

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.
Материалы IX международной конференции
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия
Петрозаводск, 2005. С. 323-326.

БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ВОДАХ БЕЛОГО МОРЯ

В.А. ЧУГАЙНОВА

Северное отделение Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (СевПИНРО), Архангельск

В докладе представлены результаты сезонных исследований биогенных элементов вод Белого моря за 2003 г. Комплексными исследованиями были охвачены все районы моря. Станции располагались равномерно по всей акватории (по 6 станций в каждом районе). Пространственное распределение биогенных элементов в Белом море зависит, главным образом, от динамики вод. Воды речного стока богаче поверхностных морских вод биогенными элементами (особенно Si и N), соответственно и зоны, подверженные их воздействию, характеризуются полями повышенных концентраций этих элементов. Основные изменения концентраций биогенных элементов в фотическом слое связаны с сезонными изменениями интенсивности продукционно-деструкционных процессов, которые обуславливают в весенне-летний период пересыщение вод кислородом, минимальные концентрации минеральных форм азота и фосфора, а также их накопление в осенний период. Приведены карты распределения нитратов, фосфатов и силикатов в поверхностном слое воды.

V.A. Chugainova. The biogenic elements in the White Sea waters // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 323-326.

The results of seasonal studies of biogenic elements in the White Sea waters for 2003 are submitted in the paper. Complex investigations have been covered all areas of the Sea. Stations were settled at regular intervals on all water area (6 stations in each area). Spatial distribution of biogenic elements in the White Sea depends mainly on water dynamics. Waters of river flow are more abundant in biogenic elements (especially in Si and N), than surface sea waters, and the zones, subject to their impact, are characterized accordingly by plots of the increased concentration of these elements. Basic biogenic element concentration changes in photic layer are connected to seasonal changes of productive-destructive process intensities which cause during the spring-and-summer period an oxygen oversaturation in waters, the minimal concentration of mineral forms of nitrogen and phosphorus, and also their accumulation during the autumn period. Maps of nitrates, phosphates and silicates distribution in surface layer of water are presented.

Эффективное развитие рыбохозяйственной отрасли в Российской Федерации на современном этапе требует экосистемного информационного обеспечения различных направлений ее деятельности. Эта проблема имеет особую актуальность для Белого моря, которое обладает значительными запасами морских, проходных и полупроходных рыб лососево- сигавого комплекса, беломорской сельди, наваги, промысловых видов морских макрофитов и морских млекопитающих. Одной из наиболее важных задач в данном отношении является изучение биохимической основы продуктивности, влияющей как на формирование запасов промысловых объектов, так и на их качество.

В последние годы СевПИНРО проводятся комплексные исследования экосистемы Белого моря по ряду гидрологических, гидрохимических, гидробиологических показателей водной среды.

В статье представлены результаты сезонных исследований биогенных элементов вод Белого моря за 2003 г. Комплексными исследованиями были охвачены все районы моря. Станции располагались равномерно по всей акватории (по 6 станций в каждом районе). В ходе исследований, наряду с биоген-

ными элементами, определяли содержание кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), а также измерялись температура, соленость. Пробы воды отбирались с поверхностного и придонного горизонтов. Анализ проб проводился согласно общепринятым в гидрохимической практике методикам (Методы...1988). Приведены карты распределения фосфатов, нитратов, аммонийного азота и силикатов в поверхностном слое воды.

Пространственное распределение биогенных элементов в Белом море зависит, главным образом, от динамики вод. Воды речного стока богаче поверхностных морских вод биогенными элементами (особенно кремнием и соединениями азота), соответственно и зоны, подверженные их воздействию, характеризуются полями повышенных концентраций этих элементов (Максимова, 1990). Основные изменения концентраций биогенных элементов в фотическом слое связаны с сезонными изменениями интенсивности продукционно-деструкционных процессов, которые обуславливают в весенне-летний период пересыщение вод кислородом, минимальные концентрации минеральных форм азота и фосфора, а также их накопление в осенний период.

