

УДК 593.8:574.5(262.81)

ГРЕБНЕВИК *BEROE OVATA* BRUGUIÈRE, 1789 – НОВЫЙ ВСЕЛЕНЕЦ В ЭКОСИСТЕМЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

© 2021 г. В. В. Саяпин^{1, *}, В. Б. Ушивцев², Е. П. Олейников¹, Ф. Г. Досаев²¹Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

*e-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Поступила в редакцию 28.01.2021 г.

После доработки 23.02.2021 г.

Принята к публикации 15.03.2021 г.

В пробах желетелого макрозоопланктона из северной и средней частей Каспийского моря в ноябре 2020 г. отмечен гребневик – вселенец *Beroe ovata* Bruguière, 1789. Полученные значения биомассы *B. ovata* и его главного пищевого объекта – ктенофоры *Mnemiopsis leidy* (Agassiz, 1865), показывают неравномерность распределения этих видов на изученной акватории в период исследований. Наблюдается значительный диапазон индивидуальных размеров пойманных особей гребневиков *B. ovata*, что позволяет предположить возможность его размножения в Каспии в указанный период. Северная граница распространения нового вида-вселенца, на изученной акватории, проходила в районе Аграханского полуострова. Сопутствующие гидрологические характеристики позволяют предположить лимитирующую роль солености воды в распространении вида. Подводные исследования с помощью видеоаппаратуры выявили приуроченность *B. ovata* к относительно более теплым слоям воды. Ситуации с вселением чужеродных видов ктенофор в Каспийское море имеют значительное сходство с аналогичными процессами в Азово-Черноморском бассейне.

Ключевые слова: Каспийское море, Азово-Черноморский бассейн, желетельный макропланктон, ктенофоры, *Beroe ovata*, *Mnemiopsis leidy*, сезонная популяция

DOI: 10.31857/S0030157421050129

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море – внутренний замкнутый водоем, имеющий высокую степень изоляции от Мирового океана. В советское время транзитные суда, приходящие в Каспий из других морей под контролем специальной службы меняли балластные воды с морских на речные. Такая процедура предотвращала проникновение в биоту моря чужеродных организмов. В 90-х гг. службу упразднили и многочисленные грузовые суда, следующие из различных районов Мирового океана с балластными водами, стали завозить в Каспийское море различных вселенцев. Одним из таких вселенцев, завезенных в конце 90-х гг. прошлого столетия, стал гребневик *Mnemiopsis leidy* (Agassiz, 1865) – хищный зоопланктофаг [5, 6, 11, 12]. За короткий период, не имея естественных врагов, *Mnemiopsis leidy* сильно размножился и подорвал кормовую базу промысловых пелагических рыб, что привело в упадок промысел килек, сельдей и всю морскую рыбную отрасль прикаспийских стран.

Обнаруженный в экосистеме Каспия новый вселенец – гребневик *Beroe ovata* Bruguière, 1789,

по своей экологии является прямым врагом *Mnemiopsis leidy* и главным хищником, питающимся этим видом желетелых. Складываются условия для подавления негативных изменений биоты Каспия, вызванных огромной популяцией *Mnemiopsis leidy*, и оздоровления всей экосистемы [8]. Подобные экологические события наблюдались в середине 90-х гг. прошлого столетия в экосистеме Черного моря, где вселение в конце 1980-х гг. гребневика *Mnemiopsis leidy*, а затем, в 1997–99 г., и *Beroe ovata* оказало сильное воздействие на функционирование пелагических сообществ. Так, вселение *M. leidy* в Черное море привело к резкому сокращению запасов кормового зоопланктона и замещение его желетелыми организмами, доля которых в углеродном выражении выросла в 4 раза, с 10 до 40%. Летом 1989 г. биомасса кормового для *M. leidy* зоопланктона снизилась в глубоководных районах в 4.4 раза, биомасса медуз-аурелий (пищевого конкурента мнемипсиса) – в 4 раза, саггит – почти в 30 раз [11]. В летний период 1989–1990 гг., на пике развития *M. leidy* в Черном море, им ежесуточно выедалось до 7% наличной биомассы и до 50% ежесуточной продукции кормового зоопланктона, что привело к устойчи-

