

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН
Зоологический институт РАН
Московский государственный университет
Санкт-Петербургский государственный университет
Гидробиологическое общество при РАН
Паразитологическое общество при РАН

МАТЕРИАЛЫ
XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**ИЗУЧЕНИЕ, РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛОГО МОРЯ**

приурочено к 60-летию Беломорской биостанции
Зоологического института РАН
МЫС КАРТЕШ

Санкт-Петербург, 17–20 октября 2017 г.



СПб 2017

УДК 592: 574.52 (268.46)

Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря. – СПб, 2017. 274 с.

Сборник включает материалы устных и стендовых сообщений, представленных на XIII Всероссийскую конференцию с международным участием «Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря», приуроченную к 60-летию основания полевого стационара Беломорской биологической станции ЗИН РАН Мыс Картеш. Основные темы, затронутые на конференции – климат и тенденции наблюдаемых изменений; гидрохимия и водный баланс Белого моря; структура, функционирование и продуктивность экосистем Белого моря; биоразнообразие, таксономия и морфология растений и животных Белого моря; экология, физиология, биохимия и генетика беломорских организмов; состояние воспроизводства, запасов, марикультура и динамика вылова промысловых биоресурсов Белого моря и впадающих в него рек; социально-экономическое развитие Беломорья. Кроме того, представлены доклады об истории, развитии и работе морских биостанций, а также ретроспективные обзоры научных направлений на Беломорской биологической станции Мыс Картеш.

Сборник предназначен для гидрологов, экологов, гидробиологов, ихтиологов, работников рыбодобывающих и природоохранных организаций, специалистов в области аквакультуры и студентов соответствующих специальностей.

Главный редактор:

Директор Зоологического института академик РАН *О. Н. Пугачев*

Ответственный редактор:

Заведующий Беломорской биостанцией ЗИН РАН *А. А. Сухотин*

*Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 17-04-20562*



© Зоологический институт РАН, 2017

**ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ
ЛИТОРАЛЬНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ *MASOMA BALTHICA* LINNAEUS
В ОКРЕСТНОСТЯХ ББС ЗИН РАН (МЫС КАРТЕШ)**

Д.А. Аристов, Е.А. Генельт-Яновский, С.А. Назарова

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: amauropsis@gmail.com

Masoma balthica Linnaeus, 1758 – массовый вид двустворчатых моллюсков, обитающий повсеместно на литорали северных морей. Максимальное обилие маком в Белом море зарегистрировано в вершине Кандалакшского залива ($N=4581$ экз./м² в $V=491$ г/м²) (Наумов, 2006). Характеристики обилия *M. balthica* подвержены значительным межгодовым и сезонным колебаниям (Varfolomeeva, Naumov, 2013; Genelt-Yanovskiy et al., in press), которые зачастую можно трактовать как квазициклические (Naumov et al., 2014). Для *M. balthica* описаны два варианта динамики размерной структуры поселений, формирующиеся в зависимости от соотношения пополнения молодь и элиминации взрослых особей: повторяющееся унимодальное распределение особей и чередование унимодального и бимодального. (Segestråle, 1969; Герасимова, Максимович, 2009; Назарова, 2016). Однако, до настоящего времени для Белого моря отсутствовали сезонные описания динамики размерной структуры. Представленные данные получены в результате 20-летних (с 1997 по 2016 года) регулярных сезонных исследований сообществ макрозообентоса литорали губ Сельдяная и Медвежья (губа Чупа) в окрестностях ББС ЗИН РАН Мыс Картеш (Naumov, 2013). В каждой губе материал собирали на четырех станциях, различающихся по времени осушки. На каждой станции в трех повторностях собирали пробы грунта с помощью пирамиды из трех вложенных рамок площадью 0.004, 0.008 и 0.015 м² соответственно. Грунт из рамок промывали на ситах с диаметром ячеек в 0.5, 1 и 3 мм соответственно. Особей *M. balthica* из каждой рамки подсчитывали, а также измеряли их максимальную длину с точностью до 0.1 мм. В дальнейшем плотности всех животных пересчитывали на 1 м². Полученные данные заносили в интегрированную информационную систему «Marine benthos», разрабатываемую в настоящее время рабочей группой, возглавляемой д. б. н. А.Д. Наумовым (Зоологический институт РАН). Статистический анализ и визуализация данных проводилась с помощью языка программирования R (R Core Team, 2016) в среде R-Studio (RStudio Team, 2016). Для иллюстрации степени сходства между выборками использовали ординацию с помощью многомерного шкалирования (MDS), при этом признаками служили размерные классы, объектами – размерные структуры маком на станциях. Для уменьшения разнородности исходных данных их приводили к относительным величинам, либо подвергали двойной стандартизации. Достоверность влияния факторов проверяли с помощью пермутационного метода *adonis*, реализованного в пакете *vegan* (Oksanen et al., 2017). Для анализа многолетних изменений размерных структур *M. balthica* многомерный ряд наблюдений для каждого сезона сравнивали с рядом искусственно созданных циклических матриц с циклами от 3 до 18 лет при помощи теста Мантеля (подробное описание методики см. Khaitov, Lentsman, 2016). Наличие циклической составляющей констатировали по пику значений Мантелевской корреляции.

