

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

**БЕНТОСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
БЕЛОМОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ЗИН РАН**

В.В. Федяков, А.Д. Наумов

ЗИН РАН, Санкт-Петербург, Россия
e-mail: slava@key.ru

Полевые работы

Бентосные исследования, в основном, литоральных мидиевых банок в 1941–1945 гг. (вероятно с целью поиска альтернативных объектов питания в военные время) экспедициями АН СССР и Наркомпищепрома под руководством З.Г. Паленичко послужили той основой, на которой впоследствии была организована Беломорская биологическая станция. Результаты работ этих экспедиций не опубликованы.

Когда в 1946 г. была создана Карело-Финская научно-исследовательская база, то в ее состав вошла лаборатория гидробиологии, продолжившая работы выше названных экспедиций. С этого момента начинаются бентосные работы на всей акватории Онежского залива. Руководила ими тоже З.Г. Паленичко. Результаты не опубликованы.

С момента преобразования К-ФНИБ в Карело-Финский филиал АН СССР лаборатория была реорганизована в Беломорскую биологическую станцию и получила свое собственное судно. С 1949 г. начинается планомерная съемка Онежского залива количественными и качественными методами. Основным исполнителем этой работы был Л.А. Кудерский. Полученные данные вошли в атлас «Материалы для основы для рыбопромысловой карты Онежского залива» и в серию статей о бентосе Онежского залива и происхождении фауны Белого моря (Кудерский, 1960а, б, 1962а, б, 1963, 1966, 1971, 2007).

С 1950 по 1964 гг. Станцией под руководством З.Г. Паленичко проводился мониторинг бентоса Онежского и Кандалакшского заливов. Работа велась качественными методами с привязкой точек по счислимым координатам. Среди исполнителей можно назвать Б.Л. Кунина и ряд других лиц. Полученный материал до сих пор почти не обработан и в значительной своей части утрачен. К настоящему времени обработаны иглокожие, моллюски, частично полихеты и ракообразные. Эти данные были использованы в ряде статей и в монографии В.В. Федякова (Федяков, 1980, 1986).

С 1965 по 1972 гг. бентосные работы на Станции не проводились.

В 1973 г. А.Д. Наумовым и Е.А. Нинбургом были проведены траловые сборы в южной части Кандалакшского залива и в нескольких губах: Сосновой, Лов, Порьей, а также в Восточной Ряжковой салме. Результаты не опубликованы.

В 1974 г. проведена количественная съемка Лов губы. Опубликована статья (Наумов, 1979).

С 1975 по 1978 гг. бентосные работы на Станции не проводились.

В 1979–1980 гг. В.Я. Бергером и В.В. Луканиным проводилось картирование мидиевых банок (Ошурков, Луканин, 1982; Луканин и др., 1983; Луканин, 1985).

С 1981 по 1989 гг. В.В. Луканиным, А.Д. Наумовым и В.В. Федяковым проводились съемки Онежского, Двинского и Мезенского заливов, а также Бассейна вдоль Терского берега и Горла. Работы планировались с целью картирования донных сообществ количественными методами. Поставленная цель не была достигнута, но получены обширные данные о вертикальном распределении бентоса в различных участках Белого моря. (Луканин, и др., 1987, 1995а, б; Наумов, 1990, 2007а).

С 1981 по 1993 гг. этими же исследователями проводился мониторинг мидиевых банок в губах Падан, Умба и Княжая. Данные вошли в серию статей (Луканин и др., 1986а, б, 1989,).

В 1985–1987 гг. В.В. Луканин и В.В. Федяков проводили мониторинг сублиторального бентоса в районе губы Падан. Результаты не опубликованы.

С 1987 по настоящее время В.В. Федяковым, А.Д. Наумовым, М.В. Фокиным, Д.А. Аристовым, К.Л. Бияговым, О.Н. Савченко и рядом других лиц ведется мониторинг литоральных сообществ вблизи ББС (Наумов, 2007б; Naumov, 2013, Vafolomeeva, Naumov, 2013).

