



**VII Международная конференция
«Морские исследования и образование»**

Москва, 19-22 ноября 2018 г.

**VII International conference
"Marine Research and Education"**

Moscow, 19-22 November 2018

MARESEDU-2018

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ / CONFERENCE PROCEEDINGS

Том / Volume III (IV)

УДК [551.46+574.5](063)

ББК 26.221я431+26.38я431+28.082.40я431

T78

Труды VII Международной научно-практической конференции “Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)” Том III (IV): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2019, 460 с.: ISBN 978-5-6041943-5-5.

Сборник «Труды VII Международной научно-практической конференции “Морские исследования и образование (MARESEDU-2018)”» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции, состоящую из четырех томов. Сборник включает в себя главы, соответствующие основным секциям технической программы конференции: океанология, геолого-геофизические исследования на акваториях, морская геология и геофизика, рациональное природопользование, гидрология и др. Специальным событием в программе этого года стало проведение дополнительной юбилейной конференции, организованной в честь 80-летия ББС имени Н.А. Перцова, – «Морская биология, геология и океанология – междисциплинарные исследования на морских стационарах». В четвертом томе сборника представлены тезисы докладов по направлениям: таксономия и филогения, биология развития, биология морских животных, морская микробиология, альгология и микробиология, физиология.

Все тезисы представлены в редакции авторов.

В рамках конференции участники обсудили состояние и перспективы развития комплексных исследований Мирового океана, шельфовых морей и крупнейших озер, актуальные проблемы рационального природопользования и сохранения биоразнообразия в водных пространствах, проблемы освоения ресурсов континентального шельфа, достижения науки в области морской геологии, современные подходы к исследованиям обширных акваторий дистанционными методами, проблемы устойчивого развития экосистем моря и прибрежной зоны, организацию и проведение комплексных экспедиционных исследований, преподавание «морских дисциплин», вопросы организации полевых практик студентов.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский пр-т,
д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

ООО «Центр морских исследований МГУ
имени М.В. Ломоносова».

РФ, 119234, г. Москва, ул. Ленинские Горы, д.
1, стр. 77
(495) 648-65-58/ 930-80-58

Все права на издание принадлежат ООО
«Центр морских исследований МГУ имени
М.В. Ломоносова».

© ООО «Центр морских исследований МГУ
имени М.В. Ломоносова», 2019
© ООО «ПолиПРЕСС»

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА В РАЙОНЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ

Максимович Н.В.¹, Филиппова Н.А.¹, Кийко О.А.², Лисицына К.Н.¹, Никишина Д.В.¹, Шунатова Н.Н.¹, Демчук А.С.¹, Герасимова А.В.¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет;

² Экологическое консалтинговое агентство «Экопроект»

Многолетняя динамика экосистем в последнее время стала одним из наиболее актуальных направлений исследований в морской биологии. Печорское море - арктический мелководный бассейн с выраженными соленосными градиентами и очень динамичной гидрологией. С востока оно замыкает Атлантическую бореальную область (Golicov et al., 1990), и в его акватории расположены краевые части ареалов многих донных беспозвоночных. Следовательно, в распределении бентоса Pechora-Sea следует ожидать выраженную пространственно-временную неоднородность. Это делает его биотопы весьма привлекательными для изучения демэкологии гидробионтов и организации прибрежных арктических экосистем. Исследования Печорского моря осуществлялись весьма нерегулярно, как правило, попутно, и с начала прошлого века были получены лишь немногочисленные разрозненные характеристики сообществ макробентоса (Dahle et al., 1998). Однако в последние десятилетия в связи с планами разработки нефте-газовых месторождений в восточной части Печорского моря был проведен ряд мониторинговых наблюдений бентоса, включая стандартный набор гидрологических характеристик (Pogrebov et al., 1997; Denisenko et al., 2003). В основу настоящей работы легли результаты последнего цикла таких наблюдений, выполненных в юго-восточной части Печорского моря в 2012 - 2013 гг.

Данные и методы

Материал собран на 40 станциях в юго-восточной части Печорского моря в июле-августе 2012-2013 (Рис. 1) с использованием дночерпателя Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м²: 2-3 пробы на каждой станции. Всего на глубинах от 6 до 72 м обобрано 110 проб макробентоса. Дночерпатели с наполненностью грунтом менее 70% выбраковывали и отбор повторяли. Координатная привязка точек отбора проб произведена с использованием портативного спутникового навигатора. Глубину станций определяли по показаниям судового эхолота. Пробы промывали через сито с размером ячеек 0,7 мм и фиксировали 75% спиртом. Организмов макробентоса в пробах определяли до вида, просчитывали и взвешивали с точностью до 0.001 г.

