

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГРЕБНЕВИКА-ВСЕЛЕНЦА *MNEMIOPSIS LEIDYI* AGASSIZ, 1865 (STENOPHORA) НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ ОСЕНЬЮ 2021 ГОДА

© 2023 Полунина Ю.Ю.*, Кондрашов А.А., Уткина Я.В.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, 117997, Россия
e-mail: *jul_polunina@mail.ru

Поступила в редакцию 14.12.2022. После доработки 18.02.2023. Принята к публикации 26.02.2023

В Юго-Восточной Балтике (ЮВБ) в пределах экономической зоны РФ осенью 2021 г. были отмечены эмбрионы в яичевой оболочке (яйца) и цидиппиды гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidy*, взрослые особи не обнаружены. Приведены сведения о встречаемости и распределении гребневика на ранних стадиях развития в ЮВБ. Яйца гребневика отмечены в открытой части ЮВБ на станциях с глубинами 65–115 м в промежуточном слое и ниже верхней границы галоклина. Высокая численность яиц (51–57 экз./м³) зарегистрирована над северо-восточным склоном Гданьской впадины. Выявлено расширение района встречаемости яиц гребневика в 2021 г. по сравнению с данными за 2010–2015 гг. Значимой корреляции численности яиц с солёностью и температурой вод не выявлено. С использованием численной модели NEMO 4.0 прослежен путь проникновения вод, носящий адвективный характер, в район исследования из западных бассейнов Балтийского моря, которые, вероятно, привнесли яйца гребневика.

Ключевые слова: *Mnemiopsis leidy*, Балтийское море, эмбрионы в яичевой оболочке, распределение, термохалинные показатели.

DOI: 10.35885/1996-1499-16-1-130-138

Введение

Гребневик *Mnemiopsis leidy* Agassiz, 1865 – типичный обитатель вод Атлантического океана у восточного побережья Северной и Южной Америки [Purcell et al., 2001]. Этот хищный эврибионтный вид выживает в широком диапазоне солёности 3.4–75 psu и температуры 1.3–32 °C. *M. leidy* – самооплодотворяющийся гермафродит. При оптимальной температуре (выше 20 °C) он быстро развивается, достигая своей половозрелости за 12 дней, может откладывать тысячи яиц в день, и при благоприятных условиях способен быстро наращивать свою численность [*Mnemiopsis leidy*..., 2022]. *M. leidy* потребляет зоопланктон, икру и даже мальков рыб. Этот вид был случайно интродуцирован в Чёрное море в 1980-х гг., затем распространился в прилегающие водоёмы, включая Азовское, Каспийское и Средиземное моря [Шиганова, 2009; Fuentes et al., 2010]. Последствия вселения этого вида для экосистемы Чёрного и Каспийского морей были неблагоприятны-

ми, временами катастрофическими. Появление вселенца привело к изменениям всех трофических уровней – от фитопланктона до морских млекопитающих [Шиганова, 2009; Камакин и др., 2018]. Гребневик повлиял на ихтиофауну, подрывая кормовую базу рыб, поедая пелагическую икру и личинок морских рыб. В Каспии гребневик вызвал резкое сокращение численности популяций каспийской кильки, которая является одним из основных видов корма для осетровых рыб, и запасы последних существенно сократились [Камакин и др., 2010, 2018].

Впервые этот вид был отмечен в водах Юго-Западной Балтики в 2006 г. [Javidpour et al., 2006], затем, в 2007 г. он распространился по большей части Балтийского моря, включая Центральную Балтику и северные заливы (Ботнический, Финский) [Kube et al., 2007; Nuwer et al., 2008]. Выявлено, что скорость размножения чужеродного гребневика значительно уменьшается в условиях низкой солёности, характерной для центральной части

Балтийского моря. Пониженная солёность является фактором, сдерживающим увеличение численности гребневи́ков в этом недавно заселённом им море [Jaspers et al., 2011]. Районы с более высокой солёностью, такие как Каттегат и в меньшей степени юго-западная Балтика, могут выступать в качестве регионов-доноров популяции *M. leidyi* в центральной части Балтийского моря, где из-за низкой солёности невозможно поддерживать самовоспроизводящуюся популяцию [Jaspers et al., 2011].

В Юго-Восточной Балтике (ЮВБ) яйца гребневи́ка *M. leidyi* были впервые обнаружены в 2010 г. [Цыбань и др., 2013]. В 2010–2015 гг. в ЮВБ яйца этого гребневи́ка отмечали в незначительном количестве локально на отдельных глубоководных станциях и при этом роста численности яиц, увеличения района обитания и, что важно, взрослых гребневи́ков за этот период не отмечено [Щука, Щука, 2016]. В глубоководной части ЮВБ осенью 2015 г., а также в Южной и Центральной Балтике в позднелетний период 2016 г. не были обнаружены ни взрослые особи, ни яйца *M. leidyi* [Полунина и др., 2019; 2021].