Наибольшая длина раковины *M. balthica* (20.1 мм) за весь период наблюдений в исследованных точках была зарегистрирована летом 2004 года в губе Сельдяная. При этом более 80% всех измеренных моллюсков были менее 10 мм длиной. Наблюдается значительная синхронизация динамики медианного размера между сезонами, однако в различных акваториях эта динамика существенно различается (рис.).

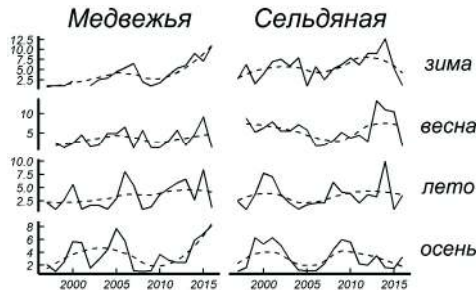


Рис. Многолетняя динамика медианного размера *Macoma balthica* в губах Медвежья и Сельдяная в разные сезоны. По оси абсцисс отложен год, по оси ординат – медианный размер, мм. Сплошная линия – многолетняя динамика, пунктир – тренд.

Многомерный анализ показал, что представленность размерных групп маком в двух губах ($R^2 = 0.03$; $F_{1,606}=21.3$; $P < 0.001$) и на разных станциях в каждой губе ($R^2 = 0.02$; $F_{3,606}=3.9$; $P < 0.001$) достоверно отличаются. Макомы крупнее в Сельдяной губе и доля крупных особей выше на верхних горизонтах литорали. В Медвежьей губе паттерн изменений размерной структуры по мере удаления от уреза воды иной (взаимодействие факторов ГУБА и ГОРИЗОНТ $R^2 = 0.04$; $F_{3,606}=8.7$; $P < 0.001$), и моллюски не достигают таких больших размеров, как в Сельдяной губе. Скорее всего, найденные различия связаны, во-первых, с большей закрытостью Сельдяной губы по сравнению с Медвежьей, что способствует накоплению органических веществ в грунте (Varfolomeeva, Naumov, 2013), а во-вторых, с разноуровневым расположением станций в этих двух губах (А.Д. Наумов, личное сообщение).

Размерная структура *M. balthica* варьируется от сезона к сезону в обеих губах ($R^2=0.009$; $F_{3,606}=1.98$; $p=0.007$). В связи с этим анализ долговременного изменения размерной структуры маком проводили по каждому из сезонов отдельно.

