

УДК 574.583

СТРУКТУРА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В ГЛУБОКОВОДНЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

© 2016 г. В. М. Сергеева¹, И. Н. Суханова¹, Е. И. Дружкова², С. А. Мошаров¹,
В. В. Кременецкий¹, А. А. Полухин¹

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

²Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН

e-mail: vsergeeva@gmail.com

Поступила в редакцию 07.05.2015 г.

После доработки 29.06.2015 г.

На основании материала, собранного в сентябре 2011 г. и в августе 2014 г. желобе Св. Анны и на прилежащем к желобу шельфе Карского моря, проведен анализ пространственных и сезонных отличий структуры фитопланктонного сообщества в связи с таянием льда, изменениями температуры, солености и концентрации биогенных элементов. Было выделено 4 зоны: прилежащий к желобу Св. Анны шельф Карского моря, верхняя часть склона желоба Св. Анны, нижняя часть склона желоба Св. Анны и его глубоководная часть. Показано, что и в сентябре, и в августе сообщество фитопланктона в водах прилежащего шельфа, подверженному влиянию речного стока, отличается от сообщества непосредственно в самом желобе. В сентябре 2011 г. в хорошо выраженной фронтальной зоне между шельфом и желобом наблюдалась перестройка сообщества фитопланктона, проявившаяся в смене доминирующих видов и увеличении численности и биомассы водорослей в 1.5–2 раза. В нижней части склона желоба и в его глубоководной части в августе 2014 г. и в сентябре 2011 г. сообщество фитопланктона находилось в 2-х разных стадиях сезонной сукцессии: в августе – поздневесенней и летней, в сентябре – в летне-осенней.

DOI: 10.7868/S0030157416010196

ВВЕДЕНИЕ

Глубоководные желоба (желоб Св. Анны и желоб Воронина), расположенные на севере Карского моря, соединяют его пологий шельф (с глубинами до 100 м) с глубоководными районами Ледовитого океана. Интерес к исследованиям желобов обусловлен несколькими причинами: во-первых, их малой изученностью, в связи с труднодоступностью. Во-вторых, в желобах происходит взаимодействие вод разного происхождения – непосредственно шельфовых вод Карского моря, вод Арктического бассейна и трансформированных атлантических вод [2]. Такое взаимодействие разных водных масс создает в желобах сложную гидрофизическую и гидрохимическую структуру, которая может оказывать влияние на пространственное распределение фитопланктона. Наше исследование было посвящено анализу распределения численности и биомассы планктонных водорослей, пространственной и сезонной изменчивости их видового состава и вертикальной структуры, а также особенностей функционирования сообщества в целом. Работы охватили два периода: конец сентября 2011 г. и конец августа 2014 г. Такое исследование планктона, проведенное в склоновой и глубоководной частях восточного отрога желоба Святой Анны, и

на прилежащем к желобу шельфе Карского моря, выполненное в разные месяцы второй половины вегетационного периода, и дополненное детальными гидрофизическими и гидрохимическими данными, было проведено впервые для данного района.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал был собран в ходе двух рейсов: с 24 по 27 сентября 2011 г. на НИС Академик Келдыш и с 26 по 27 августа 2014 г. на НИС Профессор Штокман. Район исследований включал склоновую часть восточного отрога желоба Св. Анны с глубинами 150–400 м, глубоководную часть с глубинами более 400 м и прилежащий карскоморский шельф с глубинами менее 150 м в пределах координат с 76°33′ по 79°19′ с.ш. и с 72°48.5′ по 80°45′ в.д. (рис. 1). Пробы отбирали 5–30 литровыми батометрами Нискина комплекса “Rozette”. И в 2011 г., и в 2014 г. отбор проб был проведен по 4-м–5-ти горизонтам, с учетом вертикального распределения солености, температуры и флуоресценции. Пробы отбирали в поверхностном слое, из слоев над и под пикноклином (и/или из слоя максимума флуоресценции), в слое тем-