На каждой бентосной станции у дна фиксировали температуру, соленость, концентрацию кислорода и рН воды, а также гранулометрический состав грунта.

Объект наших исследований - видовое богатство, плотность поселения и биомасса организмов макробентоса на станциях. Сравнение станций было проведено с помощью кластерного анализа и процедуры MDS с использованием абиотических (мера - расстояние Евклида) и биотических показателей (мера - индекс Чекановского-Сьеренсена).

Показатели биомассы (В) таксонов стандартизировали по формуле:

$$B'_i = (B_i - B_{\min}) / (B_{\max} - B_{\min}),$$

где V_{\min} - минимальная биомасса таксона в пробах, а V_{\max} - максимальная. Способ классификации - метод Варда (Ward, 1963). Статистический анализ проведен с помощью пакетов программ PRIMER 6, PAST 3 и STATISTICA 10.

Результаты. Абиотическая характеристика станций

Охваченный пробоотбором диапазон глубин составляет 6 - 72 м, и состав грунта на станциях очень разнообразен. На большинстве станций фоновой характеристикой является преобладание в грунте фракций песка и, очень редко, гравия и гальки.



Рис. 1. Карта Печорского моря. Стрелками отмечено положение и направление основных течений, пронумерованные точки - положение станций

Преобладание алевритов и пелитов в грунтах характерно только некоторых восточных станций на глубине менее 20 м. Содержание кислорода в придонном слое воды колеблется от 6,1 до 11,8 мл/л (81-106% от насыщения). Теплосодержание придонных вод в период исследований оказалось очень изменчивым - колебания от $-1,67^{\circ}$ до $+10,7^{\circ}$. В целом отрицательные температуры характерны для самых восточных станций, а положительные низкие температуры - для самых глубоководных на северо-западе полигона. Величина показателя pH воды колебалась от 7,96 до 8,3. Максимальная соленость - 34,5 ‰ отмечено только на одной самой глубоководной (72 м) станции, и только на трех самых мелководных станциях (глубины 7-8 м) придонная соленость воды опускается ниже 29 ‰.

При классификации станций по абиотическим показателям они разделились на 2 группы (Рис. 2). В группу I объединились восточные станции исследованной акватории (среднее содержание алевритов и пелитов в грунте 11%), а в группу II - практически все центральные и западные станции (среднее содержание алевритов и пелитов в грунте 55%). Кластер I распадается на группы центральных (кластер А) и западных (кластер В) станций. Центральные станции расположены на мелководье с глубинами 6 - 24 м, отличаются в среднем наиболее

высоким содержанием песка в грунте (86%), отсутствием алевритов, высокими температурами (8,7 - 10,7° C). Станции кластера В расположены на максимальных для изученной акватории глубинах (до 72 м), характеризуются низким содержанием в грунте алевритов и пелитов (в среднем 15%), относительно низкой температурой (1 - 6,1° C) и высокой (33,1 - 34,5 ‰) соленостью воды. В кластер II вошли станции, расположенные на глубине от 8 до 40 м. Их подразделение на две группы определено следующими очевидными признаками. Кластер С - прибрежные станции с относительно невысоким содержанием кислорода (6- 10,5 мл/л), рН (7,96-8,01), солености (23 -31,5 ‰) и относительно высокими температурой (7 -10,2° C) и присутствием в грунте ила (0,25 - 0,1 мм). Кластер (Рис. 2, II-D - белые точки) - это мористые станции с относительно высоким содержанием кислорода (9,6- 11,8 мл/л), рН (8,1-8,16), солености (31 -33,4 ‰) и низкой температурой (- 1,67 - +1,99°С) воды. (Рис.2).