Для 2003 года характерна ранняя весна, что отразилось на распределении биогенных элементов в Белом море. Уже в конце мая - начале июня, во время первой съемки моря, были зафиксированы минимальные за весь сезон концентрации фосфатов. Так на отдельных станциях в поверхностных водах Кандалакшского, Онежского заливов, Бассейна, Горла и Воронки их содержание сводилось к нулю. В остальных районах также наблюдались минимальные значения концентраций неорганического фосфора в поверхностном слое воды (Рис. 1). Максимум весеннего содержания фосфатов был отмечен в поверхностном слое воды кутовой части Двинского залива (0,036 мг/л) и в Мезенском заливе (0,015 мг/л на поверхности и 0,151 мг/л у дна). Интенсификация процессов деструкции в условиях интенсивного прогрева морских вод позволила поддержать довольно высокий уровень содержания питательных веществ. И поэтому наиболее высокие значения концентраций неорганического фосфора отмечались в летний период: они составили в среднем 0,030 мг/л от поверхности до дна почти во всем Белом море. В глубоководных частях Кандалакшского залива и Бассейна их значения достигали 0,040-0,060 мг/л. В осенний период содержание фосфора несколько снизилось и составило от 0,020 до 0,030 мг/л также почти с равномерными значениями его концентраций в поверхностных и придонных слоях. Если рассматривать отдельные районы Белого моря, то наибольшие концентрации неорганического фосфора летом и осенью наблюдались в Кандалакшском заливе (0,020-0,080 мг/л).

Что касается содержания солей азота, то здесь также наблюдалось аналогичное фосфатам сезонное их распределение. В весенний период почти на всей акватории Белого моря наблюдалось равномерное распределение нитратного азота – 0,050-0,060 мг/л в среднем, при большой вариабельности по станциям (от 0,01 до 0,10 мг/л). Исключение составляли Бассейн – 0,030 мг/л в среднем и Мезенский залив, в стоковом течении которого были зафиксированы максимальные концентрации нитратов – более 0,1 мг/л (Рис. 2). В придонном горизонте мелководных Мезенского и Онежского заливов, а также в Воронке, содержание нитратов аналогично их количеству в поверхностных водах. В остальных районах у дна нитратов больше в 1,5-3 раза.

Летом в поверхностных водах относительно глубоководных стратифицированных районов (Кандалакшский залив, Бассейн) количество нитратов уменьшалось. В придонных водах их концентрации увеличивались, очевидно, за счет минерализации органического вещества. Максимальные значения наблюдались у дна в Кандалакшском (0,178 мг/л), Двинском (до 0,170 мг/л) заливах и в Бассейне (до 0,251 мг/л). В хорошо перемешиваемых водах Онежского и Мезенского заливов они изменялись незначительно с отклонениями в ту или другую сторону от весеннего их содержания.