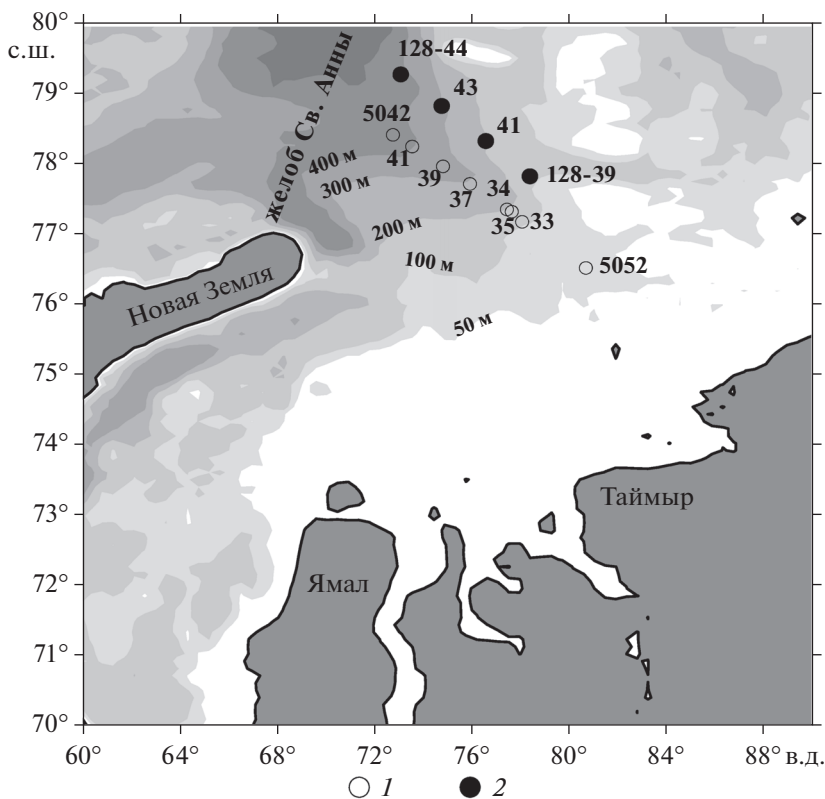


Рис. 1. Карта района и расположение станций: 1 – в 2011 г. и 2 – 2014 г.

пературного минимума, находящегося ниже пикноклина и в квазиоднородном нижнем слое. В сентябре 2011 г. отобрали 40 проб с 8-ми станций, в августе 2014 г. – 19 проб с 4-х станций. В 2014 г. для верхнего 15–20-ти м перемешанного слоя пробы фитопланктона интегрировали.

Пробу объемом 2 л воды концентрировали методом обратной фильтрации через лавсановые фильтры с диаметром пор 1 мкм до 50–70 мл и фиксировали нейтральным раствором формалина (конечная концентрация 0.5–1%). Первичная обработка проб была выполнена до фиксации в пределах 2-х дней на судне методами люминесцентной и световой микроскопии на микроскопах Jena Lumar, Leica и Биолам 2. Для учета редких видов водорослей фиксированные пробы декантировали до 20–30 мл. Подсчет клеток и биомассы фитопланктона проводили по стандартным методикам, принятым в институте Океанология им. П.П. Шишова и подробно приведенным в предыдущих исследованиях [5], с пересчетом сырой биомассы в углерод по аллометрическим зависимостям [11]. При анализе численности и биомассы фитопланктона не учитывали группу мелких неопределенных флагеллат <6 мкм.

Для определения концентрации хл “а” использовали стандартную методику [12]. Флуорес-

ценцию экстрактов определяли, используя флуориметр Trilogy Turner Designs (США), концентрации хл “а” и феофитина рассчитывали по стандартным зависимостям [7]. Кроме измерения концентрации фитопигментов, в сентябре 2011 г. удалось измерить параметр относительной переменной флуоресценции фитопланктона, характеризующий потенциальную фотосинтетическую активность водорослей. Для этого использовали флуориметр МЕГА-25 (разработка кафедры биофизики биологического факультета МГУ имени Ломоносова). Химико-аналитические и расчетные операции произведены согласно протоколам JGOFS [8].