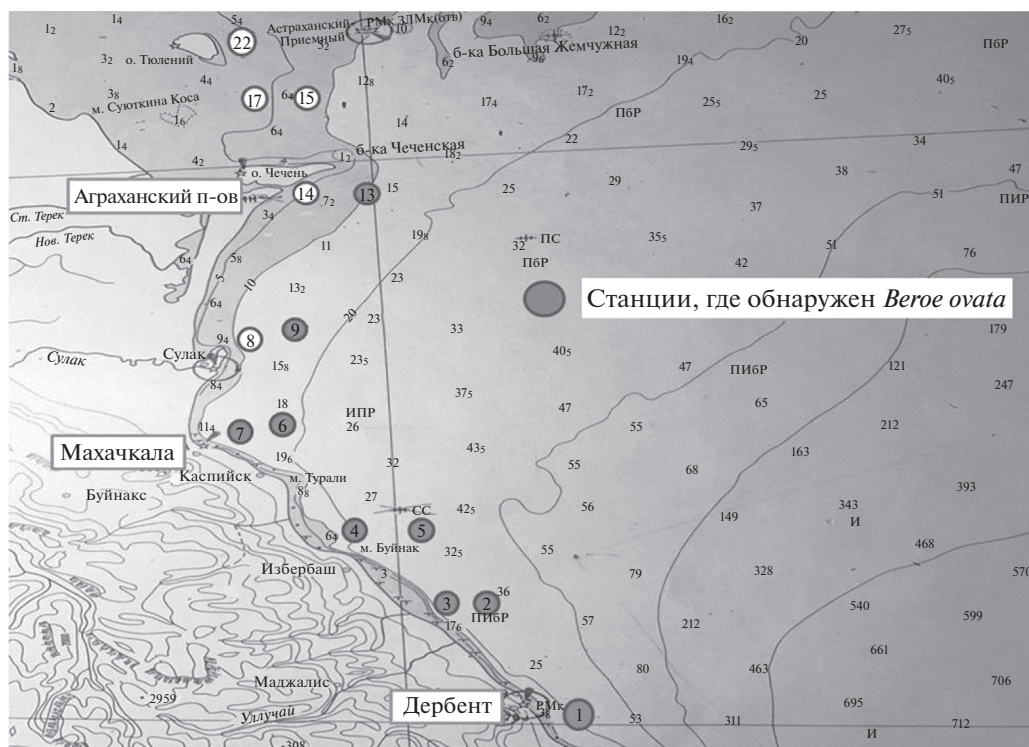


Рис. 1. Район работ и расположение станций наблюдений.

вому снижению биомассы зоопланктона [3]. В 1992–1998 гг. среднееголетняя биомасса кормового мезопланктона оказалась на порядок меньшей, чем она была до вселения *M. leidy* (2.6 мг/м^3 вместо 65 мг/м^3) [9].

В Азовском море под воздействием хищного вселенца сезонная динамика зоопланктонного сообщества приобрела вид кривой с одним пиком развития в весенне-летний период. Соответственно, уменьшалась кормовая база планктоноядных рыб; наибольший ущерб был причинен видам, имеющим пелагическую икру.

Вселение *B. ovata* оказало позитивное воздействие на экосистемы Черного и Азовского морей. Благодаря ему, естественная структура и концентрация мезопланктона начали восстанавливаться. Среднееголетняя биомасса кормового мезопланктона в 1999–2001 гг. увеличилась до 14 мг/м^3 , т.е. примерно в 5 раз по сравнению с предыдущим периодом [9]. Количество *M. leidy* в Черном море, в период с 1999 по 2005 г. снизилось на порядок [10]. В 2010–2014 гг. также сократилась до 7% доля *M. leidy* в общей углеродной биомассе черноморского желетелого макрозоопланктона по сравнению 33% в 2005–2009 гг. [1].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для данной работы собирали в ходе совместного рейса ЮНЦ РАН и Каспийского