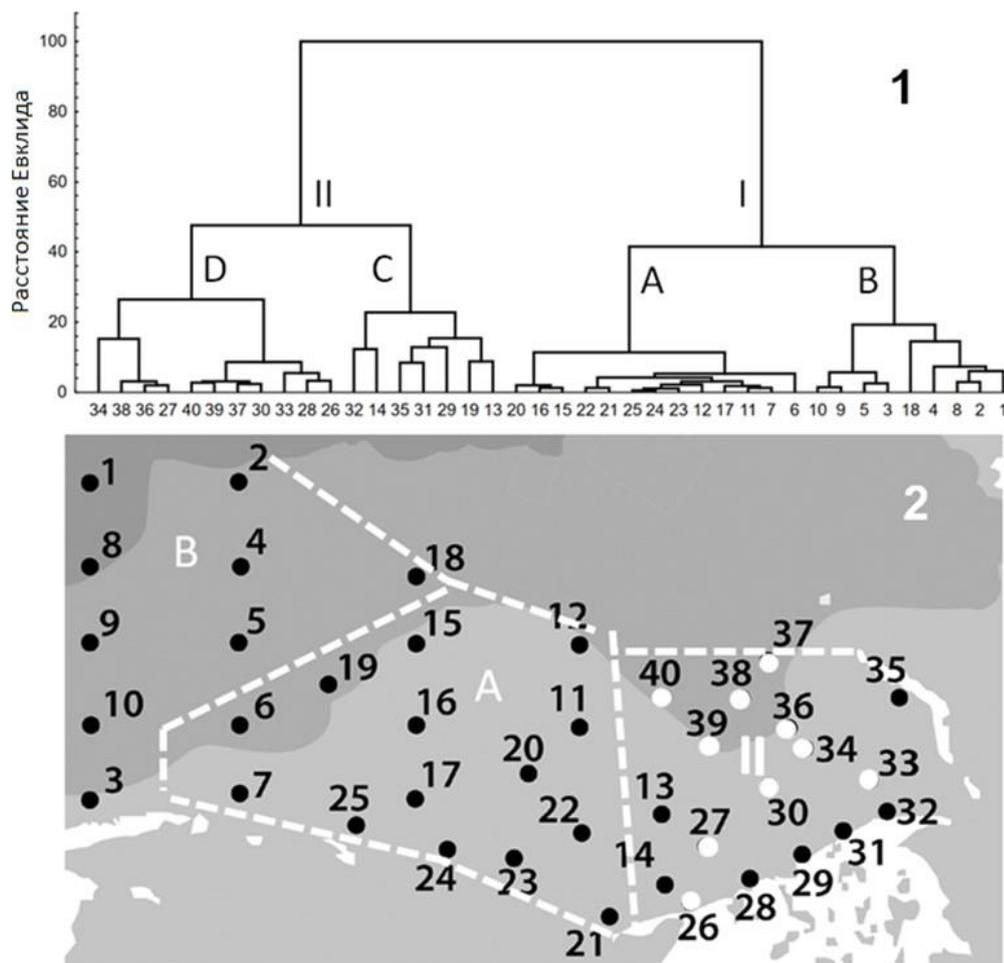


Рис. 2. Сравнение станций по абиотическим показателям. 1. Кластерный анализ. По оси ординат расстояние Евклида (%), по оси абсцисс - номера станций. I – II и А – D это выделенные группировки станций (обсуждение в тексте). 2. Соотношение характера группировки станций их географической компактности. В группе станций II белыми точками отмечено положение станций кластера D, а черными - кластера С

Состав и распределение макробентоса

В районе исследований обнаружено 224 таксона беспозвоночных. Наиболее разнообразно представлены такие группы как: Polychaeta (67), Crustacea (61), Mollusca (49). Альфа-

разнообразии макробентоса варьирует в диапазоне 5-37 видов на станцию, в среднем – 30 видов. При этом состав видовых описаний на станциях очень разнообразен. Для 71 таксона отмечена единичная встречаемость во всей выборке. Только 17 таксонов были отмечены более чем на 20 станциях. Наиболее характерны (встречаемость не менее 75%) четыре таксона Polychaeta (*Galathowenia oculata*, *Eteone flava*, *Cirratulidae g. sp.* и *Scoloplos acutus*) и два вида двустворчатых моллюсков (*Serripes groenlandicus* и *Macoma calcaria*). При средних значениях численности в 700 экз./м² и биомассы в 150 г/м² количественные показатели организмов макробентоса на станциях имеют порядковые различия.