Балтийское море характеризуется значительными вариациями природных и антропогенных условий, в его акватории регистрируются изменения метеорологических, гидрологических и гидрохимических условий, выражающиеся в тенденции роста температуры воздуха и воды, изменении атмосферной циркуляции [Dailidienė et al., 2012; Lainela et al., 2020]. В связи с этим, в условиях меняющегося климата и окружающей среды, наблюдения за этим вселенцем, областью распространения его взрослых особей, молоди и яиц, отслеживание сроков размножения не теряют актуальности. При успешном вселении и развитии этого вида во вновь освоенных полузамкнутых внутриконтинентальных морях (напр., Чёрное, Каспийское), он способен существенно влиять на многие звенья экосистемы, в том числе пищевые цепи. Для Балтики, также полузамкнутого внутриконтинентального моря, массовое развитие этого хищного вида несёт угрозу для популяций промысловых рыб – балтийского шпрота (*Sprattus sprattus*), балтийской сельди

(салаки) (*Clupea harengus membras*) и балтийской трески (*Gadus morhua callarias*). Учитывая выявленную во многих районах Южной и Центральной Балтики тенденцию снижения общей численности зоопланктона в период 2000–2015 гг. [Wasmund et al., 2016], возможна конкуренция за пищу (зоопланктон) между гребневи́ком и рыбами-планктофагами. Поэтому наблюдение за этим видом в разных районах Балтийского моря актуально.

Цель исследования – оценить встречаемость, распределение и связь с термохалинными условиями гребневи́ка-вселенца *M. leidyi* на ранних стадиях развития в акватории Юго-Восточной Балтики осенью 2021 г.

Материалы и методы

Пробы зоопланктона отбирали с 30.10.2021 по 11.11.2021 г. в 48-м рейсе НИС «Академик Борис Петров» в исключительной экономической зоне (ИЭЗ) РФ в ЮВБ, в открытой части (глубины до 112 м) и в прибрежной зоне (глубины 16–30 м) (рис. 1 А).

Измерения температуры и солёности воды производили с использованием мультипараметрического зонда Idronaut OS316 Plus. Для оценки термохалинной обстановки в районе исследования выполнен гидрофизический разрез от шведской ИЭЗ до мыса Таран (Калининградская обл.) на ходу судна при свободном падении зонда по методике, описанной в работе [Рака et al., 2019]. На каждой станции выполняли STD-зондирования для оперативного получения положения термо- и галоклина с целью определения горизонтов отбора проб зоопланктона.

Пробы отбирали в дневное время планктонной сетью WP-2 (Ø=56 см, ячея 100 мкм) с замыкателем по горизонтам: верхний квазиоднородный слой – ВКС (от верхней границы термоклина до поверхности); промежуточный слой (от верхней границы галоклина до верхней границы термоклина); придонный слой (от дна до верхней границы галоклина). Пробы фиксировали формалином до конечной концентрации 4%. Камеральную и статистическую обработку проб проводили по общепринятым методикам [Методические..., 1984], биомассу рассчитывали по зависимости массы от длины тела организ-

