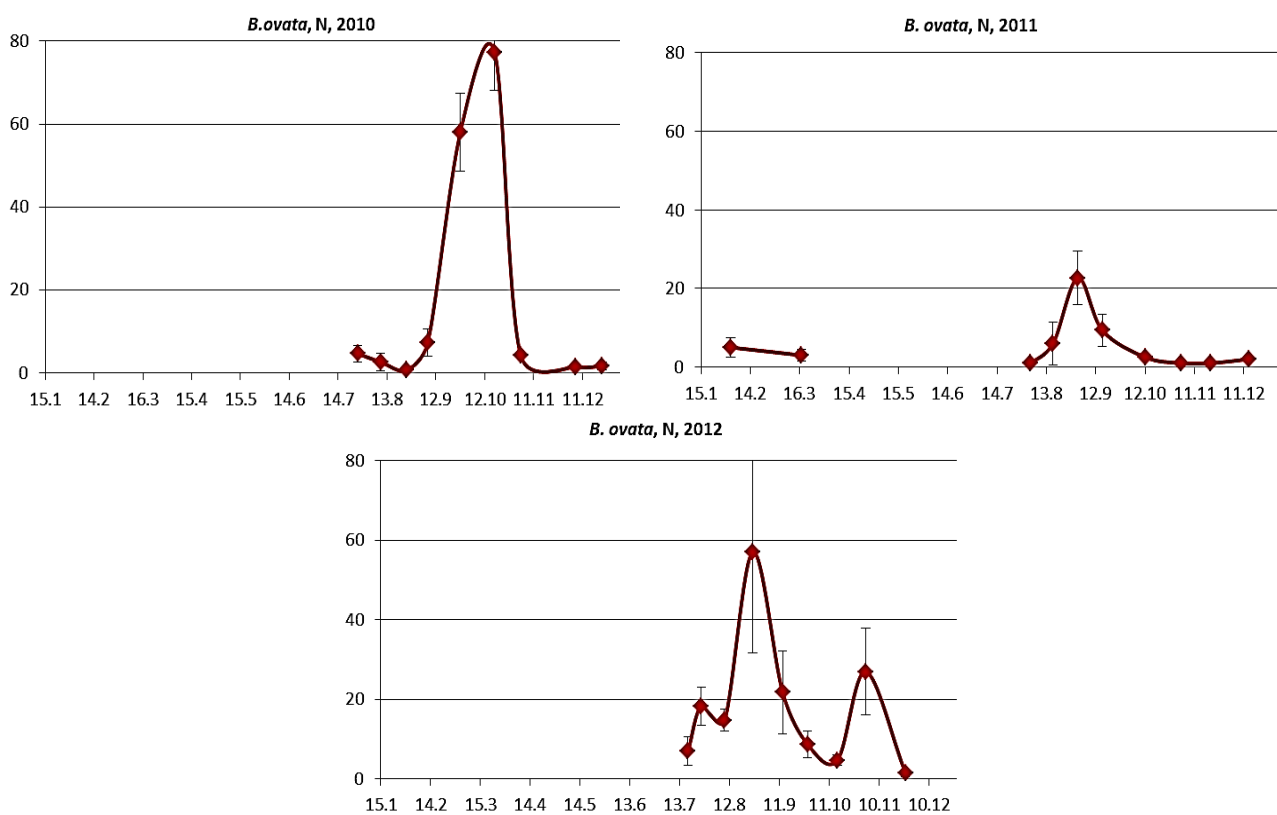


Рисунок 7. Динамика численности *Beroe ovata* (экз./м²).

В 2011 и 2012 гг. популяция достигла максимума численности в начале сентября (27 экз./м^2 и 57 экз./м^2 соответственно). В 2010 г. численность достигла высоких значений только в конце сентября (58 экз./м^2), а максимума — к середине октября, (77 экз./м^2). За пиком ежегодно следовал спад до $1\text{--}1,5 \text{ экз./м}^2$. В 2012 г. в начале ноября наблюдался подъем численности (до 27 экз./м^2), совпадающий по времени с увеличением численности мнемипсиса. В феврале и марте 2011 г. берое присутствовал в планктоне в небольших количествах.

Биомасса *B. ovata* (Рисунок 8) максимальных величин достигала, как правило, осенью.