В работе были использованы данные по ледовому покрытию (со спутника MODIS: ladsweb.nascom.nasa.gov), а также данные по концентрации биогенных элементов, вертикальному распределению температуры и солености, полученные параллельно с отбором фитопланктонных проб.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гидрологические особенности. Анализ спутниковых данных показал, что в 2014 г. лед отступил значительно позже, чем в 2011 г. В 2014 г. в конце июля севернее 75° с.ш. ледовое покрытие варьировало от 20 до 90%, и к середине августа спло-

ченный лед еще наблюдался почти на всей акватории Карского моря восточнее 80° в.д., а также близ северной оконечности Новой Земли. В 2011 г. Карское море в конце июля до 78° с.ш. уже было свободно ото льда, к середине августа плотность ледового покрова севернее 78° с.ш. была менее 30%, и к концу сентября в районе наблюдений лед полностью исчез. При этом температура верхнего 20-ти метрового слоя в августе 2014 г. составляла $+0.5...+1.7^\circ\text{C}$, в сентябре 2011 г. температура была выше на $2-3^\circ\text{C}$. Таким образом, можно заключить, что в конце сентября 2011 г. и в конце августа 2014 г. мы наблюдали два разных гидрологических сезона в районе исследования.

По вертикальной структуре гидрофизических и гидрохимических параметров водного столба в разные сезоны район исследования можно разделить на 4 зоны:

I – прилегающий к желобу Св. Анны шельф Карского моря с глубинами до 150 м. В этой зоне в сентябре 2011 г. верхний 20-ти м слой находился под влиянием теплой опресненной линзы (с соленостью 27–28 psu и температурой выше $+4^\circ\text{C}$) [3]. Он характеризовался относительно высоким отношением щелочности к солености (выше 0.07) и повышенным содержанием кремния (выше 4 мкг-ат/л), что свидетельствует о существенном влиянии речного стока [4]. В августе 2014 г. распределение верхнего слоя было менее выражено, однако соотношение щелочности к солености также свидетельствовало о влиянии речных вод.

II – верхняя часть склона желоба Св. Анны (глубины 150–300 м). В сентябре 2011 г. в этой зоне наблюдалась хорошо выраженная фронтальная область между шельфом и глубокой частью моря с перепадом солености в верхнем 20 м слое 5.5 psu на расстоянии 30 км. В августе 2014 г. во фронтальной области изменения солености были намного меньше (~ 0.4 psu на 30 км).

III – нижняя часть склона желоба Св. Анны (глубины 300–400 м). В сентябре 2011 г. в этой зоне под верхним прогретым слоем на глубинах 30–35 м находился слой воды с пониженной температурой ($+0.5-+1^\circ\text{C}$) и повышенной соленостью (34–34.5 psu), характерными для вод атлантического происхождения. Этот слой по сравнению с верхним слоем был обогащен нитратами (до 13 мкг-ат/л) и фосфатами (до 1 мкг-ат/л). В августе 2014 г. под верхним прогретым слоем на глубинах 20–25 м располагался холодный промежуточный слой (ХПС) вод баренцево-морского происхождения, также обогащенный нитратами и фосфатами.

IV – глубоководная часть желоба Св. Анны с глубинами более 400 м. В сентябре 2011 г. в этой области в слое 20–50 м наблюдалась слабая фронтальная зона и подъем вод атлантического происхождения до глубины 25 м.

В оба года во всех зонах в верхнем прогретом 20–25 м слое концентрации нитратов, фосфатов и силикатов были низкими (за исключением повышенной концентрации кремния в зоне I). В сентябре в верхнем слое концентрации этих биогенных элементов были в среднем NO_3 0.13, PO_4 0.11 и SiO_2 0.65 мкг-ат./л; под ним – NO_3 3.88, PO_4 0.37 и SiO_2 1.35 мкг-ат./л. В августе – в верхнем слое – NO_3 0.14, PO_4 0.46 и SiO_2 1.44 мкг-ат./л, под ним – NO_3 4.64, PO_4 0.64 и SiO_2 1.77 мкг-ат./л.