филиала ИО РАН на НИС ПТР “Денеб” в период с 5-го по 13-е ноября 2020 г. Район работ и расположение станций показаны на рис. 1. Отбор проб желетелого макропланктона выполняли методом вертикального траления от дна до поверхности с помощью конусной сети ИКС-80 (газ № 15) с диаметром входного отверстия 80 см. На каждой из 13 станций в зависимости от погодных условий проводили 2–3 траления, полученные результаты усредняли. При отсутствии общепринятых поправочных коэффициентов [14], уловистость сети принимали за 100%. Полученные пробы обрабатывались на борту судна в живом виде. Сырая биомасса гребневиков измерялась объемным методом в мерном цилиндре или, при малом общем объеме, с помощью медицинских шприцов объемом 1–5 см³. Плотность тела гребневиков принималась за 1 г/см^3 [13]. Биомасса пересчитывалась на кубический метр.

Размер особей определялся в прозрачной кювете линейкой, с точностью до 1 мм, что позволяло избежать применения не всегда адекватных формул расчета длины тела [14]. У особей *Mnemiopsis leidy* измерялась длина сферосомы до расхождения лопастей.

Параллельно с отбором проб сетью, с помощью бортового телеметрического комплекса (рис. 2) проводили подводные наблюдения за вертикальным распространением гребневиков в толще воды от дна до поверхности [2, 7]. Методи-



Рис. 2. Общий вид телеметрического комплекса. На борту закреплена блочная система тросов (выделена желтым цветом) для спуска-подъема платформы. За бортом погружаемая платформа с черным экраном, системой видеонаблюдения и записи.

ка наблюдений состояла в следующем. Под воду на специальной системе стабилизации, состоящей из двух направляющих тросов с грузами на концах, на заданную глубину (до 100 м) погружалась платформа, оборудованная наблюдательным комплексом. Он включал в себя черный экран, глубиномер, термометр, источники искусственного освещения, телекамеру для наблюдений в режиме *on line* и видеокамеру с высоким разрешением (4К), позволяющую вести макростемку. Поле зрения платформы составляло 1 м³. Платформа погружалась на предельную глубину изучаемого столба воды и затем медленно с остановками на выбранных горизонтах поднималась к поверхности. Таким образом, исследователь в режиме *on line* получал информацию о вертикальном распределении макропланктона в виде качественного изображения, а также фото-видео материал высокого разрешения для дальнейшего детального анализа организмов макропланктона с сопутствующими данными по глубине и температуре.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Северная граница распространения *Beroe ovata* была отмечена в районе оконечности Аграханского полуострова (ст. 13, рис. 1). Граница распространения *Mnemiopsis leidyi* обнаружена на

60 км севернее (ст. 22). Южная граница исследованных вод находилась в районе г. Дербент (ст. 1). На большинстве станций в пробах и материалах подводных наблюдений *B. ovata* встречался совместно со своим основным пищевым объектом *M. leidyi*. Обнаруженный широкий размерный ряд особей берое — от 2.0 до 25.0 мм — свидетельствовал о размножении вселенца. Биомасса *B. ovata* также колебалась в широких пределах — от 0.28 до 1.73 г/м³ для столба воды. В направлении с запада на восток, на станциях, удаленных от береговой черты (ст. 5; 6; 9), значения биомассы берое были выше.