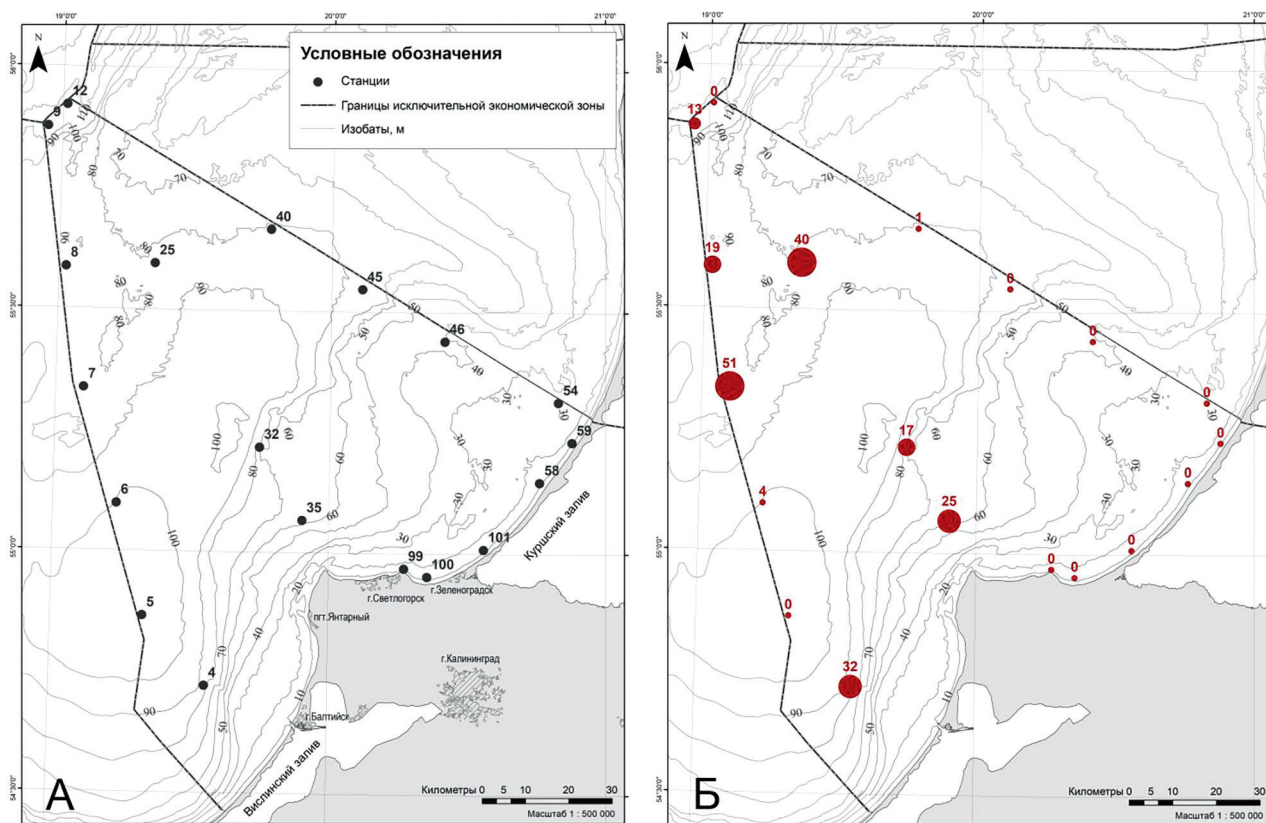


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб зоопланктона (А) и распределение яиц гребневика-вселенца в слое от дна до верхней границы термоклина (Б) в юго-восточной части Балтийского моря, 30.10–11.11.2021 г.

мов [Recommendations..., 1985; Виноградов, Шушкина, 1987].

Всего обработано 33 пробы зоопланктона. Яйца гребневика промерены и подсчитаны на каждой станции. Используются микроскопы МБС-10, Olympus CX41. Фото выполнены авторами цифровой камерой Levenhuk C510.

Для анализа приповерхностного ветра, скорости и направления течений в Балтийском море на период, предшествующий отбору проб, использовали данные службы мониторинга морской среды CMEMS [Коперникус..., 2023]. Служба применяет численную модель NEMO 4.0 [NEMO..., 2019], которая обеспечивает пространственное разрешение 2×2 км и 1 м по глубине. При анализе использовалось среднесуточное осреднение данных. Проанализированы метеоусловия и среднесуточные модельные течения на период проведения исследований, а также в предшествующие несколько суток на глубинах от 45 м до дна.

Проведена стандартная статистическая обработка данных с использованием пакета Microsoft Excel.

Результаты

Гидрологические условия. В период наших исследований в ЮВБ тип термической стратификации вод характеризовался осенним выхолаживанием верхнего квазиоднородного слоя и заглублением сезонного термоклина. Глубже термоклина располагался холодный промежуточный слой, а ниже – галоклин, пространственно совпадающий с перманентным пикноклином, отделяющим поверхностную воду от глубинного слоя. Термохалинная структура вод в осенний период характеризовалась неоднородностью в пределах исследуемого района ЮВБ. Глубина положения термоклина и галоклина на разных станциях варьировали.

В разных районах ЮВБ толщина ВКС изменялась в пределах 35–47 м с температурой и солёностью воды внутри данного слоя 9.8–11.8 °C и 7.1–7.4 psu. Термоклин находился на глубинах 35–55 м. Ядро холодного промежуточного слоя, определяемое по минимальной температуре воды, располагалось на глубинах 48–58 м. Значения температуры и солё-

ности воды в этом слое составляли 4.4–4.6 °C и 7.6–8.5 psu. Глубина залегания галоклина и приуроченного к нему пикноклина изменялась на станциях от 55 до 65 м. Придонный слой начинался с глубин 65–75 м и характеризовался температурой и солёностью вод 5.4–6.8 °C и 9.0–11.7 psu. Содержание растворённого кислорода в ВКС составляло около 10.0–11.5 мг/л. Начиная с верхней границы галоклина, по мере увеличения глубины его значение снижалось. На глубинах от 80 м и глубже наблюдалось содержание растворённого кислорода менее 2 мг/л, что характерно для гипоксических условий.

Термохалинная структура вод на северном склоне Гданьской впадины представлена на рис. 2.

Встречаемость и распределение планктонных организмов в Балтике во многом зависит от структуры вод и метеорологических условий.

Гребневик-вселенец *Mnemiopsis leidyi* был представлен ранними стадиями развития – преимущественно эмбрионами в яйцевой оболочке (embryo within the egg envelope) и единично стадией личинки цидиппида (cydippid stage larva) (рис. 3), взрослые особи этого вида не обнаружены.