Фитопланктон. В распределении численности и биомассы планктонных микроводорослей в восточном отроге желоба Св. Анны в сентябре 2011 г. и в августе 2014 г. наблюдалась в целом высокая пространственная неравномерность.

В конце сентября 2011 г. средняя численность фитопланктона в столбе воды колебалась в пределах 11.76–83.35 млн. кл/м³, биомасса, выраженная в единицах углерода – 3.55–13.4 мгС/м³ (рис. 2). Максимальные значения численности и биомассы наблюдались в зонах II и IV. Минимальные значения численности и биомассы наблюдались в зоне III. Средняя на столб воды концентрация хл “а” варьировала во всех зонах, за исключением II, в пределах 0.27–0.44 мг/м³. Во II зоне эта величина возрастала до 0.64 мг/м³. Доля феофитина в общей сумме пигментов (феофитин + хл “а”) изменялась от 32 до 38%. Доминирующей по численности группой во всех зонах были диатомовые водоросли, составляя на большей части станций более 65% от общего числа клеток водорослей (рис. 2). По биомассе преобладали динофлагелляты, их доля в общей биомассе водорослей превышала 50%, а в зоне III, где наблюдались минимальные значения общей численности фитопланктона, доля перидиней достигала 85% в общей биомассе.

В 2014 г., несмотря на то, что исследования восточного отрога желоба Св. Анны проводились в другой гидрологический сезон (в конце августа), средняя численность и биомасса планктонных водорослей изменялась на разрезе практически в тех же пределах, что и в сентябре 2011 г.: численность 24–106.27 млн. кл/м³, биомасса, выраженная в единицах углерода, – 4.57–9.22 мгС/м³ (рис. 2). Максимум численности фитопланктона был отмечен в зоне III. В августе 2014 г. содержание хл “а” в исследуемом районе было выше, чем в 2011 г., в среднем в 1.4 раза, и колебалось от 0.4 до 0.7 мг/м³. Максимальная средняя концентрация хл “а” (0.7 мг/м³) совпадала с максимумом средней численности водорослей и наблюдалась в зоне III. Доля феофитина в конце августа 2014 г. колебалась в тех же пределах, что и в конце сентября 2011 – от 32 до 39% от суммы фитопигментов. Это свидетельствует об активном состоянии хл “а” в исследуемый период, хотя и относительно сниженном по сравнению с периодом активного