Сравнительный анализ биомассы двух видов гребневикиков показал, что на 5 из 7 станций, на которых были обнаружены оба вида гребневикиков, биомасса *Beroe ovata* была выше, чем у *Mnemiopsis leidyi*. На ст. 6 в пробе присутствовал только *B. ovata*. На станциях 4 и 13 биомасса *M. leidyi* превосходила биомассу берое. На станциях 22; 15; 14; 8; 7 *B. ovata* не был обнаружен, при этом биомасса *Mnemiopsis leidyi* (3.72 г/м³) имела максимальные показатели.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Распространение и размерный состав *Beroe ovata* в обследованном районе свидетельствуют о сформировавшейся в Каспийском море воспро-

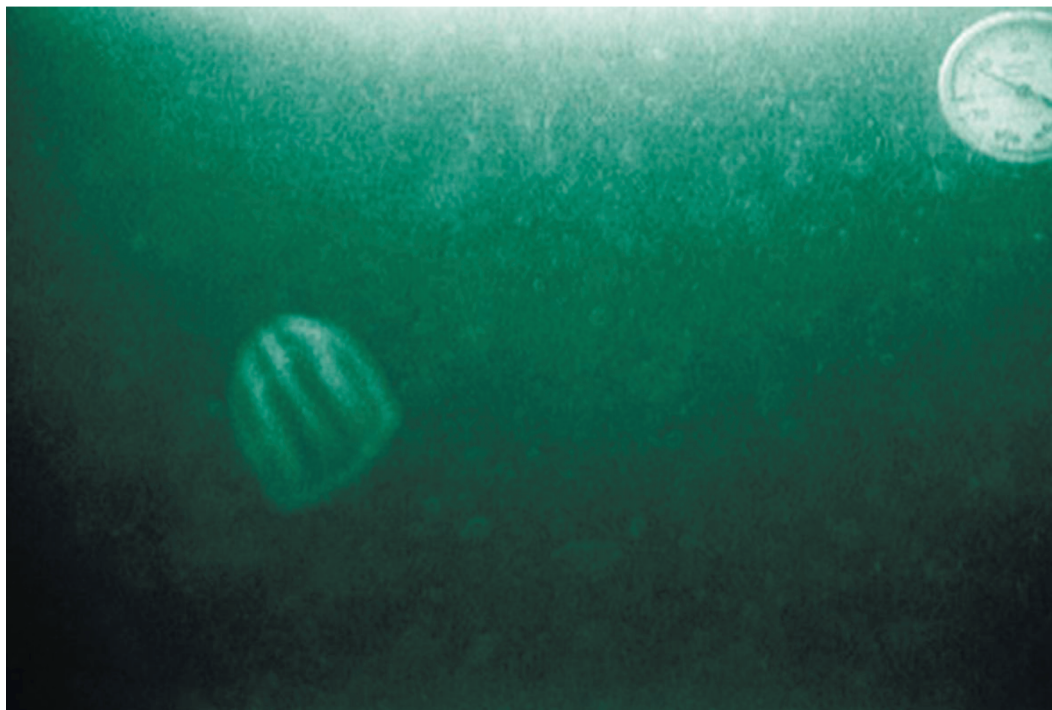


Рис. 3. На экране монитора крупный берое (40–45 мм) в придонных слоях воды на фоне глубиномера диаметром 50 мм (фрагмент видеозаписи на глубине 9 м).

изводящейся популяции. Возможно, распространению этого гребневика-вселенца в экосистеме Каспия способствовала аномально мягкая зима 2019 г. Северная граница ареала *B. ovata* в обследованном районе находилась в районе Аграханского полуострова при солености воды 6.8 PSU, что может быть физиологическим пределом для вида. Нижний предел температуры воды 14.3°C, при котором нами был обнаружен берое, по-видимому, не ограничивает его распространения. В Черном море по литературным данным элиминация подавляющего большинства особей *B. ovata* из планктона происходит при охлаждении воды до 10–12°C [4]. О теплолюбивости этого вида можно судить по материалам подводных наблюдений за его вертикальным распространением, которые показали более высокие концентрации в промежуточных и придонных слоях воды, где температура была на 1–2 градуса выше (ст. 2; 4; 6; 13).

Максимальная длина тела *Beroe ovata* в наших пробах — 25 мм, по-видимому, не является предельной. Подводные наблюдения показали, что отдельные особи могут быть значительно крупнее (рис. 3). При изучении внешнего вида и поведения особей берое в режиме макросъемки были отмечены хорошее физиологическое состояние, активные двигательные, защитные и фото реакции (рис. 4).

