



**ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЦИОНАЛЬНОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ БЕЛОГО МОРЯ**



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*



ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ОТ МОРЯ ВОДОЕМОВ ПОБЕРЕЖЬЯ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

О.С. Шилова, Т.Ю. Репкина

*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова
e-mail: o.olyunina@mail.ru*

Диатомовые водоросли являются надежными индикаторами изменения обстановок осадконакопления в прибрежной зоне моря. Несмотря на то, что детальные исследования состава диатомей в осадках береговой зоны (включая литораль, супралитораль и подводный береговой склон) и попытки создания баз данных для количественных реконструкций глубины и палеосолености насчитывают несколько десятков лет (Zong et Horton, 1999; Szkornik et al., 2006; Roe et al., 2009; Woodroffe et Long, 2010; Sawai et al., 2016 и др.), для Белого моря такие исследования пока немногочисленны (Уланова, 2003; Kemp et al., 2017). Трудности подобных исследований определяется большим количеством видов диатомей в береговой зоне (сотни видов), часто различием видового состава даже для сходных по характеристикам и близко расположенных биотопов, зависимостью состава диатомей не только от солености, но от множества факторов: характера грунта, гидродинамического режима, наличия макрофитов. Тем не менее, диатомеи зачастую выступают основными индикаторами полеобстановок осадконакопления, что делает чрезвычайно актуальными в настоящее время детальные исследования субфоссильных диатомовых ассоциаций в целях создания надежной базы палеоэкологического анализа и генетической интерпретации отложений.

Высокоамплитудные восходящие неотектонические движения побережья Кандалакшского залива Белого моря, усиленные компенсационным гляциозостатическим поднятием, приводят к быстрому изменению береговой линии, формированию серии террас и изоляции от моря многочисленных лагун. Это делает его идеальным полигоном для исследований состава диатомовых ассоциаций на различных этапах перехода от морских к континентальным условиям осадконакопления. При изоляции заливов часто формируются меромиктические водоемы с устойчивой химической стратификацией: соленым придонным слоем и опресненным поверхностным слоем воды. На побережьях Кандалакшского залива описан целый спектр таких водоемов на разной стадии изоляции от моря (Краснова и др., 2016). Они могут достаточно долго испытывать периодический приток морских вод. На этой переходной стадии в них накапливаются характерные слоистые осадки с черными сульфидными прослойками. Их формирование может продолжаться в течение нескольких сотен лет (Субетто и др., 2012), пока поднятие берега не приведет к полной изоляции от моря и постепенному опреснению.

В районе с. Лувеньга заложен поперечный береговой профиль от нижней осушки до луговой террасы, изучены диатомеи в поверхностных осадках нижней осушки и серии разновысотных ванн от верхней осушки до верхнего марша. Также диатомеи изучены в колонке донных отложений отделяющей от моря лагуны, в настоящее время расположенной на уровне верхнего марша. Диатомовые ассоциации в поверхностных осадках верхней и нижней

осушки сходны и характеризуются доминированием мезогалобных и полигалобных видов, образующих группу обрастателей-псаммофитов (эписаммон): *Planothidium delicatum* (Kützing) Round et Bukhtiyarova, *P. hauckianum* (Grunow) Round et Bukhtiyarova, *P. lemmermannii* (Hustedt) E. Morales, *Opephora mutabilis* (Grunow) Sabbe et Wyverman, *O. guentergrassii* (Witkowski et Lange-Bertalot) Sabbe et Vyverman, *O. marina* (W. Gregory) Petit, *Fragilaria cassubica* Witkowski et Lange-Bertalot. В пределах низкого марша диатомовые ассоциации поверхностных осадков имеют переходный характер: наряду с мезогалобными видами *O. mutabilis*, *Planothidium* spp. в состав доминантов входят олигогалобы-галофилы, типичные для прибрежной зоны морей: *Pseudostaurosira subsalina* (Hustedt) E. Morales и *Nanofrustulum shiloi* (J.J. Lee, Reimer et McEnery) Round, Hallsteinsen et Paasche. В пределах высокого марша в ваннах и отделяющейся лагуне поверхностные осадки более тонкие по сравнению с расположенными гипсометрически ниже водоемами, что отражает спокойные гидродинамические условия. В составе диатомовых ассоциаций доминируют виды-галофилы, обрастатели камней и макрофитов (эпилитон и эпифитон) *P. subsalina* и *N. shiloi*. Кроме того, многочисленны и разнообразны бентосные виды: *Mastogloya* spp., *Surirella* spp., *Navicula cincta* (Ehrenberg) Ralfs, *N. peregrina* (Ehrenberg) Kützing, *Cosmioneis pusilla* (W. Smith) D.G.Mann et A.J. Stickle, *Caloneis weistii* (W. Smith) Hendey и др. В колонке по составу диатомовых ассоциаций выделено 3 диатомовых зоны (ДЗ). ДЗ 1 (20–30 см) представлена мезогалобными и полигалобными видами, преимущественно грубопанцирными: *Coconeis irregularis* (P. Schulz) A. Witkowski, *C. scutellum* Ehrenberg, *Rhabdonema minutum* Kützing, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *F. cassubica*. В ДЗ 2 (10–20 см) в состав доминантов и субдоминантов входят *P. subsalina*, *N. shiloi*, *O. mutabilis*, *O. marina*, *Rhopalodia musculus* (Kützing) O. Müller, *R. constricta* (W. Smith) Krammer. ДЗ 3 (0–10 см) характеризуется абсолютным доминированием *P. subsalina* и *N. shiloi* аналогично поверхностным спектрам в пределах верхнего марша.