Диаметр яиц варьировал от 250 до 450 мкм, составляя в среднем 350 ± 70 мкм, личинки цидиппида имели размер 500 мкм.

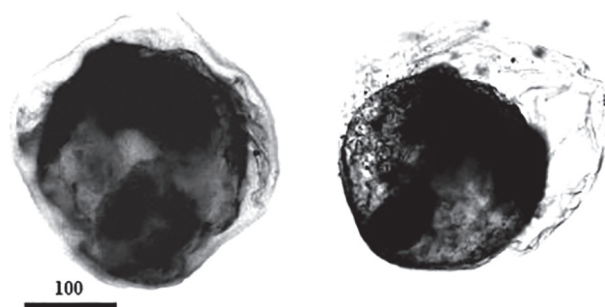


Рис. 3. Эмбрионы *Mnemiopsis leidyi* разной стадии развития (шкала 100 мкм) в Юго-Восточной Балтике, 30.10–11.11.2021 г.

Яйца гребневика не встречались в прибрежной зоне, и были отмечены только в открытой части моря, где глубины на станциях изменялись от 65 до 125 м. Вид практически не встречался в поверхностном слое, а отмечен в промежуточном горизонте и слое ниже начала галоклина. Только на отдельных станциях, где начало термоклина было глубже 42 м, были встречены единичные яйца гребневика в поверхностном слое.

Поскольку в период наших исследований были значительные вариации глубин положения слоев, мы объединили данные по промежуточному слою и слою ниже начала галоклина в один – слой от верхней границы термоклина до дна, для построения карты распределения яиц гребневика. Пространственное распределение яиц показало, что

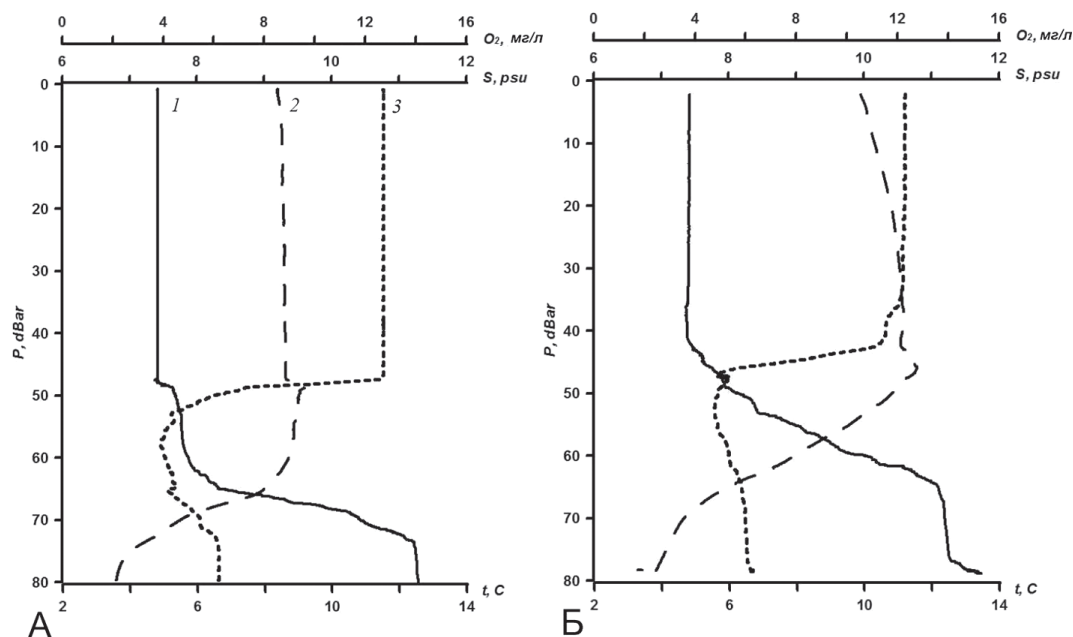


Рис. 2. Вертикальное распределение отдельных гидрофизических показателей на станциях 32 (А) и 7 (Б) в ЮВБ, 30.10–11.11.2021 г. 1 – солёность воды, psu; 2 – содержание растворенного кислорода, мг/л; 3 – температура воды, °C.