Полученные локальные результаты по соотношению численности двух видов гребневиков сви-

детельствуют о подавлении популяции *Mnemiopsis leidy* гребневиком *Beroe ovata* на ряде станций (табл. 1). Возможно, с вселением *B. ovata* в Каспийском море сложились условия для повторения сценария взаимодействия популяций двух гребневиков, имевшего место в Азово-Черноморском бассейне. В случае успешной адаптации к условиям Каспийского моря в южной части бассейна может сформироваться постоянная популяция этого вида. В теплое время года, ориентировочно во второй половине лета, вид может совершать сезонную экспансию в Средний, а возможно, и в Северный Каспий. Это должно привести к снижению численности и биомассы *M. leidy* и, соответственно, ослабить негативное воздействие этого вида на пелагическое сообщество моря. Снижение численности мнемии под давлением берое, как это произошло в Черном и Азовском морях, должно положительно сказаться на состоянии популяций каспийских планктоноядных рыб, рыб, имеющих пелагические икры и личинки, и некоторых моллюсков, чьи планктонные личиночные стадии выедат хищник *M. leidy*. Вместе с тем, возможны отклонения от этого сценария, обусловленные специфическими особенностями Каспийского моря и выраженными в регионе климатическими процессами. Природный эксперимент, начавшийся в Каспии с вселением *Beroe ovata*, требует детальных исследований.

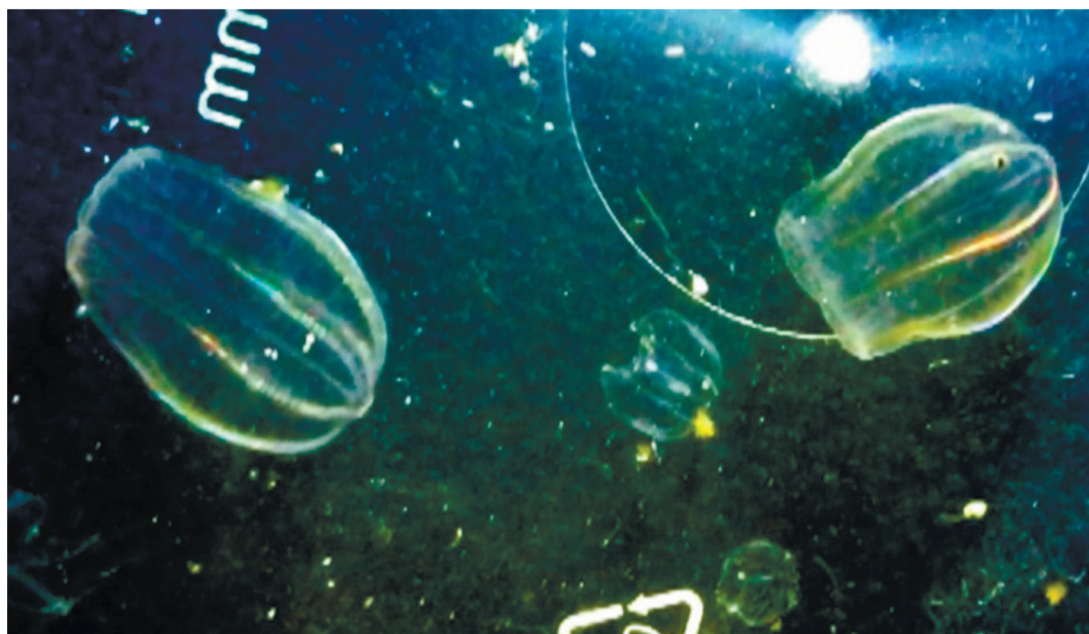


Рис. 4. Внешний вид каспийского берое (15–20 мм) на фоне мелких мнемиипсисов (3–4 мм).