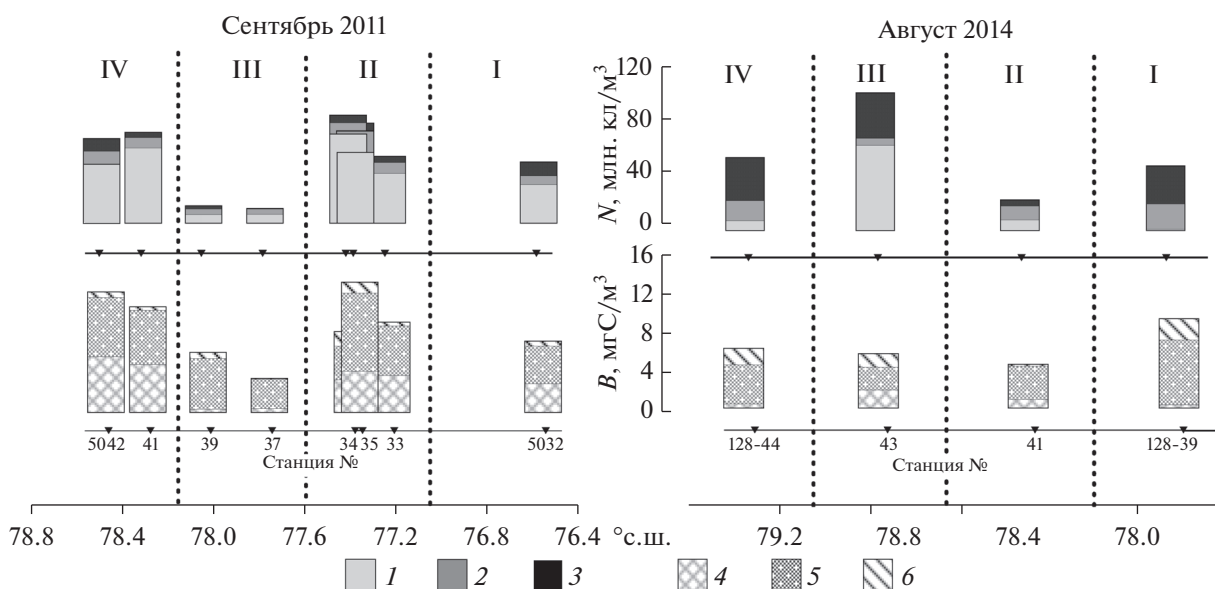


Рис. 2. Распределение средних значений численности (N , $\times 10^6$ кл./м³) и биомассы (B , мгС/м³) групп фитопланктона в сентябре 2011 г. и августе 2014 г. в разных зонах восточного отрога желоба Св. Анны: на прилегающем к желобу шельфе (I), в верхней части склона желоба (II), в нижней части склона желоба (III), в глубоководной части желоба (IV). 1, 4 – диатомовые водоросли; 2, 5 – динофлагелляты; 3, 6 – жгутиковые водоросли.

“цветения” фитопланктона. В августе 2014 г. долевое соотношение разных групп водорослей в восточном отроге желоба Св. Анны значительно отличалось от наблюдаемой картины в сентябре 2011 г.: в разных зонах разреза преобладали разные группы водорослей (рис. 2). В зонах I и IV доминирующей по численности группой были жгутиковые, представленные в основном золотистыми водорослями. Эта группа составляла более 58% от общей численности фитопланктона. В зоне II, где в 2014 г. наблюдались минимальные значения общей численности фитопланктона, доминировали динофлагелляты (44%), в зоне III (зоне максимальных значений численности фитопланктона в 2014 г.) по численности преобладали диатомовые водоросли, составляя 62% от общего числа клеток. По биомассе во всех зонах разреза преобладали динофлагелляты. Их доля колебалась от 41 до 75% от общей биомассы клеток.

Вертикальное распределение фитопланктона в восточном отроге желоба Св. Анны характеризовалось пространственной изменчивостью и в сентябре 2011 г., и в августе 2014 г. На рис. 3 представлены примеры профилей вертикального распределения численности и биомассы в разных зонах района исследования.

В сентябре 2011 г. в зонах I и II основная часть клеток находилась в слое пикноклина на глубинах 10–12 м. Состав доминантных видов фитопланктона в слое пикноклина в этих зонах был несколько различный (рис. 4а, 4в). На прилегающем к желобу шельфе (I), при сильном опреснении верхнего слоя из-за влияния речного стока,

преобладали золотистые водоросли вида *Ollicola vangoorii* (класс Chrysophyceae, 40% от общей численности) и диатомей родов *Chaetoceros* и *Leptocylindrus* (класс Bacillariophyceae, 28 и 12% от общей численности, соответственно). В верхней части склона желоба (II), во фронтальной зоне, зоне максимальных средних значений численности и биомассы в 2011 г. (рис. 2), доминировали диатомовые водоросли родов *Chaetoceros*, *Leptocylindrus* и вида *Thalassionema nitzschioides* (67, 11 и 7% от общей численности, соответственно).

В зоне III, в нижней части склона желоба, численность клеток водорослей во всем столбе воды не превышала 27×10^3 кл./л (рис. 3д). Максимальные значения численности и биомассы фитопланктона наблюдались в поверхностном слое. Здесь преобладали диатомей рода *Chaetoceros* (46% от общей численности) и гетеротрофная криптофитовая водоросль *Leucocryptos marina* (класс Cryptophyta incertae sedis, 25% от общей численности, рис. 4д).

