

УДК 551.46:262.54

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ АЗОВСКОГО МОРЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

© 2007 г. Академик Г. Г. Матишов, О. В. Степаньян, В. В. Поважный, Г. В. Ковалева,
К. В. Кренева

Поступило 22.06.2006 г.

Глобальное изменение климата, происходящее в настоящее время, отражается на всех уровнях организации наземных и морских экосистем. Но именно морские экосистемы могут быть достоверными индикаторами климатических трендов [2, 9]. В условиях глобального тренда повышения температуры особый интерес представляют аномально суровые зимы, выпадающие из общей схемы климатических изменений и подчеркивающие неравномерность температурных трендов в северном полушарии. Резкие климатические аномалии имеют большое значение для функционирования морских экосистем, в том числе пелагических планктонных сообществ, влияя на структуру и продукционные характеристики трофических цепей [7, 10].

Азовское море – относительно хорошо изученный водоем, но информация о функционировании экосистемы Азовского моря в зимний период, особенно в условиях суровых зим, практически отсутствует [3]. Имеющиеся данные о состоянии пелагиали Азовского моря охватывают наблюдения, проведенные в условиях мягких зим с относительно слабым ледовым покровом [11]. В то же время зимний период является одним из важнейших сезонов для понимания закономерностей функционирования и формирования продуктивности экосистемы Азовского моря.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН более 10 лет проводит комплексные экосистемные наблюдения на атомных ледоколах по трассе Севморпути, в первую очередь в Баренцевом и Карском морях [1, 6, 8]. Начиная с 2003 г. практический опыт, полученный в ММБИ в ходе ледокольных экспедиций в Арктике, был применен сотрудниками Азовского филиала ММБИ и Южного научного центра РАН для проведе-

ния комплексных исследований Азовского моря в зимний период на дизельном ледоколе “Капитан Демидов” и нис “Профессор Панов”, в том числе и в условиях аномально холодной зимы 2005–2006 гг. (рис. 1). Комплекс работ включал в себя гидрометеонаблюдения, гидрохимические и гидробиологические исследования, орнитологические наблюдения.

Гидрология. В результате исследований были расширены представления о гидрологической структуре водных масс Азовского моря в зимний период в условиях сплошного ледового покрова. Обнаружены выраженные пространственные градиенты солености при относительно однородном распределении температуры, особенно в зонах смешения морских и пресных вод. Выявлено, что в Таганрогском заливе соленость значительно изменялась в интервале 0.3–6.7 г/л (2003 г.) и 1.01–9.34 г/л (2006 г.). Показатели солености в Азовском море отмечены в более узких пределах: 8.8–11.1 г/л в 2003 г. и 11.12–11.89 г/л в 2006 г., в Керченском проливе до 14.0 г/л.

Отмечены изменения в ионном составе вод Азовского моря, которые позволили идентифицировать пресные и морские воды, а также обнаружить две устойчивые фронтальные зоны в Таганрогском заливе. В период теплых зим (например, 2004 и 2005 гг.) распределение солености вод как в заливе, так и в море характеризовалось значительной пространственной и временной изменчивостью, что было обусловлено активным ветровым перемешиванием и особенностями гидрологического режима водоема. Выявленные аномалии в распределении солености в Азовском море подчеркивают сложные механизмы трансформации вод различного происхождения (речных, стоковых, талых и морских) в зимний период.

Планктонные сообщества. Впервые были получены данные о распределении и количественных характеристиках зимнего планктона Азовского моря, развивающегося подо льдом. Планктонные пелагические сообщества характеризовались сложностью структуры, видовым разнообразием и высокими значениями биомассы.