Таблица 1. Координаты мест находок *Beroe ovata* и *Mnemiopsis leidyi* и сопутствующие гидрологические характеристики

№ ст.	N	E	Температура воды, °C	Соленость, PSU	<i>Mnemiopsis leidyi</i>		<i>Beroe ovata</i>	
					биомасса, г/м ³	размеры особей, мм	биомасса, г/м ³	размеры особей, мм
22	44 38.04	47 37.83	Пов. – 13.59 Дно – 13.32	Пов. – 3.69 Дно – 4.36	0.18	3.0–5.0	–	–
15	44 15.55	47 39.87	Пов. – 14.09 Дно – 14.08	Пов. – 2.99 Дно – 2.90	–	–	–	–
14	43 56.89	47 55.45	Пов. – 11.62 Дно – 11.16	Пов. – 4.02 Дно – 4.15	–	–	–	–
8	43 38.01	47 38.03	Пов. – 13.05 Дно – 12.98	Пов. – 5.30 Дно – 6.03	2.73	1.0–7.0	–	–
7	43 18.17	47 38.06	Пов. – 13.77 Дно – 14.24	Пов. – 6.59 Дно – 7.80	15.67	1.0–7.0	–	–
4	42 59.10	47 37.94	Пов. – 14.30 Дно – 15.46	Пов. – 7.82 Дно – 9.10	2.0	1.0–10.0	0.28	7.0–20.0
3	42 39.40	47 57.57	Пов. – 15.54 Дно – 16.81	Пов. – 9.54 Дно – 10.73	0.26	1.0–5.0	0.39	3.0–20.0
1	42 19.32	48 17.69	Пов. – 16.33 Дно – 16.50	Пов. – 9.99 Дно – 11.12	Ед. экз.	1.0–3.0	0.52	5.0–20.0
2	42 38.65	48 04.10	Пов. – 15.79 Дно – 16.69	Пов. – 9.03 Дно – 11.11	Ед. экз.	1.0–3.0	0.31	2.0–20.0
5	42 58.93	47 47.79	Пов. – 15.88 Дно – 16.67	Пов. – 10.18 Дно – 10.97	Ед. экз.	3.0–5.0	0.56	5.0–20.0
6	43 19.08	47 47.38	Пов. – 14.95 Дно – 16.08	Пов. – 9.53 Дно – 9.98	–	–	0.57	5.0–20.0
9	43 37.13	47 47.79	Пов. – 14.52 Дно – 15.44	Пов. – 8.34 Дно – 9.45	0.60	1.0–5.0	1.73	3.0–25.0
13	43 57.66	48 06.74	Пов. – 13.91 Дно – 14.21	Пов. – 6.83 Дно – 8.12	3.40	3.0–7.0	0.54	5.0–20.0