В зоне IV, в глубоководной части желоба, в слое пикноклина на глубинах 20–30 м наблюдался хорошо выраженный максимум численности и биомассы фитопланктона (рис. 3ж). Здесь преобладали виды рода *Chaetoceros* spp. (83% от общей численности, рис. 4ж), основу которых составляла вид *C. compressus*.

Во всех зонах в сентябре 2011 г. *Chaetoceros compressus* находился в стадии спорообразования: доля спор составляла более 90% от числа всех клеток.

Показатель физиологической (потенциальной фотосинтетической) активности фитопланктона

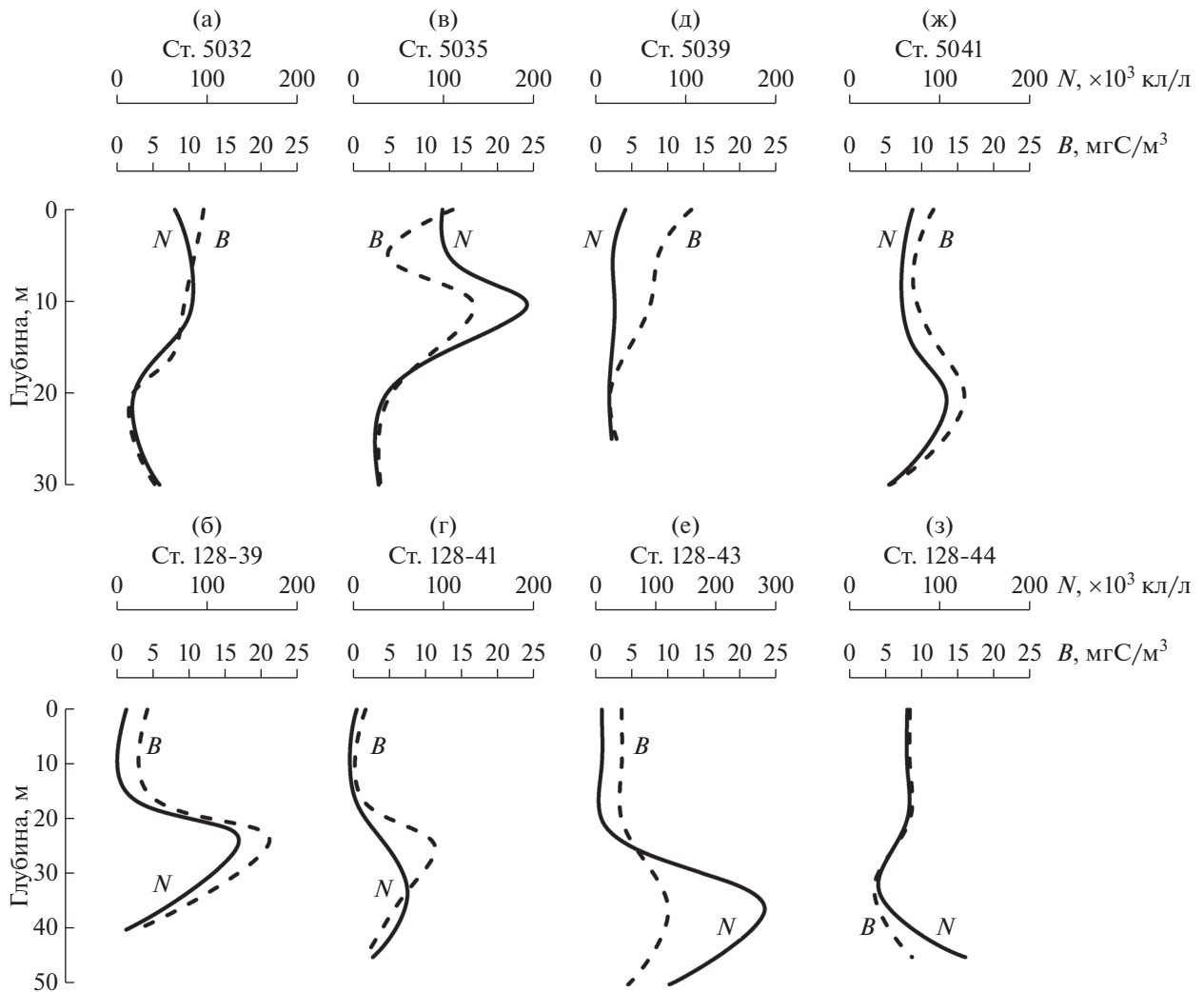


Рис. 3. Вертикальное распределение численности (N , $\times 10^3$ кл/л) и биомассы фитопланктона (B , мгС/м³) в сентябре 2011 г. и августе 2014 г. в разных зонах восточного отрога желоба Св. Анны: на прилегающем к желобу шельфе, (а) – 2011 г., (б) – 2014 г.; в верхней части склона желоба, (в) 2011 г., (г) – 2014 г.; в нижней части склона желоба, (д) – 2011 г., (е) – 2014 г.; в глубоководной части желоба, (ж) – 2011 г., (з) – 2014 г.

(Fv/Fm) характеризовался достаточно высокими значениями при очень низкой пространственной вариабельности – 0.61 ± 0.04 (при максимально возможном значении этого параметра 0.8). Высокие значения относительной переменной флуоресценции фитопланктона, также как и относительно небольшая доля феофитина, свидетельствуют о значительной активности хл “а” в конце сентября, т.е. в конце сезона вегетации фитопланктона в высоких широтах.