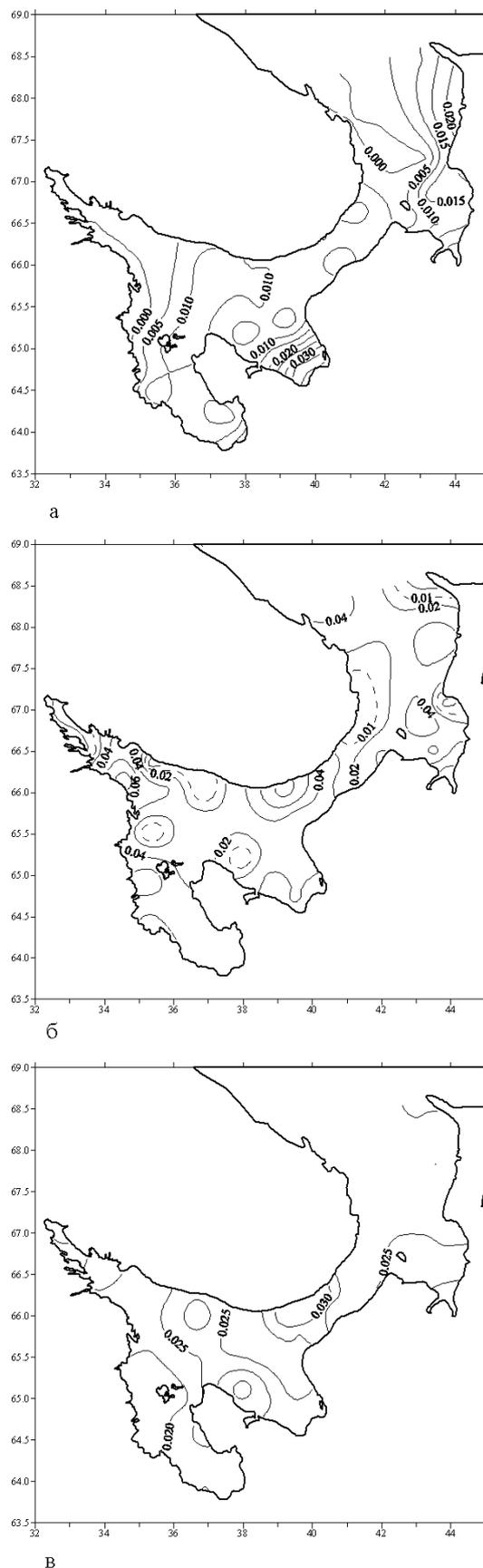


Рис. 1. Сезонная динамика распределения фосфатов (мг/л) в поверхностном слое воды в 2003 г.: а - весна, б - лето, в - осень

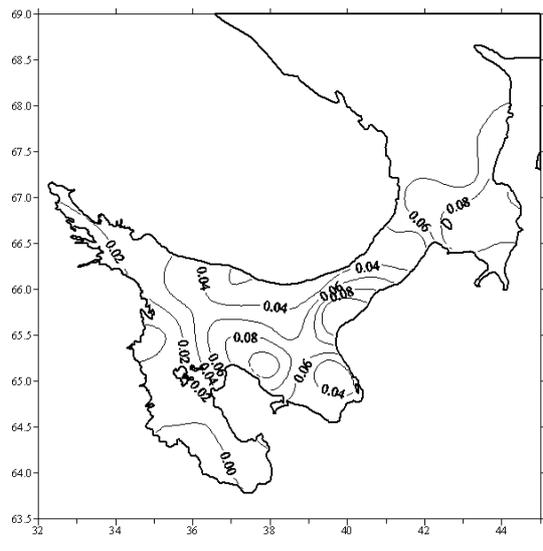
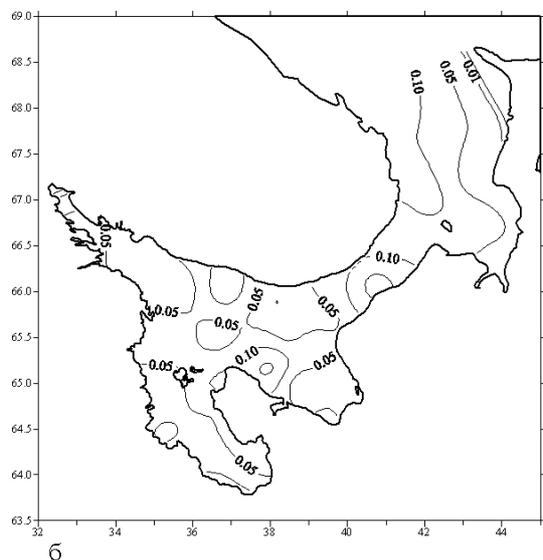
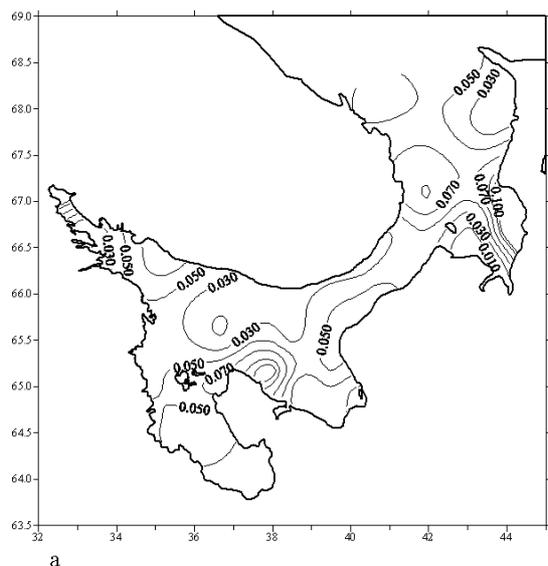