В 1990–1992 гг. А.Д. Наумовым, В.Ю. Буряковым и В.В. Федяковым изучался аномальный выброс морских звезд в Двинском заливе. Опубликованы статья и монография (Буряков, Наумов, 1991; Наумов, 2011).

В 1994 г. А.Д. Наумовым и Г. Дойбелем выполнен разрез губы Чупы от ее кутовой части до максимальных глубин Кандалакшского залива. Материалы вошли статью диссертацию Г. Дойбеля (Deubel, 2000)

С 1994 по 2013 гг. А.Д. Наумовым, М.В. Фокиным, Д.А. Аристовым, К.Л. Бияговым и О.Н. Савченко проводилось отслеживание экологической обстановки на акватории Специализированного морского порта Витино, в том числе мониторинг литоральных сообществ в 2003–2015 гг. (Наумов и др., 2017, в печати).

В 1994 г. по оригинальной программе А.Д. Наумова проведено исследование отрицательных черт беломорской фауны (Gontar, Naumov, 1994; Наумов, 2006).

В 1995 г. А.Д. Наумовым и Р. Палерудом проводились работы в Мезенском и Двинском заливах, а также в эстуарии реки Керети. Результаты опубликованы частично (Наумов, 2006).

В 1998 г. А.Д. Наумовым и В.В. Федяковым проведены работы в глубоководных районах Бассейна (Naumov, Fedyaikov, 2000а, б).

В 2000 г. Н.В. Денисенко и С.Г. Денисенко провели съемку губы Чупы. Результаты не опубликованы.

В 2011–2017 гг. А.Д. Наумовым, Д.А. Аристовым, К.Л. Бияговым и О.Н. Савченко проводились систематические количественные исследования ковшовых губ с арктической фауной: в Бабьем море, Лов губе, Колвице и Палкиной губе (Наумов, 2016; Наумов, Мартынова, 2016; Наумов и др., 2016а, б).

С 2016 г. по настоящее время Т.А. Михайловой, А.Д. Наумовым, Д.А. Аристовым, К.Л. Бияговым и О.Н. Савченко проводится изучение взаимосвязей красных водорослей с зообентосом в губах Бабье море, Колвице и Чупе, а в 2017 также в Онежском заливе (Михайлова и др., 2017)

По материалам работ 1973–1999 гг. А.Д. Наумовым опубликована монография (Наумов, 2006).

Общее направление работ

Работы второй половины 1940-х годов были направлены на изучение кормовой базы промысловых видов рыб Онежского залива. Большого успеха в этом отношении не достигнуто, зато получены обширные данные по пространственному распределению донных сообществ. Описаны характерные сообщества и впервые высказана мысль о независимом происхождении фаун Белого и Балтийского морей.

Работы 1950-х – начала 1960-х годов имели целью изучить многолетнюю динамику сублиторальных сообществ в Кандалакшском и Онежском заливах. Идея для того времени была чрезвычайно прогрессивной, однако цель достигнута не была из-за несовершенства применявшихся методов.

Начиная с 1970-х гг. бентосные сборы по возможности сопровождались получением данных по температуре и солености, поскольку работы начинались в ковшовой губе с аномальными гидрологическими условиями. Условие это впоследствии соблюдалось не в каждой бентосной съемке, однако в текущем столетии выполняется неукоснительно. Этому способствует приобретение Станцией гидрологических зондов, дающих непрерывные профили температуры и солености, а в последние годы – также содержания в воде кислорода и хлорофилла *a*. Все это позволило надежно увязывать вертикальное и пространственное распределение бентоса с летней структурой вод.

В 1990-х–2000-х гг. на основе модели Пикколи–Сартори проведено численное исследование отрицательных черт донной беломорской фауны.

В последнее время начинают развиваться исследования ранговых распределений обилия видов в донных сообществах. По предварительным данным они описываются распределением Парето, осложненным особенностями рядов обилия, позволяющими достаточно надежно выделять структурные группы видов (доминантные, субдоминантные и другие аналогичные группировки более низкого ранга).