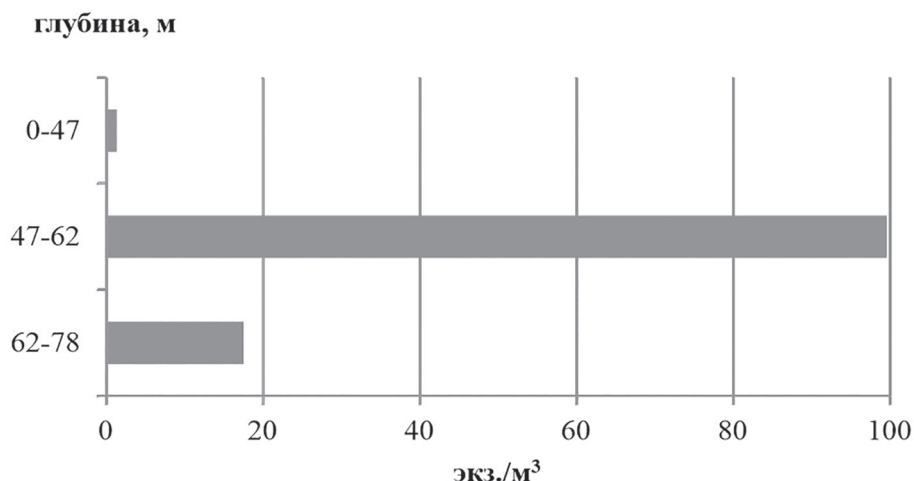


Рис. 4. Вертикальное распределение яиц гребневика *Mnemiopsis leidyi* в ЮВБ, 30.10–11.11.2021 г.

максимум их численности находился на северо-восточном склоне Гданьской впадины (ст. 7, 32), где численность яиц превышала 50 экз./м³ (рис. 1 Б).

Рассчитана корреляция между численностью яиц гребневика и средневзвешенными значениями солёности и температуры слоя воды ниже верхней границы термоклина. Значения корреляции между численностью яиц и солёностью слабо отрицательные $R = -0.45$ (критерий Фишера $F = 3.96$ при $p = 0.05$ и F критическое = 4.35). Корреляция между численностью яиц и температурой воды составила $R = -0.16$ ($F = 6.62$ при $p = 0.02$; F критическое = 4.35). Значимой зависимости численности яиц и термохалинных параметров не выявлено.

Анализ вертикального распределения яиц гребневика на ст. 32 показал их скопление в

промежуточном слое (рис. 4), который характеризовался минимальной температурой воды, но не самой высокой солёностью (рис. 2).

Учитывая, что яйца гребневика пассивно переносятся током воды, на их горизонтальное распределение оказывает влияние перемещение водных масс. Над Центральной и Юго-Восточной Балтикой с двадцатых чисел октября 2021 г. преобладали ветра западных румбов, что привело к формированию вдольберегового течения на глубинах вплоть до 80 м из центральной Балтики в Гданьский залив, и далее через российскую ИЭЗ в район Восточно-Готландской впадины (рис. 5 А). Скорость течения в слое от 45 до 80 м достигала 0.5 м/с и более. Продолжительность ветрового воздействия была достаточна для частичного обновления воды в исследуемом районе ИЭЗ РФ. Такая ситуация наблюдалась до 29

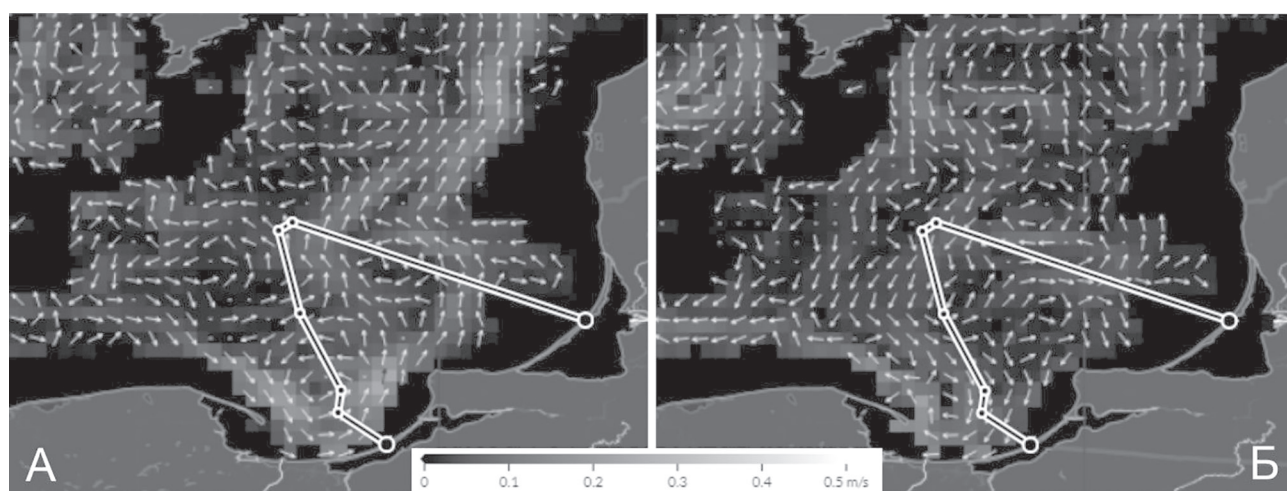


Рис. 5. Векторное представление движения воды на глубине 50 м в Центральной и Юго-Восточной Балтике: 24.10.2021 г. (А) и 01.11.2021 г. (Б). 0.0–0.5 м/с – скорость движения воды.