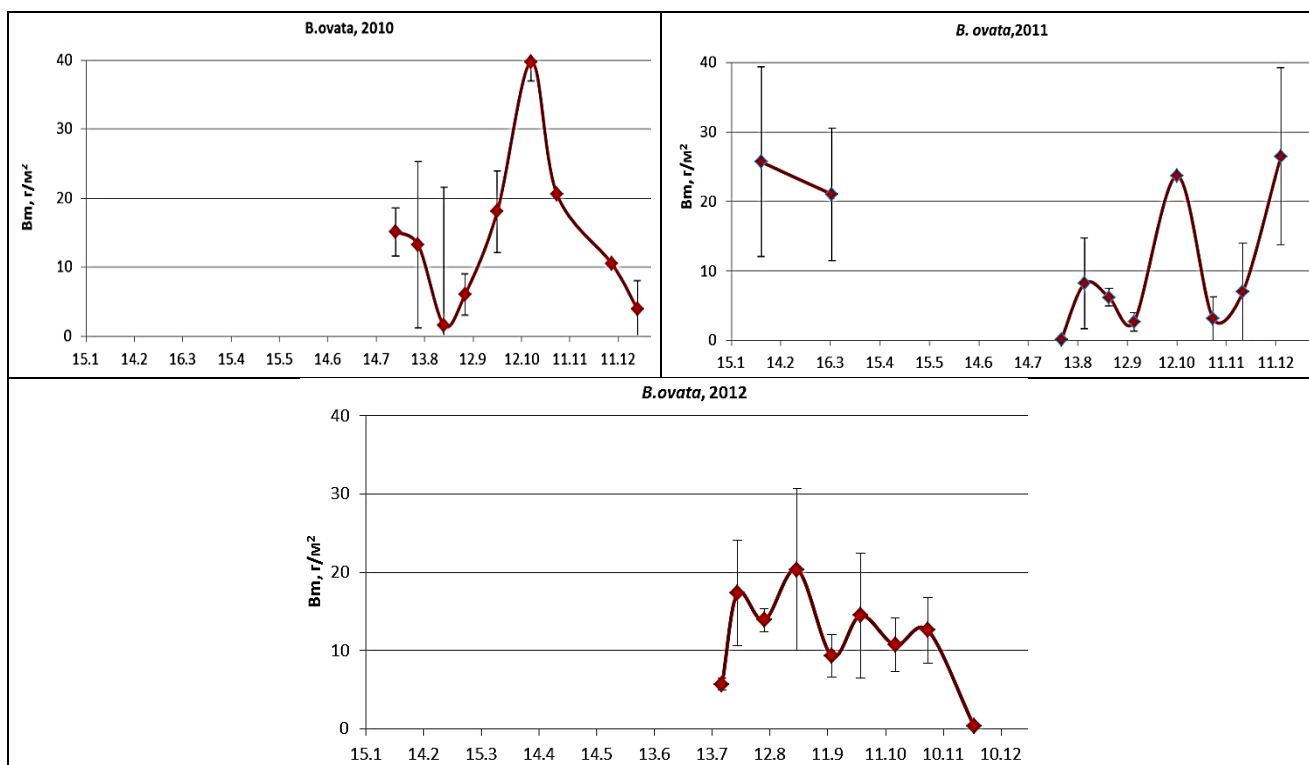


Рисунок 8. Динамика численности *Beroe ovata* (г/м²).

В 2010, 2011 гг. биомасса возрастала в середине октября до 40, 24, г/м², соответственно, и в середине декабря 2011 — до 26 г/м². Пики биомассы в 2011 г. были связаны исключительно с увеличением размеров особей, а не с ростом их численности, в т. ч. и в зимний и ранневесенний период. В 2012 г. биомасса берое достигла максимального значения — 27 г/м² в самом конце августа, и весь сезон оставалась довольно высокой, вплоть до конца ноября не опускаясь ниже 10 г/м². Вероятно, это связано с относительно высокой численностью и биомассой жертвы той осенью.

Выводы

Вне зависимости от колебаний температур весной и осенью, гребневик-вселенец *Mnemiopsis leidyi* ежегодно демонстрирует максимум численности в начале июля. Когда температура воды прогревается выше 22 градусов, его размножение происходит максимально интенсивно. Весной его популяция мнемииопсиса представлена самыми крупными особями, и редка по численности.

Влияние температуры среды на размножение *Aurelia aurita* не так однозначно, и динамика численности ее меняется из года в год. Однако пик размножения мнемииопсиса всегда совпадает с максимумом численности ее пищевого конкурента — мнемииопсиса.

Численность и биомасса *Beroe ovata* практически полностью зависит от успешного размножения его жертвы. Максимум его численность достигает чаще всего через месяц-два после пика размножения мнемииопсиса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-44-230035)

Список литературы:

1. Виноградов М. Е., Сапожников В. В., Шушкина Э. А. Экосистема Черного моря. М. : Наука, 1992. С. 110.