Большое внимание уделяется также многолетней и сезонной динамике донных сообществ в целом и отдельных входящих в них видов. Мониторинг мидиевых банок в 1980–1990-х годах позволил выявить квазициклические автоколебания обилия мидий, но в отношении других видов успеха достигнуто не было.

Вполне успешным оказался круглогодичный мониторинг литоральных сообществ вблизи ББС, продолжающийся уже 30 лет. Получены интересные и вполне надежные данные по сезонной и многолетней динамике массовых видов и сообществ в целом. Важно отметить, что для обработки полученных данных с 1990-х годов бентологами Станции впервые в России был использован сингулярный спектральный анализ, разработанный Дж. Колбруком (компонентная фильтрация по оригинальной программе В.В. Федякова и А.Д. Наумова) в 1970-х годах для обработки данных по многолетней динамике планктона и, кроме сотрудников ББС, почти не использовавшийся другими биологами.

В настоящее время накоплен достаточно большой объем материала, позволяющий для изучения структуры донных сообществ и их многолетних изменений использовать методы системного анализа. В частности, в дополне-

ние к компонентной фильтрации в обработке временных рядов интегральных характеристик донных сообществ и обилия отдельных видов используется метод динамического фазового портрета (Наумов и др., 2017).

В перспективе планируется расширить круг исследований поиском биогеографических границ Белого моря и его заливов на основе изучения фаунистических различий отдельных районов и гидрологических фронтальных зон.

Базы бентосных данных

В 1990–1993 гг. А.Д. Наумовым создана интегрированная информационная система «Бентос Белого моря» (настольное приложение). Содержит сведения приблизительно о 1500 бентосных пробах, всего около 30000 записей. Система включает интерфейс ввода данных, около десятка запросов и экспресс-анализ. В базе хранятся плотность поселения и биомасса видов.

В 1990–1994 гг. В.В. Федяковым создана база данных «Литораль» (настольное приложение). Содержит сведения приблизительно о 3000 бентосных пробах, около 50000 записей. Имеется интерфейс ввода данных. В базе хранятся плотность поселения и биомасса всех встреченных видов.

С 2013 по настоящее время А.Д. Наумовым, А.Ю. Зародовым и О.Н. Савченко разрабатывается интегрированная информационная система «Marine Benthos». Она объединяет обе названные базы данных. Предложен улучшенный интерфейс ввода, расширен круг запросов и возможности экспресс-анализа. Система позволяет работать с материалом из разных арктических морей и размерными структурами отдельных видов. Объем – сумма данных обеих упомянутых баз плюс около 27000 размерных структур ряда видов в отдельных пробах. В системе хранятся плотность поселения, биомасса и размеры собранных экзemplаров. Система представляет собой Интернет-ориентированное приложение с разграничением прав доступа. Пока для широкого использования недоступна, но уже используется авторами данных.

Теоретические разработки

За последние 30 лет разработаны следующие математические методы обработки данных по донным сообществам и видовой динамике обилия видов:

разработана статистическая оценка выравненности ранговых распределений обилия видов в сообществах – индекс олигомиксности (Наумов, 1991);

В.В. Федяковым и А.Д. Наумовым создана новая версия компонентной фильтрации (сингулярного спектрального анализа) Дж. Колбрука, позволяющая выделять несколько временных переменных и автоматически исключающая белый шум (Наумов, 2006);

В.В. Федяковым и А.Д. Наумовым предложена математическая модель квазициклических автоколебаний обилия видов на основе модифицированной матрицы Лесли (Наумов, 2006);

модель расселения видов Пикколи–Сартори расширена за счет включения временной координаты, что позволяет реконструировать число видов в геологическом прошлом водоема (А.Д. Наумов, 2006);

А.Д. Наумовым предложена статистическая оценка значимости доли объясненной дисперсии для отдельных криволинейных трендов, полученных в результате сингулярного спектрального анализа (не опубликовано).