Рис. 2. Сезонная динамика распределения нитратов (мг/л) в поверхностном слое воды в 2003 г.: а - весна, б - лето, в - осень

Осенью содержание нитратов почти во всех районах моря уменьшилось, кроме Мезенского и Двинского заливов.

По результатам исследования распределения нитритов можно сказать, что за весь безледоставный период их содержание изменялось незначительно – 0,001-0,002 мг/л во всем море, с небольшим приращением осенью – до 0,004 мг/л. Наиболее высокие его концентрации были зафиксированы осенью в придонных и поверхностных водных слоях Воронки (0,004-0,009 мг/л), а также летом и осенью в поверхностных слоях Онежского залива (0,003-0,006 мг/л).

В осенний период 2003 года были также проведены исследования по распределению аммонийного азота и кремния в Белом море. Полученные результаты показывают, что диапазон изменения концентраций аммонийного азота составил от 0,002 до 0,01 мг/л. Наиболее высокие его концентрации были зафиксированы в Онежском (0,004-0,01 мг/л), Мезенском (0,002-0,008 мг/л) и Двинском (0,002-0,006 мг/л) заливах, подверженных влиянию крупных рек (Рис. 3).

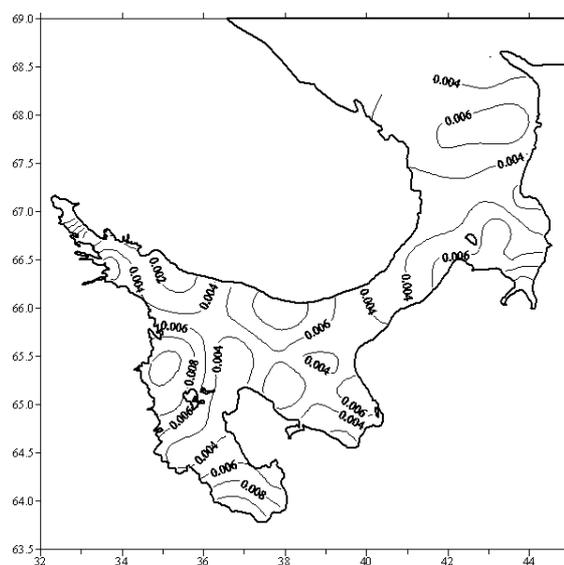


Рис. 3. Содержание аммонийного азота (мг/л) в поверхностном слое воды осенью 2003 г.

Диапазон изменения концентраций кремния составил от 0,06 до 0,6 мг/л. Поскольку основным источником кремния в море является речной сток, то его наибольшие концентрации наблюдались также в кутовых частях Онежского, Двинского (до 0,4 мг/л), Кандалакшского и Мезенского (до 0,6 мг/л) заливов (Рис. 4).