2. Kideys A. E. Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem: the reason for the sharp decline in Turkish anchovy fisheries // *Journal of Marine Systems*. 1994. V. 5. №2. P 171-181. [https://doi.org/10.1016/0924-7963\(94\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0924-7963(94)90030-2)
3. Шушкина Э. А., Мусаева Э. И. Структура планктонного сообщества эпипелагиали Черного моря и ее изменения в связи с вселением нового вида гребневика // *Океанология*. 1990. Т. 30. №2. С. 324-328.
4. Kremer P. Population dynamics and ecological energetics of a pulsed zooplankton predator, the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* // *Estuarine processes*. Academic Press, 1976. P. 197-215. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-751801-5.50024-1>
5. Mutlu E. Distribution and abundance of ctenophores and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi* // *Marine Biology*. 1999. V. 135. №4. P. 603-613. <https://doi.org/10.1007/s002270050661>
6. Игнатъев С. М., Зуев Г. В., Мельникова Е. Б. Многолетняя динамика состояния популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassiz в районе Севастополя (Черное море) // *Экология моря*. 2001. №56. С. 8-12.
7. Луппова Н. Е. *Beroe ovata* Mayer, 1912 (Ctenophora, Atentaculata, Beroida) в прибрежных водах северо-восточной части Черного моря) // *Экология моря*. 2002. №59. С. 23-25.
8. Хорошилов В. С., Лукашева Т. А. Изменения зоопланктонного сообщества Голубой бухты после вселения в Черное море гребневика мнемипсиса // *Океанология*. 1999. Т. 33. №46. С.558-562.
9. Камшилов М. М. Биология гребневиков побережья Мурмана // *Труды Мурманского морского биологического института*. 1961. №3 (7). С. 36-48.
10. Swanberg N. The feeding behavior of *Beroe ovata* // *Marine Biology*. 1974. V. 24. №1. P. 69-76. <https://doi.org/10.1007/BF00402849>
11. Луппова Н. Е. Черноморский гребневик-вселенец *Beroe ovata* (Ctenophora, Atentaculata, Beroida): репродукционный успех в зависимости от условий обитания // *Бюллетень науки и практики*. 2018. Т. 4. №10. С. 31-46
12. Луппова Н. Е. Динамика численности и структуры популяции гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 в прибрежной зоне Северо-Восточной части Черного моря // *Поволжский экологический журнал*. 2014. №4. С. 537-543.

References:

1. Vinogradov, M. E. (1992). *Ekosistema Chernogo morya*. Moscow. (in Russian).
2. Kideys, A. E. (1994). Recent dramatic changes in the Black Sea ecosystem: the reason for the sharp decline in Turkish anchovy fisheries. *Journal of Marine Systems*, 5(2), 171-181. [https://doi.org/10.1016/0924-7963\(94\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0924-7963(94)90030-2)
3. Shushkina, E. A., & Musaeva, E. I. (1990). Struktura planktonnogo soobshchestva epipelagiali Chernogo morya i ee izmeneniya v svyazi s vseleniem novogo vida grebnevisa. *Oceanology*, 30(2), 324-328. (in Russian).
4. Kremer, P. (1976). Population dynamics and ecological energetics of a pulsed zooplankton predator, the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. In *Estuarine processes*. Academic Press, 197-215. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-751801-5.50024-1>
5. Mutlu, E. (1999). Distribution and abundance of ctenophores and their zooplankton food in the Black Sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Biology*, 135(4), 603-613. <https://doi.org/10.1007/s002270050661>

6. Ignatev, S. M., Zuev, G. V., & Melnikova, E. B. (2001). Многолетняя динамика состояния популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassis в районе Севастополя (Черное море). *Экология моря*, 56, 8-12. (in Russian).

7. Louppova, N. E. (2002). *Beroe ovata* Mayer, 1912 (Ctenophora, Atentaculata, Beroida) in the near-shore waters of the North-Eastern Black Sea. *Ecology of the sea*, 59, 23-25. (in Russian).

8. Khoroshilov, V. S., & Lukasheva, T. A. (1999). Changes in the Zooplankton Community of Golubaya Bay After Introduction of Ctenophore *Mnemiopsis* in the Black Sea. *Oceanology*, 39(4), 515-520. (in Russian).

9. Kamshilov, M. M. (1961). Биология гребневиков прибрежья Мурмана. *Труды Мурманского морского биологического института*, 3(7), 36-48. (in Russian).

10. Swanberg, N. (1974). The feeding behavior of *Beroe ovata*. *Marine Biology*, 24(1), 69-76. <https://doi.org/10.1007/BF00402849>

11. Louppova, N. (2018). The Black Sea Ctenophora-invader *Beroe ovata* (Ctenophora, Atentaculata, Beroida): reproduction success depending on conditions of habitation. *Bulletin of Science and Practice*, 4(10), 31-46. (in Russian).

12. Louppova, N. E. (2014). Динамика численности и структуры популяции гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 в прибрежной зоне Северо-Восточной части Черного моря. *Поволжский экологический журнал*, (4), 537-543. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 08.04.2020 г.

Принята к публикации
11.04.2020 г.

Ссылка для цитирования:

Луппова Н. Е. Динамика численности и биомассы популяций черноморского макрозоопланктона // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №5. С. 74-82. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/54/09>

Cite as (APA):

Louppova, N. (2020). The Abundance and Biomass Dynamic of Populations the Black Sea Macrozooplankton. *Bulletin of Science and Practice*, 6(5), 74-82. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/54/09>