Список литературы

- Буряков В.Ю., Наумов А.Д. 1991. Антропогенная катастрофа или редкое природное явление? // Природа. № 6: 30–31.
- Кудерский Л.А. 1960а. Распространение десятиногих раков (Decapoda) в Онежском заливе Белого моря. // Зоологический журнал. Т. 39. № 2: 293–296.
- Кудерский Л.А. 1960б. О предполагаемом угнетении беспозвоночных с длительным жизненным циклом в Белом море. // Зоологический журнал. Т. 39. № 6: 826–831.
- Кудерский Л.А. 1962а. О фауне полихет Белого моря. // Зоологический журнал. Т. 41, № 4: 629–631.
- Кудерский Л.А. 1962б. Донное сообщество «*Modiolus modiolus*» Онежского залива Белого моря. // Труды Карельского филиала АН СССР. Вып. 33: 67–81.
- Кудерский Л.А. 1963. О балтийских реликтах в фауне и флоре Белого моря. // Океанология. Т. 3. вып. 2: 297–307.
- Кудерский Л.А. 1966. Донная фауна Онежского залива Белого моря. // Тр. Карельского отд. ГосНИОРХ. Т. 4. Вып. 2: 204–371.
- Кудерский Л.А. 1971. О происхождении реликтовой фауны в озерах Северо-запада европейской части СССР. // Известия ГосНИОРХ. Т. 76: 113–124.
- Кудерский Л.А. 2007. Двойственность биогеографической природы Белого моря и направления исследований его биоты. / В.Я. Бергер, А.Д. Наумов (ред.) Экологические исследования беломорских организмов. Материалы 2-ой Международной конференции 16–20 июля 2007 г. – СПб: 65–66.
- Михайлова Т.А., Наумов А.Д., Аристов Д.А. 2017. Состав и структура макрофитобентоса нижней части фотической зоны губы Колвица (Кандалакшский залив, Белое море). // Новости сист. низш. раст. Т. 51. (В печати).
- Луканин В.В. 1985. Распространение мидии *Mytilus edulis* L. в Белом море. // В.В. Луканин (ред.) Исследование мидии Белого моря – Л.: 45–58.
- Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. 1986а. Динамика размерной структуры поселения беломорских мидий (*Mytilus edulis* L.). // Докл. Акад. наук СССР. Т. 287, № 5: 1274–1277.
- Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. 1986б. Цикличность развития поселений *Mytilus edulis* (L.) в Белом море. // В.В. Федяков, В.В. Луканин (ред.) Экологические исследования донных организмов Белого моря. – Л.: 50–63.
- Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. 1987. Обоснование выбора мест для организации промысла и марикультуры съедобной мидии на Белом море. // Биология моря. № 3: 22–29.
- Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. 1989. Многолетние структурные и функциональные изменения одного из эстуарных поселений мидии в Белом море. // Журн. общ. биол. Т. 50, № 3: 366–371.
- Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. 1995а. Особенности распределения бентоса в Двинском заливе. // В.Я. Бергер (ред.) Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Ч. 1. – СПб: 232–236.
- Луканин В.В., Наумов А.Д., Федяков В.В. 1995б. Особенности распределения бентоса в Мезенском заливе. // В.Я. Бергер (ред.) Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Ч. 1. – СПб: 239–242.
- Наумов А.Д. 1979. Донная фауна губы Лов (Белое море, Кандалакшский залив) и ее особенности. // Экология донного населения шельфовой зоны. – М: 128–133.
- Наумов А.Д. 1990. Обрастание раковин мидий на Белом море. // Вид в ареале. Биология, экология и продуктивность водных беспозвоночных. – Минск: 184–188.
- Наумов А.Д. 1991. К вопросу об изучении биоценозов макробентоса Белого моря. // Наумов А.Д., Федяков В.В. (ред.). Тр. Зоол. ин-та РАН. Т. 233. Бентос Белого моря. Популяции, биоценозы, фауна. – Л.: 127–147.