Полученная картина распределения биогенных элементов полностью совпадает с развитием фитопланктона в исследуемый период. На станциях, где наблюдалось отсутствие или пониженное содержание питательных веществ, были зафиксированы и минимальные биомассы фитопланктона. Так весной минимум биомассы был приурочен к районам с отсут-

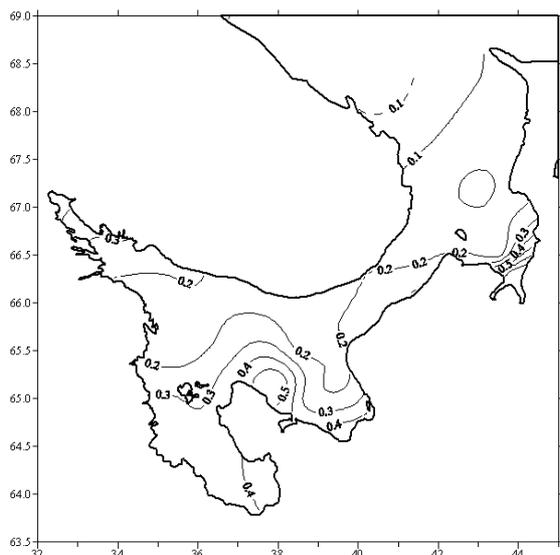


Рис. 4. Содержание силикатов (мг/л) в поверхностном слое воды осенью 2003 г.

ствием фосфатов: на выходе из Кандалакшского, северной части Онежского заливов, центральной части Бассейна. Летом максимальное содержание всех форм биогенных элементов приурочено к кутовым частям губ. Здесь же отмечены и максимальные биомассы фитопланктона, а в Бассейне и Воронке – минимальные.

Деятельность фитопланктона отражается и на вертикальном распределении питательных веществ. Так, весной и летом, во время активного их развития количество биогенных элементов на поверхности гораздо меньше, чем у дна. Осенью же, в связи с затуханием деятельности фитопланктона может наблюдаться обратная картина. Например, в Мезенском и Двинском заливах количество нитратов в поверхностном слое заметно превышало их содержание в придонном горизонте.

Таким образом:

- содержание в воде биогенных элементов часто является единственным фактором, лимитирующим развитие фитопланктона и ограничивающим продуктивность морских экосистем, что в наибольшей

степени относится к открытым, удаленным от берега районам моря, в частности к Бассейну, Воронке;

- сложность их горизонтального и вертикального распределения в море определяется рядом факторов, к которым относятся, прежде всего, речной сток и вертикальная стратификация вод в глубоководных районах;

- изменение концентрации и форм нахождения биогенных элементов в море в немалой степени обуславливается также постоянно идущим процессом трансформации отмершего органического вещества, осуществляемым микроорганизмами;

- режим соединений азота и фосфора в фотической зоне моря подвержен внутригодовой изменчивости, согласуясь с динамикой фитопланктона. Весной и летом развитие фитопланктона уменьшает содержание биогенных элементов, осенью их количество возрастает за счет минерализации органического вещества, а также за счет конвективного перемешивания вод.

Особенностью режима биогенных элементов в 2003 г. является ранняя весна, что привело к минимальным за весь сезон концентрациям фосфатов в этот период. Однако интенсификация процессов деструкции в условиях интенсивного прогрева морских вод позволила поддержать довольно высокий уровень содержания питательных веществ. В летний период с усилением стратификации в глубоководных районах увеличилась и дифференциация в содержании питательных веществ между поверхностью и дном, которая нивелировалась в осенний период. Пространственное распределение биогенных элементов в Белом море зависит, главным образом, от динамики вод. Воды речного стока богаче поверхностных морских вод биогенными элементами (особенно Si и N), соответственно и зоны, подверженные их воздействию, характеризуются полями повышенных концентраций этих элементов.

Литература

Максимова М.П. 1990. Гидрохимия Белого моря.: Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. доктора геогр. наук. М. 51 с.

Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. 1988. М.: ВНИРО. 119 с.