Многомерный анализ не выявил достоверных линейных трендов долговременной динамики изменения размерной структуры *M. balthica* ни для одного сезона в обеих исследованных губах. В связи с этим анализ наличия циклических колебаний размерной структуры *M. balthica* проводили, игнорируя линейную компоненту динамики. В губе Медвежья во все сезоны, кроме летнего, выявлены 10–11 летние циклы динамики размерной структуры маком. В осенний период, кроме этого, заметен пятилетний цикл. В губе Сельдяная циклы выражены менее явно, однако можно предположить наличие 8-ми и 10-ти летних циклов осенью и зимой соответственно. Летом и весной схожесть размерных структур в губе Сельдяной выявить не удастся.

Поскольку в исследованных губах продолжительность найденных циклов различается, причиной этих периодов могут быть автоколебательные процес-

сы. Если это предположение верно, то найденные циклы, вероятно, связаны с продолжительностью жизни маком, что хорошо согласуется ранее опубликованными данными (Наумов, 2006). Различная выраженность циклов в Сельдяной губе в разные сезоны может быть связана со стохастическим влиянием ледового покрова. В отдельные годы грунт в данной губе вмораживается в лед, что приводит к катастрофическим изменениям в литоральных бентосных сообществах. В Медвежьей губе, где подобные явления зарегистрированы не были (Наумов, 2013), наблюдаемая динамика размерной структуры может быть признана в качестве «модельной».

Авторы благодарны д. б. н. А.Д. Наумову, являющемуся бессменным руководителем и сборщиком материала по динамике литорального бентоса в Сельдяной и Медвежьей губе, а также к. б. н. В.В. Федякову, М.В. Фокину, К.Л. Биягову, О.Н. Савченко и студентам и аспирантам кафедры зоологии беспозвоночных СПбГУ, оказывавших в различное время неоценимую помощь в полевой обработке материала. Авторы благодарят за помощь в статистической обработке материала к. б. н. В.М. Хайтова. Исследование проводилось при частичной поддержке грантов РФФИ 16-34-00682 и 15-29-02507-офи_м, а также фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и «Биологические ресурсы России».

Список литературы

- Герасимова, А.В., Максимович Н.В. 2009. О закономерностях организации поселений массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря. // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Т. 16: 82–97.
- Наумов А.Д. 2006. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. Изд-во ЗИН РАН.– СПб. 1–367.
- Назарова С.А. 2016. Организация поселений *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) в осушной зоне Белого и Баренцева морей. Автореф. дис... канд. биол. наук. – СПб: 1–23.
- Khaitov V.M., Lentsman N.V. 2016. The cycle of mussels: long-term dynamics of mussel beds on intertidal soft bottoms at the White Sea. // Hydrobiologia. V. 781(1): 161–180.
- Naumov A.D., 2013. Long-term fluctuations of soft-bottom intertidal community structure affected by ice cover at two small sea bights in the Chupa Inlet (Kandalaksha Bay) of the White Sea. // Hydrobiologia. V. 706: 159–173.
- Naumov A.D, Savchenko O.N., Aristov D.A., Biyagov K.L. 2014. Twenty-seven-years-long dynamics of biomass in fourteen benthic species from two sites at the White Sea intertidal. // Abstracts Volume from 49th European Marine Biology Symposium.– SPb: 72.
- Segestråle S.G. 1969. Biological Fluctuations in the Baltic Sea. // Progress in Oceanography. V. 5: 169–184.
- Naumov A.D. 2013. Long-term fluctuations of soft-bottom intertidal community structure affected by ice cover at two small sea bights in the Chupa Inlet (Kandalaksha Bay) of the White Sea. Hydrobiologia, 706: 159–173.
- Интернет-источники*
- RStudio Team. 2016. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston, MA: RStudio, Inc. <http://www.rstudio.com/>.
- R Core Team. 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Oksanen J.F., Blanchet G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlenn D., Peter R. Minchin P.R. 2017. Vegan: Community Ecology Package. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.