В августе 2014 г. в зонах I и II в слое пикноклина на глубине 25–30 м в вертикальном распределении фитопланктона наблюдался хорошо выраженный максимум численности и биомассы фитопланктона (рис. 3б, 3г). На прилегающем к желобу шельфе (I) его формировали золотистые водоросли рода *Chrysochromulina* и хризочисты семейства Archeomonadaceae (67% от общей чис-

ленности, рис. 4б) и неопределенный вид динофлагелляты *Gymnodinium* sp. размером 10–15 мкм (класс Dinophyceae, 19%). В верхней части склона желоба (II) на 30 м основу численности формировали диатомовые водоросли – *Pauliella taeniata*, *Fragilariopsis* sp. и *Bacterosira bathyomphala*, характерные для ранневесенних сообществ фитопланктона в северных районах [13]. Они составляли 52% от общего числа клеток (рис. 4е). Доли неопределенного вида *Gymnodinium* sp. и золотистых водорослей составляли 18 и 11% от общей численности, соответственно.

Наибольшая численность фитопланктона в августе 2014 г. наблюдалась в зоне III в слое пикноклина на глубине 35 м (277.6×10^3 кл/л, рис. 3е) за счет большого числа клеток ранневесенних диатомей (60% от общей численности, рис. 4е), а

