

УДК 551.468

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В ИЮЛЕ–НОЯБРЕ 2012 г.

© 2014 г. К. К. Кивва¹, Д. Н. Чульчеков²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва

²Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Владивосток

e-mail: kirill.kivva@gmail.com

Поступила в редакцию 27.03.2013 г.

DOI: 10.7868/S0030157414030034

Первые отечественные океанологические съемки с применением зондирующих комплексов и модифицированных методик гидрохимических определений были выполнены в западной части Берингова моря в трех совместных экспедициях ФГУП “ВНИРО” и ФГУП “ТИНРО-Центр” в 1990 и 1992 гг. После длительного перерыва подобные исследования были возобновлены в 2004 г. [2] и продолжены в 2008 и 2009 гг. специалистами ФГУП “ТИНРО-Центр” и ТОИ ДВО РАН. Однако эти работы ограничивались измерениями растворенного кислорода, кремния и фосфора. Анализ минеральных форм азота был вновь включен в перечень определений в 2010 г. при участии специалистов ФГУП “ВНИРО” [6].

В рамках сотрудничества Лаборатории морской экологии ФГУП “ВНИРО” и Лаборатории промысловой океанографии ФГУП “ТИНРО-Центр” в 49-м рейсе НИС “Профессор Кагановский” летом и осенью 2012 г. проводились расширенные гидрохимические исследования в западной части Берингова моря. Цель работы заключалась в получении данных о современном состоянии среды обитания водных биологических объектов, а также в оценке интенсивности первичного продуцирования в весенне-летний сезон 2012 г.

Экспедиция состояла из трех основных этапов: летней океанологической съемки Олюторского, Корякского и Анадырского участков шельфа, осенней съемки Командорской и Алеутской котловин и повторной осенней съемки Анадырского шельфа. В ходе летней съемки (8 июля–31 августа 2012 г.) было выполнено 245 станций, на 98 из которых производился отбор проб на гидрохимический анализ. Съемка в акватории глубоководных котловин (2 сентября–1 октября 2012 г.) состояла из 9 гидрологических и 83 комплексных гидролого-гидрохимических станций. Повторная осенняя съемка Анадырского шельфа (8 октября–22 октября 2012 г.) включала 53 станции, 12 из которых были комплексными. Также до основных этапов и

после их завершения проводилась работа на разрезе в Камчатском проливе (9 станций 5 июля и 2 ноября 2012 г.). В общей сложности выполнено 408 океанологических станций, на 202 из которых производился отбор проб (рисунок).

Работа на станциях осуществлялась STD-зондом SBE 9 plus Sealogger с кассетой батометров системы Нискина объемом 1.8 л. Перед рейсом датчики зонда были откалиброваны в ФГУП “ТИНРО-Центр” [3]. Зондирование проводили до 1000 м или до дна над глубинами менее 1000 м. Отбор проб выполнялся на горизонтах 0, 20–30, 30–40, 100–180, 200–300, 300–400, 600, 1000 м при подъеме зондирующего комплекса, что позволило отобрать пробы с учетом особенностей вертикальных профилей распределения гидрологических параметров. То есть горизонты отбора 20–30 и 30–40 м ставились в соответствие с глубиной залегания верхней и нижней границ сезонного термоклина, горизонт 100–180 м – в соответствие с ядром холодного промежуточного слоя (ХПС). Горизонты 200–300 и 300–400 м соответствовали верхней и нижней границам основного термоклина. На станциях с глубинами менее 1000 м отбор проб производился до максимально возможного из указанных горизонтов и в придонном слое (1–8 м от дна в зависимости от глубины места). На большинстве станций с глубинами менее 200 м дополнительно были взяты пробы на горизонтах 10–20, 50, 75 м. Морскую воду для анализа на биогенные элементы отбирали в полиэтиленовые бутылки емкостью 0.5 л, для определения кислорода – в калиброванные кислородные склянки.