октября, когда произошла смена направления ветра на южное, с 01.11.2021 г. на юго-восточное. Это привело к замедлению поступления новой водной массы и формированию группы мезомасштабных циклонических вихрей. Скорость циркуляции составила менее 0.1 м/с (рис. 5 Б). Начиная с 1 ноября наблюдался отток придонных вод из южной части Готландской впадины вдоль склона Клайпедской банки, однако ввиду низкой скорости течения появление этой водной массы на момент работы на станциях маловероятно.

Обсуждение

В Балтийском море могут встречаться несколько видов желетелых организмов [Jaspers et al., 2021]. Принадлежность гребневика-вселенца в Балтийском море к виду *M. leidyi* была подтверждена морфологическими признакам и при помощи генетических биомаркеров [Schaber et al., 2011; Ginderdeuren et al., 2012].

В Борнхольмском бассейне в 2007–2011 гг. этот вид имел наибольшую численность в весенние и осенние месяцы и лишь спорадически встречался в течение лета, а его вертикальное распределение в основном ограничивалось слоями воды ниже постоянного галоклина и значительно зависело от температуры окружающей среды [Schaber et al., 2011]. Был сделан вывод, что в центральной части Балтийского моря нет самовоспроизводящейся популяции *M. leidyi*, и что вид, скорее всего, ежегодно повторно интродуцируется в бассейн Борнхольма путём боковой адвекции из исходных популяций в западной части Балтийского моря [Schaber et al., 2011].

Выявлено, что из-за сильной и стабильной термохалинной стратификации вод Балтики (Борнхольмская впадина, Слупский жёлоб) в летний период гребневики не способны мигрировать в верхние слои воды, которые более благоприятны для питания и размножения. Однако, такая восходящая миграция гребневиков возможна осенью, когда происходит уменьшение вертикального градиента плотности за счёт перемешивания. Возможное перемещение гребневиков в верхние слои осенью не является для популяции благоприятным, так как основное их воспроизводство

уже прекратилось к этому времени года, и гребневикам уже может быть недостаточно пищи, а поверхностные воды зимой становятся холоднее, что ещё больше ухудшает условия их обитания. Поэтому часть популяции гребневиков, которая перемещается в бассейн Борнхольма и далее из западных районов, до сих пор не привела к формированию самовоспроизводящейся популяции. Все эти факторы приводят к нестабильной динамике численности *M. leidyi* в центральной Балтике [Schaber et al., 2011]. Установлено, что с момента обнаружения *M. leidyi* в Центральной Балтике в 2007–2009 гг. вид ежегодно проникал в эти воды с осенне-зимней прибрежной адвекцией из западной Балтики [Schaber et al., 2011].

В ЮВБ молодых и взрослых особей *M. leidyi* не было отмечено, однако яйца гребневика встречались периодически, начиная с 2010 г. В 2010–2015 гг. яйца в прибрежной зоне не фиксировали, а регистрировали в открытой части ЮВБ на горизонтах ниже пикноклина при температуре от 2.2 до 9.3 °С, солёности 7.2–11.9 psu, и их численность варьировала от 33 до 733 экз./м³. Расширение области встречаемости яиц и роста их численности в этот период не отмечено [Щука, Щука, 2016].

В нашем исследовании осенью 2021 г. также отмечены только яйца гребневика, преимущественно приуроченные к относительно глубоководной зоне ЮВБ, и концентрирующиеся ниже слоя ВКС. Область распространения яиц в ЮВБ была больше, чем в 2010–2015 гг. Анализ данных о циркуляции вод в Готландском и Гданьском бассейнах показал, что поступление вод с обнаруженными яйцами чужеродного вида в исследуемый сектор ЮВБ носит адвективный характер. Продолжительные ветра западных румбов, характерные для осенне-зимнего сезона, способствуют поступлению водных масс в российскую часть из центральных бассейнов Балтики через Гданьский залив. Такая ситуация наблюдалась за несколько суток до проведения исследований, после чего произошла смена направления ветра на южное и юго-восточное, что вызвало стагнацию скорости движения воды по всей толще. На выполненном

нами гидрофизическом разрезе от берега (р-н м. Таран) до центральной части Гданьской впадины выявлен рост температуры в ВКС. Это косвенно указывает на поступление более тёплой водной массы из западных бассейнов Балтики в ЮВБ посредством вдольберегового течения, что также согласуется с модельными данными.