Источники финансирования: госзадание ЮНЦ РАН (тема НИР № АААА-А18-118122790121-5); госзадание ИО РАН (тема НИР №0128-2021-0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арашкевич Е.Г., Луппова Н.Е., Никишина А.Б., Паутова Л.А., Часовников В.К., Дриц А.В., Подымов О.И., Романова Н.Д., Станичная Р.Р., Зацепин А.Г., Куклачев С.Б., Флинт М.В. Судовой экологический мониторинг в шельфовой зоне Черного моря: оценка современного состояния пелагической экосистемы // *Океанология*. 2015. Т. 55. № 6. С. 964–970.
2. Виноградов М.Е., Флинт М.В., Шушкина Э.А. Исследование вертикального распределения мезопланктона с использованием подводного обитаемого аппарата “Аргус” // Современное состояние экосистемы Черного моря. М: Наука, 1987. С. 172–186.
3. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Булгакова Ю.В., Серобаба И.И. Выедание зоопланктона мнемипсисом и пелагическими рыбами в Черном море // *Океанология*. 1995. Т. 35. № 4. С. 569–574.
4. Виноградов М.Е., Лебедева Л.П., Виноградов Г.М. и др. Мониторинг пелагических сообществ северо-восточной части Черного моря в 2004 г.: макро- и мезопланктон // *Океанология*. 2005. Т. 45. № 3. С. 381–392.
5. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения / Под научной ред. д.б.н., проф. С.П. Воловика.- Ростов н/д. БКИ. 2000. 500 с.
6. Камакин А.М., Студеникина Ю.Б., Степенова Л.В., Рубцова Е.Г. Сезонное распределение *Mnemiopsis leidyi* в Каспийском море в 2001 году // Науч. бюл. Каспийского Плавающего Ун-та. 2002. Астрахань. КПУ. Вып. 3. С. 42–46.
7. Камакин А.М., Ушицев В.Б. и др. Вертикальное распространение популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Каспийском море // Тр. КаспНИРХа. Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. 2004. Астрахань: Из-во КаспНИРХа, С. 191–198.
8. Картюк М.И., Катунин Д.Н. и др. Результаты исследований по оценке влияния *Mnemiopsis leidyi* на экосистему Каспийского моря и разработка биотехнических основ возможного вселения *Beroe ovata* для биоконтроля популяции мнемипсиса // Тр. КаспНИРХа. Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. 2004. Астрахань: Из-во КаспНИРХа, С. 165–183.
9. Лебедева Л.П., Шушкина Э.А., Виноградов М.Е., Лукашева Т.А., Анохина Л.Л. Многолетняя трансформация структуры мезозoopланктона северо-восточного побережья Черного моря под воздействием гребневиков-вселенцев // *Океанология*. 2003. Т. 43. № 5. С. 710–715.
10. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Вязун Е.В. Особенности развития *Beroe ovata* и *Mnemiopsis leidyi* в Азовском море в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна (2004–2005 гг). Ростов-на-Дону, 2006. С. 136–148.
11. Шушкина Э.А., Виноградов М.Е. Изменение планктонного сообщества открытых районов Черного моря и воздействие на него гребневика мнемипсиса (1978–1989) // Изменчивость экосистемы Черного моря: естественные и антропогенные факторы. Москва: Наука, 1991. С. 248–260.
12. Ivanov V.P., Kamakin A.M., Ushivtsev V.B., Shiganova T.A., Zukova O.A., Aladin N.V., Susan I., Wilson S.I., Harbison G.R. & Dumont H.J. Simultaneous invasion of the Caspian Sea by two jellies *Mnemiopsis* and *Aurelia* // J. of Invasion In: “Biological Invasions.” 2000. Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands. 2. P. 255–258.
13. Purcell, J.E. Quantification of *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora, Lobata) from formalin-preserved plankton samples // *Marine Ecology Progress series*. 1988. Т. 45. P. 197–200.
14. Weisse T., Gomoiu M.-T., Scheffel U., Brodrecht F. Biomass and size composition of the comb jelly *Mnemiopsis* sp. in the North-western Black sea during spring 1997 and summer 1995 // *Estuarine, Coastal Shelf Sci*. 2002. Т. 54. P. 423–437.

The Ctenophore, *Beroe ovata* Bruguière, 1789 – the New Invader in the Ecosystem of Caspian Sea

V. V. Sayapin^{a, #}, V. B. Ushivtsev^b, E. P. Oleynikov^a, and F. G. Dosaev^b

^a*Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia*

^b*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru*

In November 2020, the alien ctenophores *Beroe ovata* Bruguière, 1789 were noted in samples of gelatinous zooplankton from the northern and central parts of the Caspian Sea. The obtained values of the biomass of *B. ovata* and its main food object – ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) – show an uneven distribution of these across the studied area during the research period. A significant spread of values of the individual size of *B. ovata* was observed, suggesting the possibility of reproduction of the species during this period. The northern boundary of the distribution of new invader within the studied area was located near the Agrakhan Peninsula. The corresponding hydrological characteristics allow to suggest the limiting role of water salinity. Underwater studies using video equipment revealed the association of *B. ovata* with relatively warmer water layers. The peculiarities of the introduction of alien ctenophores *Beroe* into the Caspian Sea has much in common with similar processes in the Azov-Black Sea basin.

Keywords: Caspian Sea, Azov-Black Sea basin, gelatinous macroplankton, ctenophore, *Beroe ovata*, *Mnemiopsis leidyi*, seasonal population