В районе с. Умба получена колонка донных отложений оз. с высотой порога стока 4 м. По составу диатомей в донных осадках четко выделяются три стадии развития водоема: прибрежно-морская, меромиктического озера и пресноводная. Радиоуглеродным методом граница меромиктической и пресноводной стадии датирована 3340 ± 90 (ИГАН-3682). В нижней части разреза в алевролитах и неслоистом алевролитом сапропеле содержится разнообразная и обильная прибрежно-морская флора диатомей. Концентрации и таксономическое разнообразие возрастают кверху, в связи с установлением более спокойных и благоприятных для развития диатомей условий. На предизоляционной стадии доминируют два солоноватоводных вида: меропланктонный *P. sulcata* и эпифитный *N. shiloi*, концентрации и видовое разнообразие падают. В слое слоистого сапропеля (2.42–2.45 м), накопление которого происходило в меромиктическом водоеме, в состав доминантов входят как типичные пресноводные виды (*Stauroforma exiguiformis* (Lange-Bertalot) R.J. Flower, V.J. Jones et Round, *Staurosira construens* var. *binodis* (Ehrenberg) P.B. Hamilton, *S. venter* (Ehrenberg) Cleve & J.D. Möller), так и солоноватоводные и галофильные, типичные для прибрежной зоны (*N. shiloi*, *P. subsalina*, *Opephora* spp.). Выше (2.42–2.10 м) залегает неслоистый сапропель, содер-

жащий разнообразные пресноводные виды, преимущественно мелкие створки *Fragilaria sensu lato* (*Staurosira construens* Ehrenberg, *S. venter*, *Pseudostaurosira pseudoconstruens* (Marciniak) D.M. Williams & Round, *P. brevistriata* (Grunow) D.M. Williams & Round, *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M. Williams et Round). Солоноватоводные диатомеи представлены единичными створками.

Таким образом, наблюдаются закономерные изменения состава диатомовых ассоциаций как вдоль поперечного берегового профиля, так и в разрезах донных осадков отделяющихся от моря водоемов, сходные между собой. В пределах осушки в условиях активного гидродинамического режима накапливаются преимущественно песчаные отложения, в составе диатомей преобладает группа псаммофитов: *Planolithidium* spp., *Cocconeis* spp. и др. Выше, в более спокойных гидродинамической обстановке, накапливаются илистые отложения с абсолютным доминированием мелких колониальных эпифитных видов *Fragilaria sensu lato*. При этом по мере отделения и опреснения водоема, поли- и мезогалобные виды (*Operphora* spp.) сменяются олигогалобами-галофилами (*P. subsalina*, *S. pinnata*), а затем типичными пресноводными видами (олигогалобами-индифферентами *Saurosira* spp., *P. pseudoconstruens*, *P. brevistriata*).

Список литературы.

Краснова Е.Д., Воронов Д.А., Демиденко Н.А., Кокрятская Н.М., Пантюлин А.Н., Рогатых Т.А., Самсонов Т.Е., Фролова Н.Е., Шапоренко С.И. 2016. К инвентаризации реликтовых водоемов, отделяющихся от Белого моря. // Мокиевский О.В., Исаченко А.И., Дреубадзе П.Ю., Цетлин А.Б. (ред.) Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота – изменения на фоне трансгрессии берегов (Тр. Беломорской Биостанции МГУ, т. 12). М.: 211–241.

Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Евзеров В.Я., ван Беек П., Суо М., Субетто Г.Д. 2012. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // ДАН. Т. 446, № 2: 183–190.

Уланова А.А. 2003. Водоросли водоемов с нестабильной соленостью побережий Белого и Баренцева морей, Автореф. дисс. канд. биол. наук. СПб: 1–19.

Kemp A.C., Horton B.P., Nikitina D., Vane C.H., Potapova M., Weber-Bruya E., Culver S.J., Repkina T., Hill D.F. 2017. The distribution and utility of sea-level indicators in Eurasian sub-Arctic salt marshes (White Sea Russia). // *Boreas*: 1–23. DOI: 10.1111/bor.12233.

Roe H.M., Doherty C.T., Patterson R.T., Swindles G.T. 2009. Contemporary distributions of saltmarsh diatoms in the Seymour-Belize Inlet complex, British Columbia, Canada: implications for studies of sea-level change. // *Marine Micropaleontology*. Т. 70: 134–150.

Sawai Y., Horton B.P., Kemp A.C., Hawkes A.D., Nagumo T., Nelson A.R. 2016. Relationships between diatoms and tidal environments in Oregon and Washington, USA. // *Diatom Research*. Т. 31. Vol. 1: 17–38.

Szkornik K., Gehrels W.R., Kirby J.R. 2006. Salt-marsh diatom distributions in Ho Bugt (western Denmark) and the development of a transfer function for reconstructing Holocene sea-level changes. // *Marine Geology*. Т. 235: 137–150.

Woodroffe S.A., Long A.J. 2009. Salt marshes as archives of recent relative sea level change in West Greenland. // *Quaternary Science Reviews*. Т. 28: 1750–1761.

Zong Y., Horton B.P. 1999. Diatom-based tidal level transfer functions as an aid in reconstructing Quaternary history of sea-level movements in the UK. // *Journal of Quaternary Science*. Т. 14: 153–167.