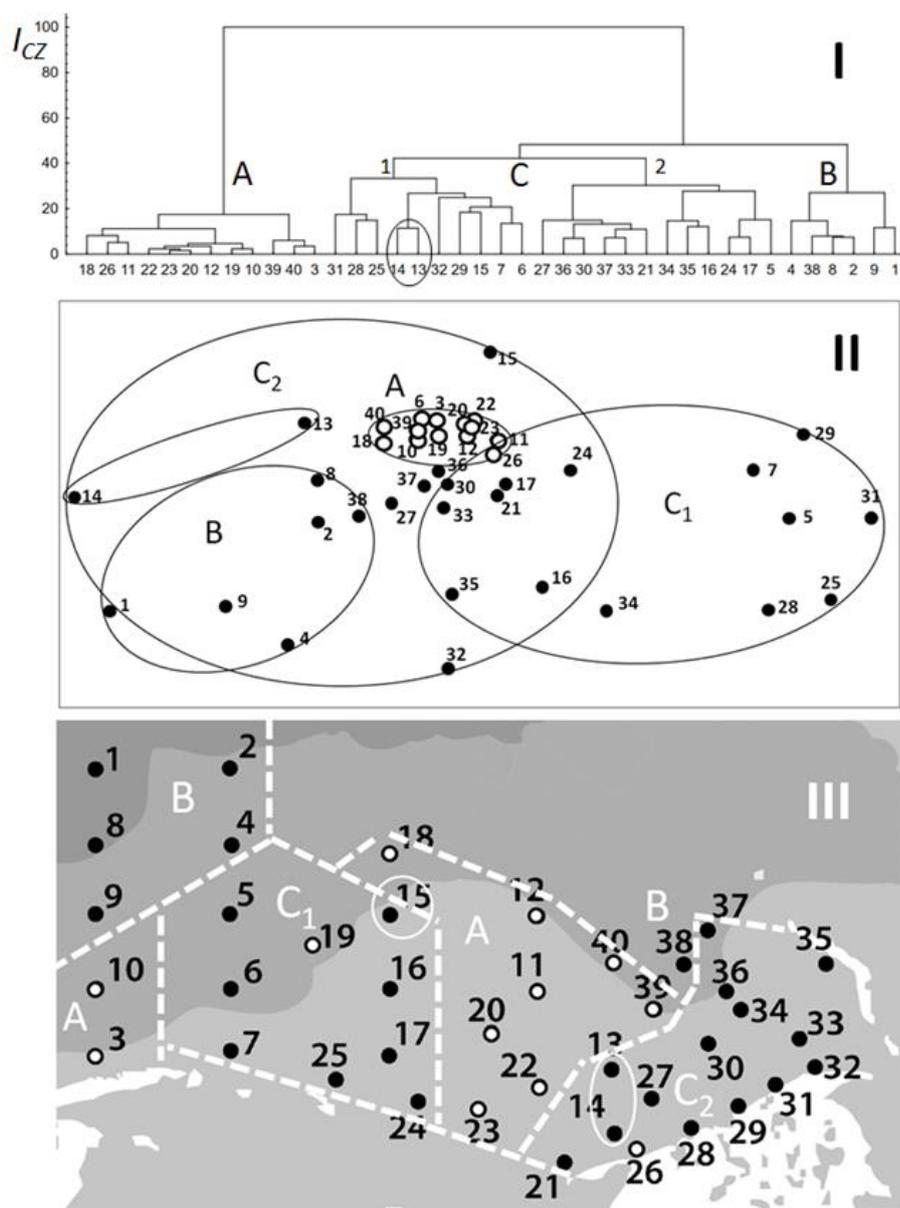


Рис. 3. Характер группировки станций. I - классификация станций по стандартизированным значениям биомассы таксонов. По оси ординат мера расстояния Сьеренсена-Чекановского (%). II - взаимное положение станций согласно процедуре MSD (стресс 0,2). III - соотношение характера группировки станций их географической компактности. Остальные объяснения в тексте

На дендрограмме и графике процедуры MSD (Рис. 3) очевидны обособленное положение станций кластера А и менее отчетливая дистанция между кластерами С и В. В свою очередь

кластер С делится еще на две группы станций. Видно, что отмеченные на дендрограмме группы станций в целом имеют логичную географическую интерпретацию (Рис. 3, III). В тоже время сама кластеризация и многомерное шкалирование демонстрируют нестрогость такой согласованности. Так в кластере А две станции (19 и 26) географически оказались в группе станций кластера С (Рис. 3, III). Примечательно также, что станции кластера А и В не образуют географически монолитных групп. Этот результат логично рассмотреть как проявление мозаичности сообществ макробентоса мягких грунтов в мелкомасштабной неоднородности биотопов. В целом схемы (Рис. 2, 2 и Рис. 3, III) можно представить как основу для принципиальной диверсификации сообществ в изученной акватории:

1. Сообщество *Serripes groenlandicus* (А) занимает центральную часть акватории и её самый крайний юго-западный район на глубинах до 25 м. Альфа разнообразие - 113 таксонов, биомасса - 210 г/м², плотность поселения - 691 экз./м².

2. Сообщество *Ciliatocardium ciliaium* + *Astarte borealis* + *Serripes groenlandicus* (В) занимает самую северную глубоководную (глубины >25 м) часть акватории. Альфа разнообразие - 122 таксона, биомасса - 239 г/м², плотность поселения - 615 экз./м².