- Наумов А.Д. 2006. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. // Исследования фауны морей. Т. 59 (67). – СПб: 1–367.
- Наумов А.Д. 2007а. Биогеографическая зональность бентали Белого моря. // Д.И. Иванов (ред.) Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского. Сборник научных трудов. Вып. 337. – СПб.–М.: 580–590.
- Наумов А.Д. 2007б. Многолетние исследования литорального бентоса Белого моря в губе Чупа (Кандалакшский залив): сезонная и многолетняя динамика биомассы взморника *Zostera marina*. // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-европейского бассейна. Вып. 2. – Апатиты: 493–502.
- Наумов А. Д. 2011. Аномальный выброс морских звезд в Двинском заливе весной 1990 г. (По документам из архива Беломорской Биологической станции). – СПб: 1–414.
- Наумов А.Д. 2016. Предварительные соображения о темпах водообмена Бабьего моря. // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны. Геология, гидрология, биота: изменения на фоне трансгрессии берегов. Тр. Беломорской биостанции МГУ. Т. 12. М.: 67–73.
- Наумов А.Д., Мартынова Д.М. 2016. Летняя структура вод Бабьего моря и возможные пути ее формирования. // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота — изменения на фоне трансгрессии берегов. Труды беломорской биостанции МГУ, Т. 12. // М.: 55–67.
- Наумов А.Д., Мокиевский В.О., Чава В.А. 2016а. Приливы в Ругозерской губе и сопредельных акваториях (Белое море, Кандалакшский залив). // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны. Геология, гидрология, биота: изменения на фоне трансгрессии берегов. Тр. Беломорской биостанции МГУ. Т.12. М.: 74–90.
- Наумов А.Д., Мокиевский В.О., Исаченко А.И., Савченко О.Н., Биягов К.Л., Аристов Д.А. 2016б. Сублиторальные сообщества макробентоса Бабьего моря // Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны. Геология, гидрология, биота: изменения на фоне трансгрессии берегов. Тр. Беломорской биостанции МГУ. Т.12. М.: 121–143.
- Наумов А.Д., Савченко О.Н., Аристов Д.А., Биягов К.Л. 2017. Десятилетие наблюдений над литоральным бентосом на акватории морского специализированного порта Витино (северная часть Кандалакшского залива, Белое море): методологические подходы. // Зоол. журн. № 12 (в печати).
- Ошурков В.В., Луканин В.В. 1982. Сублиторальные поселения мидии в Кандалакшском заливе Белого моря. // Вестн. ЛГУ сер. биол. № 15: 10–11.
- Федяков В.В. 1980. Некоторые особенности распределения двустворчатых моллюсков Белого моря. // Биология моря. № 5: 15–19.
- Федяков В.В. 1986. Закономерности распределения моллюсков Белого моря. – Л.: 1–127.
- Deubel H. 2000. On the macro-invertebrate sublittoral bottom fauna in the White Sea – with comments on its zoogeography. // Berichte zur Polarforschung. Bd. 359: 42–53.
- Gontar V.I., Naumov A.D. 1994. The spreading of benthic animals of the shelf of the Northern seas of Eurasia. / Matteucci et al. (eds.) Studies on ecology and paleontology of benthic communities. // Boll. Soc. Paleont. Ital., spec. Vol. 2: 153–156.
- Naumov A.D., Fedyakov V.V. 2000a. New results on the macrobenthos of the White Sea Basin. Part 1. Macrobenthos of the White Sea beep Basin. // Berichte zur Polarforschung. Bd. 359: 54–71.
- Naumov A.D., Fedyakov V.V. 2000b. New results on the macrobenthos of the White Sea Basin. Part 2. Small benthic organisms and juveniles of macrobenthic species in the White Sea deep-water assemblage. // Berichte zur Polarforschung. Bd. 359: 72–95.

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.

Varfolomeeva M, Naumov A. 2013. Long-term temporal and spatial variation of macrobenthos in the intertidal soft-bottom flats of two small bights (Chupa Inlet, Kandalaksha Bay, White Sea). *Hydrobiologia*, 706: 175–189.