Таким образом, в настоящий период устойчивой популяции гребневика-вселенца в ЮВБ не наблюдается. Учитывая, что яйца гребневика были также обнаружены летом и осенью 2022 г. (неопубликованные наши данные), проникновение этого вида в ЮВБ усиливается. *M. leidy* в Чёрном море не выживает в районах, где температура зимой опускается ниже 4 °С, а весной размер особей и численность популяции после холодной зимы меньше, чем после тёплой [Шиганова и др., 2001]. В Балтийском море в зимний период пониженная температура воды может быть сдерживающим фактором для развития этого вида. Однако, при благоприятных условиях среды – тёплом осенне-зимнем периоде, увеличении частоты поступления яиц и взрослых особей в ЮВБ из западной и центральной Балтики, в перспективе нельзя исключить возможность образования здесь популяции этого вида.

Заключение

В Юго-Восточной Балтике гребневик вселенец *Mnemiopsis leidy* был представлен преимущественно эмбрионами в яйцевой оболочке (embryo within the egg envelope) и единично стадией личинки цидиппиды (cydippid stage larva), взрослых особей не обнаружено. Яйца отмечены в открытой части ЮВБ на глубинах 35–115 м, в слоях воды ниже ВКС. В прибрежной зоне ЮВБ яйца не встречались. Максимальная численность яиц зафиксирована на склоне Гданьской впадины, на глубинах около 80 м при температуре воды 4.4–6.8 °С и солёности 7.6–11.7 psu. В период исследования зависимость между численностью яиц и термохалинными характеристиками вод в ЮВБ не выявлена. Отмечено расширение района встречаемости *M. leidy* в ЮВБ по сравнению с данными за 2010–2015 гг. Проникновение этого вида в ЮВБ осенью

2021 г. обусловлено адвекцией вод из западной части Балтики согласно реконструкции течений по модели NEMO.

Благодарности

Авторы благодарны сотрудникам лаборатории морской экологии за помощь в сборе материала, и заведующей лабораторией морской экологии Е.Е. Ежовой за ценные рекомендации при написании работы.

Финансирование работы

Работы выполнены в рамках государственного задания ИО РАН FMWE-2021-0012.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Все международные и национальные принципы использования животных в научных целях были соблюдены.

Литература

- Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. Наука, 1987. 240 с.
- Камакин А.М., Чиженкова О.А., Зайцев В.Ф. Влияние *Mnemiopsis leidy* на некоторые трофические звенья Каспийского моря // Юг России: экология, развитие. 2010. № 2. С. 33–42.
- Камакин А.М., Ходоревская Р.П., Парицкий Ю.А. Влияние нового вселенца гребневика на основные звенья экосистемы Каспийского моря // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2018. № 1. С. 35–48.
- Коперникус – мониторинг Земли для каждого (Электронный ресурс) // (<https://www.it-world.ru/cionews/government/168667.html>). Дата обращения 24.02.2023 г.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Гос. НИИ озёрного и речного рыбного х-ва. 1984. 33 с.
- Полунина Ю.Ю., Кречик В.А., Пака В.Т. Пространственная изменчивость зоопланктона и гидрологических показателей вод в южной и центральной части Балтийского моря в позднелетний сезон 2016 г. // Океанология. 2021. Т. 61. № 6. С. 958–968. DOI: 10.31857/S0030157421060113
- Полунина Ю.Ю., Ланге Е.К., Кречик В.А. Структура и распределение осеннего зоопланктона в Юго-восточной части Балтийского моря в 2015 г. // Океанология. 2019. Т. 59, № 1. С. 72–81. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0030-15745972-81>