3. Сообщество *Serripes groenlandicus* + *Astarte montagui* (С₁) занимает бенталь (8 - 26 м) юго-западной части и, предположительно, северо-восточной части. Альфа разнообразие - 120 таксонов, биомасса - 107 г/м², плотность поселения - 753 экз./м².

4. Сообщество *Serripes groenlandicus* + *Macoma calcarea* (С₂) занимает восточный район акватории с наибольшим числом мелководных (<10 м) станций. Альфа разнообразие - 109 таксонов, биомасса - 89 г/м², плотность поселения - 820 экз./м².

Заключение

То, что в сообществах макробентоса Печорского моря как доминанты и субдоминанты выступают крупные двустворчатые моллюски было отмечено ранее (Pogrebov et al., 1997; Dahle et al., 1998; Denisenko et al., 2003). Очевидно также, что в исследованной акватории характер диверсификации биотопов и сообществ макробентоса в значительной степени совпадают. С некоторым допущением можно сказать, что сообщества *Serripes groenlandicus*(А) и *Serripes groenlandicus* + *Astarte montagui* (С₁) приурочены к биотопам в среднем с наиболее высоким содержанием песка в грунте (86%), отсутствием алевритов, высокими температурами (8,7 - 10,7° С). Отличительные черты биотопа сообщества *Ciliatocardium ciliaium* + *Astarte borealis* + *Serripes groenlandicus* (В) - это низкое содержание в грунте алевритов (в среднем 15%), относительно низкая температура (1 - 6,1° С) и высокая (33,1 - 34,5 ‰) соленость воды. К характеристике биотопа сообщества *Serripes groenlandicus* + *Macoma calcarea* (С₂) можно отнести высокое разнообразие показателей состава грунта, температуры, солености, рН и содержания кислорода.

Список литературы:

- Dahle S., Denisenko S., Denisenko N., Cochrane S. Benthic fauna in the Pechora Sea // Sarsia. 1998. Vol. 83. P. 183—210.
- Denisenko S.G., Denisenko N.V., Lehtonen K.K., Andersin A.B., Laine A.O. Macrozoobenthos of the Pechora Sea (SE Barents Sea): community structure and spatial distribution in relation to environmental conditions / Mar. Ecol. Prog. Ser., 2003. 258, P. 109-123.
- Golicov A.N., Dolgolenko M.A., Maximovich N.V., Scarlato O.A. Some theoretical approaches to marine biogeography // Mar. Ecol. P.S. 1990. V. 63. P. 289 - 301.

Pogrebov V.B., Ivanov G.I., Nekrasova N.N. Macrobenthic communities of the Pechora Sea: the past and the present on the threshold of the Prirazlomnoye oil-field exploitation // *Marine Pollution Bulletin*. 1997. Vol. 35, No. 7-12. P. 287-295.

Ward J. H. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function // *Journal of the American Statistical Association*. 1963. Vol. 58. P. 236–244.

THE CURRENT STATE OF MACROBENTHOS IN THE AREA OF OIL AND GAS FIELDS IN THE PECHORA SEA

Maximovich N.V.¹, Filippova N.A.¹, Kiyko O.A.², Lisitsyna K.N.¹, Nikishina D.V.¹, Shunatova N.N.¹, Demchuk A.S.¹, Gerasimova A.V.¹

¹ *Saints Petersburg state university;*

² *Environmental Consulting Agency "Ecoproject"*

In August 2012 and 2013 the macrobenthos of the southeastern Pechora Sea was investigated in the area of Prirazlomnoe and Medyn-Varandeyevsky oil-gas fields. 110 macrozoobenthos samples were taken at 40 stations. A total of 224 taxa were found, mostly related to Mollusca, Polychaeta, Crustacea. The average abundance of organisms at stations is 700 ind./m² (130 - 1640 ind./m²), the average biomass is 153 g / m² (3 -340 g / m²). On the depths from 6 to 72 with predominance of sandy and silty sediment at stations 4 macrobenthic communities were described: *Serripes groenlandicus* (113 species, 10 g/m², 690 ind./m², > 25 m, sand), *Ciliatocardium ciliaium* + *Astarte borealis* + *S. groenlandicus* (122 species, 240 g/m², 615 ind./m², up to 25 m, sandy-silt), *S. groenlandicus* + *A. montagui* (120 species, 107 g/m², 753 ind./m², 8 - 26 m, sand), *S. groenlandicus* + *Macoma calcarea* (109 species, 89 g/m², 820 ind./m², 10 m, silty-sand). It was shown that from the beginning of the quantitative studies of the Pechora Sea (1924) neither the distribution or nature of the sediment nor the composition of the dominant species in the communities has undergone significant changes at the studied area.