Гидрохимические исследования в 2012 г. включали измерения концентраций растворенного кислорода, силикатов, фосфатов, нитритного, нитратного и аммонийного азота. На 24 станциях в Анадырском заливе и на северном шельфе моря (I этап экспедиции), а также на 9 станциях в том же районе (III этап) определяли концентрации валового азота и валового фосфора. Все определе-

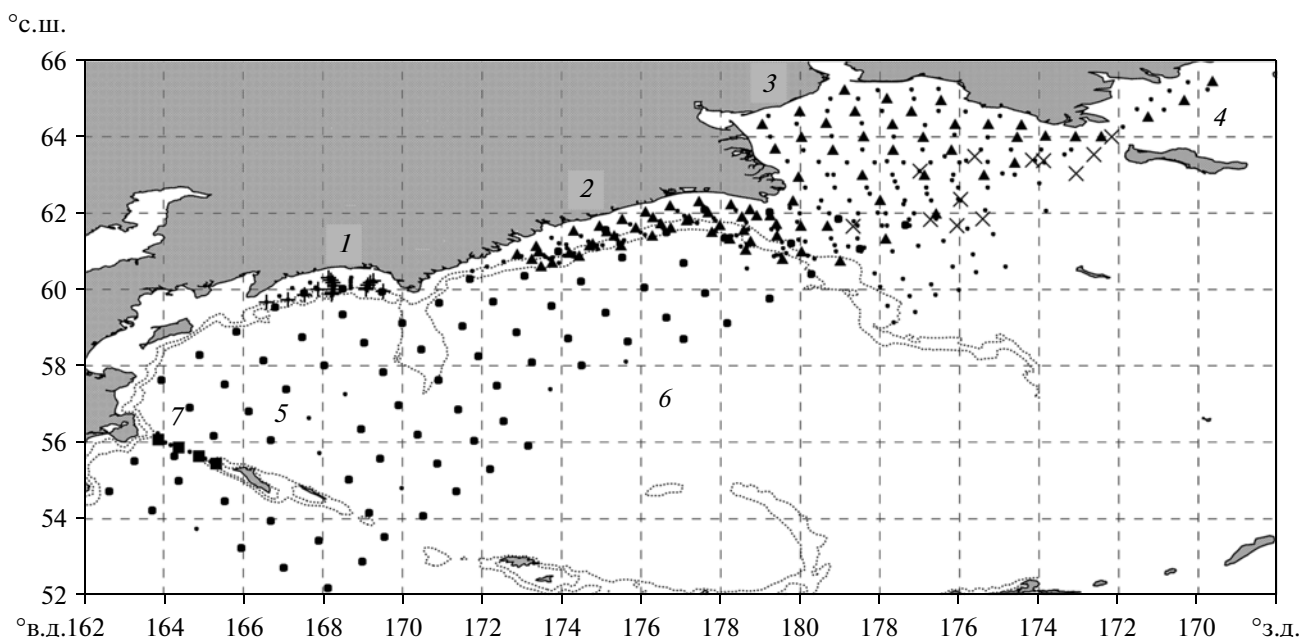


Схема расположения станций. Точками обозначены гидрологические станции. Символами обозначены комплексные гидролого-гидрохимические станции различных этапов экспедиции: I этап, Корякский шельф, Анадырский залив и бассейн Чирикова (▲), Олюторский залив (+), II этап (●), III этап (×), разрезы в Камчатском проливе (■). Пунктир — изобаты 200 и 1000 м. 1 — Олюторский залив, 2 — Корякский шельф, 3 — Анадырский залив, 4 — бассейн Чирикова, 5 — Командорская котловина, 6 — Алеутская котловина, 7 — Камчатский пролив.

ния проводили по стандартным методикам [5]. Дополнительно на 41 станции в ходе трех этапов экспедиции были отобраны и законсервированы пробы для проведения анализа на растворенный органический углерод и растворенный органический азот в условиях стационарной лаборатории ФГУП «ВНИРО».

Предварительные результаты обработки данных показали, что в период проведения I этапа исследований почти всюду поверхностная температура была на $0.5\text{--}1^\circ\text{C}$ ниже средней многолетней [1]. Водные массы зимней модификации в пределах холодного промежуточного слоя (ХПС) и придонного слоя также характеризовались более низкими температурами. Аномалии температуры на горизонтах 50 и 100 м достигали -2°C . Придонная область с отрицательной температурой, называемая Лаврентьевским пятном холода, в 2012 г. имела наибольшую с 1994 г. площадь [1]. Эти данные свидетельствуют об интенсивном зимнем выхолаживании и замедленном весеннем прогреве.

Вдоль Корякского побережья, в северной части Анадырского залива и в западной части бассейна Чирикова «цветение» фитопланктона началось незадолго до проведения исследований. Однако в других районах исследованной акватории «цветение» было интенсивным, и сообщество автотрофных организмов полностью исчерпало запас биогенных веществ эвфотического слоя. Фоновые концентрации силикатов, фосфатов и общего ми-

нерального азота на поверхности составили $1.0\text{--}5.0$, $0.1\text{--}0.4$ и $0.1\text{--}1.0\text{ }\mu\text{M}$, соответственно. Полученные значения позволяют говорить о дефиците биогенных веществ и о лимитировании первичного продуцирования минеральным азотом. Это подчеркивает важность наблюдений за минеральным азотом в данном регионе.

Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что в северной части Анадырского залива распределение гидрохимических параметров в придонном слое, главным образом, зависит от распространения вод залива Креста. В области, занятой этими водами, наблюдалась интенсивная аммонификация, денитрификация и низкие концентрации кислорода.

Одним из результатов работ, выполненных в рамках I этапа экспедиции, стало определение характеристик квазистационарного локального апвеллинга в западной части бассейна Чирикова [4, 7]. В центральной части апвеллинга водная толща была перемешана от поверхности до дна (глубина 40 м). Температура от поверхности до дна практически не менялась: $0.33\text{--}0.29^\circ\text{C}$. Концентрации силикатов, фосфатов и общего минерального азота во всей водной толще составили соответственно 34.5 , 1.8 и $18.5\text{ }\mu\text{M}$. Насыщение воды кислородом находилось в пределах $88\text{--}95\%$.

Результаты II этапа экспедиции показали, что в весенне-летний сезон 2012 г. наиболее интенсивное продуцирование первичного органиче-

ского вещества происходило в северной части исследованной акватории в прибрежной полосе шириной около 200 миль. На это указывают низкие концентрации биогенных веществ в верхнем квазиоднородном слое: силикатов 3–6 μM , фосфатов 0.2–0.7 μM , общего минерального азота 1–6 μM . Область с наибольшей интенсивностью первичного продуцирования соответствовала району с нижней границей ХПС глубже 200 м, что указывает на связь между глубиной проникновения зимней вертикальной циркуляции и весенне-летним продуцированием первичного органического вещества.

Данные по растворенному кислороду показали, что непосредственно в период выполнения съемки процесс фотосинтеза был наиболее интенсивным вдоль южной и юго-восточной границ исследованного полигона, а также в центральной его части к югу от мыса Олюторского. Вертикальное распределение растворенного кислорода на исследованной акватории больше всего зависит от глубины проникновения зимних конвективных процессов. Низкие концентрации растворенного кислорода (<5 мл/л) на относительно малых глубинах (150 м) являются следствием малой интенсивности зимней вертикальной циркуляции.

В ходе II и III этапов экспедиции были выполнены повторные станции в районах Олюторского, Корякского и Анадырского шельфов. Это позволит сделать косвенные выводы о сезонных изменениях гидрологических и гидрохимических показателей, а также оценить интенсивность потребления биогенных веществ фитопланктоном и их реминерализации в ходе биохимических процессов.

Авторы благодарят заведующего Лабораторией промысловой океанографии ФГУП “ТИНРО-

Центр” Г.В. Хена за помощь в организации и подготовке экспедиционных исследований и начальника рейса И.И. Глебова за сотрудничество при проведении работ. Особая благодарность второму электромеханику И.А. Шурпе за помощь в работе с зондирующим комплексом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басюк Е.О., Кивва К.К., Чутьчиков Д.Н. Экстремально холодное термическое состояние вод Берингова моря в 2012 г. // Вопросы промысловой океанологии. 2012. Вып. 9. № 1. С. 13–24.
2. Ванин Н.С., Хен Г.В. Вертикальная структура водных масс и кремний-фосфорные соотношения в западной части Берингова моря и в Охотском море // Океанология. 2009. Т. 49. № 3. С. 381–392.
3. Дудков С.П. Нарботки по калибровке датчиков электропроводности, температуры и давления гидрологических зондов на калибровочном комплексе Тинро-Центра // Вопросы промысловой океанологии. 2010. Вып. 7. № 2. С. 264–269.
4. Иванова О.С. Обмен биогенными элементами через Берингов пролив // Океанология. 2008. Т. 48. № 3. С. 389–395.
5. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.
6. Kivva K., Vazhova A., Dudkov S. Influence of eddy structures on nutrients distribution in the western Bering Sea from September–October 2010 // PICES-2011. Mechanisms of Marine Ecosystem Reorganization in the North Pacific Ocean. PICES Secretariat. Sidney. 2011. P. 193.
7. Nihoul J., Adam P., Brasseur P. et al. Three-dimensional general circulation model of the Northern Bering Sea's summer ecohydrodynamics // Continental Shelf Research. 1993. V. 13. № 5–6. P. 509–542.