*Южный научный центр Российской Академии наук,
Ростов-на-Дону*

*Мурманский морской биологический институт
Кольского научного центра
Российской Академии наук*

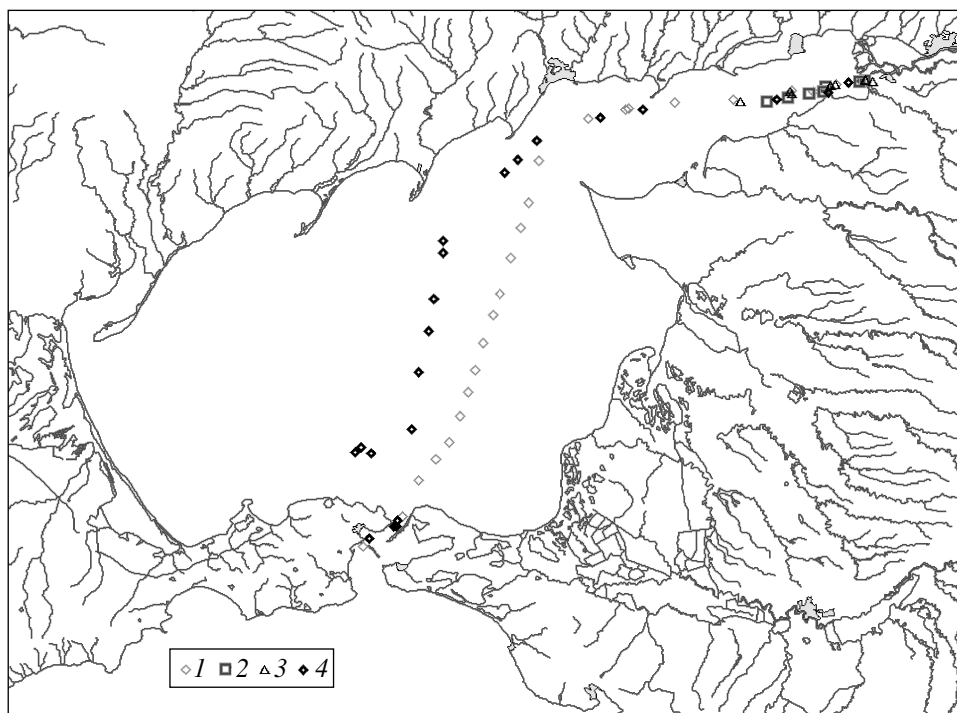


Рис. 1. Карта-схема расположения комплексных океанографических и гидробиологических станций в Азовском море в зимний период. 1 – 2003 г., 2 – 2004 г., 3 – 2005 г., 4 – 2006 г.

Общие величины биомассы и численности фитопланктона варьировали в широком диапазоне – от 12 до 2424.4 мг/м³ и от 417 до 2115 млн.кл./м³ соответственно. В конце февраля 2003 г. в планктонном альгоценозе Таганрогского залива обнаружено более 30 видов микроводорослей, преимущественно диатомовых [4]. В январе-феврале 2006 г. в планктоне Азовского моря было выявлено 84 вида микроводорослей из семи отделов. Наибольшее видовое разнообразие отмечено у диатомовых, золотистых и зеленых водорослей, наименьшее – у эвгленовых, криптофитовых и синезеленых водорослей.

Распределение видового разнообразия, биомассы и численности микроводорослей на акватории моря и залива неравномерно. Для двух районов: горло Таганрогского залива и центральная часть моря – отмечены наиболее интенсивные процессы формирования биомассы и численности планктонных микроводорослей. Четко прослеживается тенденция увеличения количественных и качественных показателей по направлению от кутовой части к горлу Таганрогского залива. В условиях суровой зимы 2006 г., когда толщина льда была более полуметра, а кромка льда зафиксирована на выходе из Керченского пролива, максимальные биомассы фитопланктона в Таганрогском заливе достигали 1411.4 мг/м³, а в море – 2424.4 мг/м³, не уступая характеристикам летнего фитопланктонного сообщества. Та-

кое интенсивное развитие микроводорослей свидетельствует об активных продукционных процессах, протекающих подо льдом.