- Цыбань А.В., Володкович Ю.В., Кудрявцев В.М., Кудрявцев А.В., Шука Т.А., Шука С.А. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы юго-восточной части Балтийского моря // Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2012 год / Под ред. акад. РАН Ю.А. Израэль и др. М.: Росгидромет, 2013. С. 134–138.
- Шиганова Т.А. Чужеродные виды в экосистемах южных внутренних морей Евразии: Автореф. дис. ... док. биол. наук. М., 2009. 57 с.
- Шиганова Т.А., Камакин А.М., Жукова О.П. и др. Вселенец в Каспийское море – гребневик *Mnemiopsis* и первые результаты его воздействия на пелагическую экосистему // Океанология. 2001. Т. 41. № 4. С. 542–549.
- Шука Т.А., Шука С.А. Динамика количественных характеристик чужеродных видов зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг. в связи с термохалинными условиями // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2016. Т. 27. № 1. С. 86–108.
- Dailidienė I., Davulienė L., Kelpšaitė L. et al. Analysis of the climate change in Lithuanian coastal areas of the Baltic Sea // J. Coastal Res. 2012. Vol. 28. No. 3. P. 557–569.
- Fuentes V., Dror A., Bayha K. et al. Blooms of the invasive ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, span the Mediterranean Sea in 2009 // Hydrobiologia. 2010. 645: 23–37. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0205-z>
- Ginderdeuren K., Hostens K., Hoffman S. et al. Distribution of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Belgian part of the North Sea // Aquatic Invasions. 2012. Vol. 7. Is. 2 P. 163–169. doi: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2012.7.2.002>
- NEMO ocean engine. Version 4.0.1 – October, 2019 (Электронный ресурс) // (https://zenodo.org/record/3878122/files/NEMO_book.pdf). Accessed on 23.11.2022.
- Huwer B., Storr-Paulsen M., Riisgård H-U., Haslob H. Abundance, horizontal and vertical distribution of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the central Baltic Sea, November 2007 // Aquatic Invasions. 2008. Vol. 3. Issue 4: 429–434. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2008.3.2.1>
- Jaspers C., Møller L.F., Kiørboe T. Salinity Gradient of the Baltic Sea Limits the Reproduction and Population Expansion of the Newly Invaded Comb Jelly *Mnemiopsis leidyi* // PLoS One. 2011. Vol. 6. Iss. 8. e24065 // (<https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/5793835/journal.pone.0024065.pdf>). Accessed on 01.12.2022.
- Jaspers C., Bezio N., Hinrichsen H.H. Diversity and Physiological Tolerance of Native and Invasive Jellyfish/Ctenophores along the Extreme Salinity Gradient of the Baltic Sea // Diversity. 2021. 13. 57. // (<https://doi.org/10.3390/d13020057>). Accessed on 25.11.2022.
- Javidpour J., Sommer U., Shiganova T. First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 in the Baltic Sea // Aquatic Invasions. 2006. Vol. 1. No. 4. P. 299–302. // (<http://www.aquaticinvasions.ru>). Accessed on 25.11.2022.
- Kube S., Postel L., Honnef C., Augustin C.B. *Mnemiopsis leidyi* in the Baltic Sea – Distribution and overwintering between autumn 2006 and spring 2007 // Aquatic Invasions, 2007. Vol. 2. P. 137–145. doi: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2007.2.2.9>
- Lainelaa S., Herkülb K., Leitoc I. et al. Contemporary trends in hydrophysical and hydrochemical parameters in the NE Baltic Sea // Estonian J. of Earth Sciences. 2020. Vol. 69. Is. 2. P. 91–108.
- Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Электронный ресурс) // (<http://www.sevin.ru/top100worst/priortargets/Ctenophora/leidyi.html>). Accessed on 23.11.2022.
- Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Mesozooplankton biomass assessment. 1985. Edited by L. Hernroth. The Baltic marine biologists. Publication No. 10. Working Group 14.
- Paka V.T., Zhurbas V.M., Golenko M.N. et al. Innovative closely spaced profiling and microstructure measurements in the southern Baltic Sea in Summer/Autumn 2016–2018 with special reference to the bottom layer // Front. Earth Sci. 2019. Vol. 7. A. 111. <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00111>].
- Purcell J.E., Shiganova T.A., Decker M.B., Houde E.D. The ctenophore *Mnemiopsis* in native and exotic habitats: U.S. estuaries versus the Black Sea basin // Hydrobiologia. 2001. No. 451. P. 145–176.
- Schaber M., Haslob H., Huwer B. et al. The invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the central Baltic Sea: seasonal phenology and hydrographic influence on spatio-temporal distribution patterns // Journal of plankton research. 2011. Vol. 33. No. 7. P. 1053–1065. doi: 10.1093/plankt/fbq167
- Wasmund N., Dutz J., Pollehne F. et al. Biological Assessment of the Baltic Sea 2015 / Meereswiss. Ber., Warnemünde, 2016. Vol. 102. 97 s.

DISTRIBUTION OF INVADER *MNEMIOPSIS LEIDYI* (CTENOPHORA) IN EARLY STAGES OF DEVELOPMENT IN THE SOUTH-EASTERN BALTIC SEA IN AUTUMN 2021

© 2023 Polunina Ju.Ju.*, Kondrashov A.A., Utkina J.V.

Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 117997, Russia;
e-mail: *jul_polunina@mail.ru

The embryos within the egg envelope (eggs) and cydippid stage larvae of alien species of ctenophore *Mnemiopsis leidyi* were recorded in the South-Eastern Baltic Sea (within the economic zone of the Russian Federation) in the autumn of 2021. The adults of *Mnemiopsis leidyi* were not found. The data on the occurrence and distribution of ctenophore in the early stages of development in the SEB were given. The ctenophore eggs were recorded in the open part of the SEB at the stations with the depths of 65–115 m in the intermediate layer and below the upper boundary of the halocline. A large number of eggs (51–57 ind./m³) were observed on the north-eastern slope of the Gdansk Deep. The area of occurrence of ctenophore eggs in 2021 increased compared to the data of 2010–2015. The significant correlation between the eggs abundance and the water salinity and temperature was not revealed. Using the NEMO 4.0 numerical model, the path of advective water penetration into the study area from the western basins of the Baltic Sea, which probably introduced the ctenophore eggs, was traced.

Keywords: *Mnemiopsis leidyi*, the Baltic Sea, embryo within the egg envelope, the distribution, thermal parameters.