Проведенные исследования позволили выявить основные стадии сукцессии фитопланктонного сообщества в зимний период и обнаружить сходство с продукционными процессами, протекающими в теплое время года. Пик развития фитопланктона в условиях суровой зимы приходится на январь, а в конце февраля – начале марта зимняя сукцессия фитопланктона заканчивается несмотря на то, что сплошной ледовый покров может покрывать акваторию моря еще 1–2 недели. Обнаруженные закономерности свидетельствуют о сложных механизмах регулирования фитопланктонного сообщества и подчеркивают, что в развитии фитопланктона помимо экзогенных (температура, свет, биогены и др.) играют большую роль еще не полностью выясненные, эндогенные (внутри- и межпопуляционные взаимоотношения) факторы. Сочетание указанных факторов и обуславливает общую ритмику сукцессионного и продукционного процессов. Подчеркнем, что аналогичные явления выявлены для арктических морей, где доказано существование продуктивных районов в течение всего зимнего периода [5].

Проведенные наблюдения позволили обнаружить активное функционирование микророзопланктона Азовского моря в зимний период.

Число видов (всего выявлено 24 вида), соответствовало аналогичным показателям летнего периода. Пространственное распределение качественных и количественных характеристик микрозоопланктонного сообщества было относительно равномерным. Численность микрозоопланктона в январе–феврале 2003 г. составила 1.1–2.2 млн. экз./м³ (в среднем 0.9 млн. экз./м³), в 2006 г. – 1.3–9.4 млн. экз./м³ (в среднем 4.3 млн. экз./м³). Значения биомассы изменялись в широких пределах – от 8.6 до 64.3 мг/м³ (среднее 34.3 мг/м³) в 2003 г. и 27–393 мг/м³ (среднее – 152 мг/м³) в 2006 г. Трофическая структура сообщества представлена микрофагами, доминирующими в Таганрогском заливе, альгофагами и хищниками, массово развивающимися на остальной части Азовского моря.

Размерная структура сообщества микрозоопланктона в зимний период имеет ряд особенностей. Под сплошным покровом льда микрозоопланктон формируется в основном из видов, относящихся к мелкой размерной группе, при появлении свободных ото льда участков акватории, повышается доля представителей более крупных размерных групп инфузорий. Обнаруженное явление свидетельствует, что в зимний период благодаря наличию в воде постоянного пула инфузорий различных видов и потенциально высоким скоростям размножения микрозоопланктон сохраняет способность в течение небольшого промежутка времени перестраивать размерную структуру сообщества и тем самым более полно использовать доступные первичные компоненты трофической цепи. Подтверждением этому может быть выявленное совпадение районов массового развития и высоких продукционных показателей фито- и цилиатопланктона в Таганрогском заливе и центральной части Азовского моря.

В отличие от инфузорий мезозоопланктон в зимний период отличается низким видовым разнообразием и повсеместным преобладанием морских коловраток с численностью 5.3–27 тыс. экз./м³ и биомассой 1.25–46.77 мг/м³ (среднее 21.32 мг/м³). Значительно меньшую долю зоопланктонного сообщества Азовского моря составляли науплии копепод, каляниды, гарпактикоиды. Наибольшее видовое разнообразие и численность мезопланктона отмечены в Керченском проливе, что обусловлено постоянным притоком организмов с черноморскими водами. По нашему мнению, в Азовском море нет выраженного зимнего комплекса мезопланктона, доминантные эврибионтные виды рачкового голопланктона вынуждены переживать периоды с пониженной температурой либо на стадии покоящихся яиц, либо на стадии старших копеподитов. Это приводит к замещению вакантной ниши каляноид более просто организованными коловратками.

В м е р о п л а н к т о н е Азовского моря в зимний период в условиях сплошного ледового покрова присутствовали личинки усонюгих раков и велигеры двустворчатых моллюсков. Это свидетельствует о размножении бентосных организмов и наличии кормовой базы для развития зообентоса.

Описанная структура пелагической экосистемы Азовского моря в зимний период свидетельствует о том, что в условиях суровых зим при наличии сплошного ледового покрова в толще воды активно функционирует продуктивное планктонное сообщество. Ее своеобразие заключается в относительно высоких показателях видового разнообразия и продукции фито- и микрозоопланктонного сообществ при относительно слабом развитии мезозоопланктона крупных размерных групп. По всей видимости, большую роль в зимний период играет микробиальная трофическая сеть, отдельные элементы которой мы наблюдали. В то же время доминирование в фитопланктоне крупных форм и отсутствие соответствующих им групп зоопланктона приводят к неполной утилизации большей части зимнего фитопланктона и увеличивают скорости накопления детрита и органического вещества в донных осадках, которые в дальнейшем активно используются детритофагами разного трофического уровня.

Проведение ледокольных исследований в Азовском море в условиях сплошного ледового покрова позволило впервые обнаружить ранее не отмечавшиеся особенности развития биологических сообществ (высокие показатели видового разнообразия и продукции фито- и микрозоопланктона, слабое развитие мезозоопланктона, присутствие планктонных стадий развития бентосных организмов). Таким образом, можно сделать вывод о том, что зимний период в условиях аномально низких температур воздуха и воды для Азовского моря является особенно важным в формировании и дальнейшем функционировании детритной трофической цепи. В результате являются предпосылки для высокой биологической продуктивности всей экосистемы моря, в том числе высших трофических звеньев – рыб и птиц. Дальнейшие полевые исследования позволят оценить вклад зимнего планктонного сообщества, развивающегося в условиях аномально холодных зим, в годовую динамику продукционных процессов экосистемы Азовского моря.

Работы выполнены при финансовой поддержке Министерства промышленности, науки и технологий (ФЦП “Мировой океан”, подпрограмма 7 “Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов Черного и Азовского морей”) и Программы Президиума РАН “Организация научных экспедиций”.

Авторы приносят благодарность всем участникам экспедиций, а также руководителю ФГУ Азово-Донского государственного бассейнового управления водных путей и судоходства А.В. Огареву, капитану и команде дизельного ледокола “Капитан Демидов” за помощь в проведении исследований.

академик Матишов Геннадий Григорьевич
 Степаньян Олег Владимирович
 Поважный Василий Владимирович
 Ковалева Галина Витальевна
 Кренева Катерина Валерьевна

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биология и океанография Карского и Баренцева морей (по трассе Севморпути) // Под ред. Г.Г. Матишова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. 467 с.
2. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А. // Океанология. 2006. Т. 46. № 2. С. 165–177.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР/Под ред. Н.П. Гоптарева, А.И. Симонова, Б.М. Затучной, Д.Е. Германоваич. Т. 5. Азовское море. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 280 с.
4. Макаревич П.Р., Ларионов В.В. В кн.: Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна. Т. VI.. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. Т. 6. С. 112–119.
5. Макаревич П.Р., Ларионов В.В., Дружкова Е.И. // Альгология. 2004. Т. 14. № 2. С. 137–142.
6. Матишов Г.Г., Воронцов А.В., Голубева Н.И. и др. Океанографические и биологические исследования арктических морей по трассе Севморпути в 1999 году: Препринт. Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 1999. 72 с.
7. Матишов Г.Г., Денисов В.В. Экосистемы и биоресурсы европейских морей России на рубеже XX и XXI веков: Препринт. Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 1999. 124 с.
8. Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Горяев Ю.И. и др. Труднодоступная Арктика. 10 лет биоокеанологических исследований на атомных ледоколах. Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2005. 146 с.
9. Матишов Г.Г., Гаргона Ю.М., Бердников С.В., Дженьюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
10. Раймонд Дж. Планктон и продуктивность океана. Т. 1. Фитопланктон. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 568 с.
11. Студеникина Е.И., Алдакимова А.Я., Губина Г.С. Фитопланктон Азовского моря в условиях антропогенных воздействий. Ростов н/Д: Эверест, 1999. 175 с.