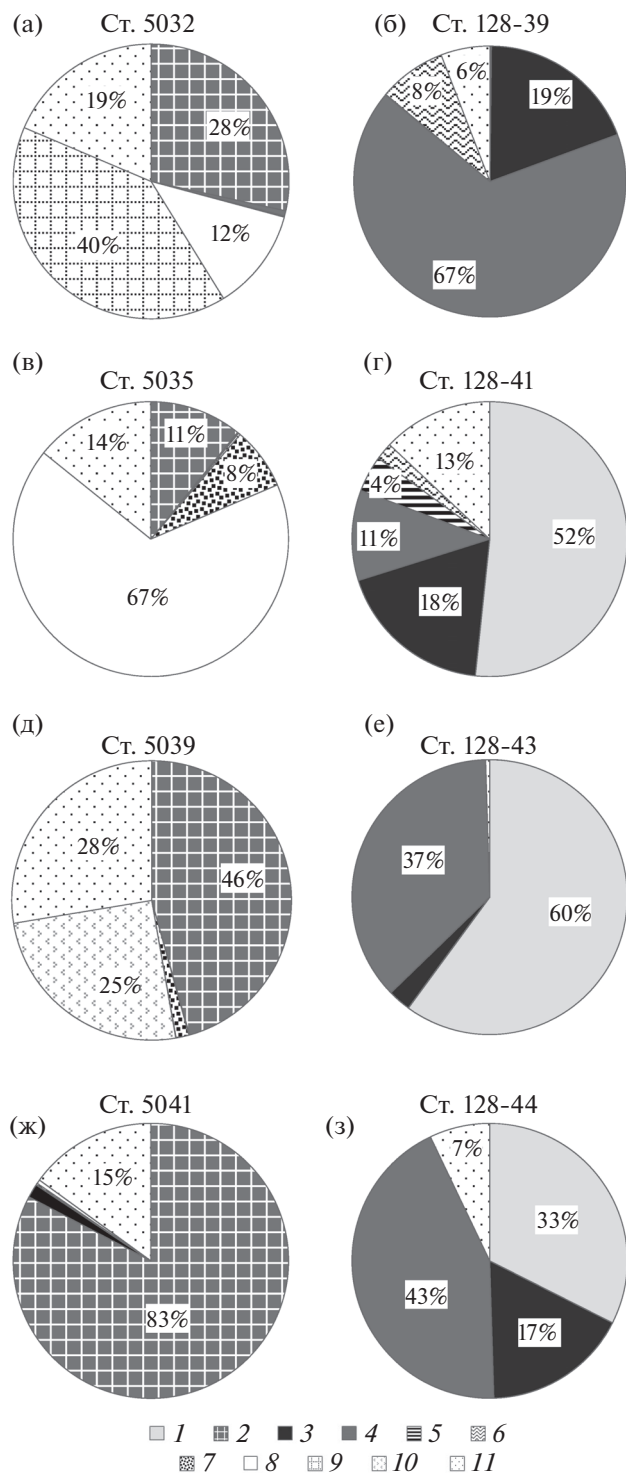


Рис. 4. Преобладающие по численности виды и группы фитопланктона в слое максимального обилия водорослей в сентябре 2011 г. и августе 2014 г. в разных зонах восточного отрога желоба Св. Анны: на прилегающем к желобу шельфе, (а) – 2011 г., (б) – 2014 г.; в верхней части склона желоба, (в) 2011 г., (г) – 2014 г.; в нижней части склона желоба, (д) – 2011 г., (е) – 2014 г.; в глубоководной части желоба, (ж) – 2011 г., (з) – 2014 г. 1 – ранневесенние диатомеи (*Pauliella taeniata*, *Fragilariopsis* sp., *Bacterosira bathyomphala*), 2 – *Chaetoceros* spp., 3 – *Gymnodinium* sp., 4 – золотистые водоросли (*Chrysochromulina* sp. и хризочисты), 5 – *Heterocapsa* spp., 6 – *Prorocentrum* spp., 7 – *Thalassionema nitzschioides*, 8 – *Leptocylindrus* spp., 9 – *Ollicola vangoorii*, 10 – *Leucocryptos marina*, 11 – другие водоросли.

на глубине 45 м (рис. 3з). Его формировали также как и в зоне III ранневесенние виды диатомей, золотистые водоросли, а также *Gymnodinium* sp., составляя 33, 43 и 17% от общей численности соответственно (рис. 4з).

Таким образом, анализ пространственной изменчивости структуры фитопланктона в конце сентября 2011 г. и в конце августа 2014 г. выявил четкие различия между сообществом микроводорослей на прилегающем к желобу Св. Анны шельфе Карского моря (зоной I) часто подвергающегося значительному опреснению [1], и фитопланктоном непосредственно в самом желобе (зонами II, III, IV). Это проявилось в доминировании по числу клеток золотистых водорослей (класс *Chrysophyceae*) на шельфе. В августе здесь преобладали *Chrysochromulina* и хризочисты, в сентябре – *Ollicola vangoorii*, имеющая большой диапазон соленостной толерантности и часто встречающаяся в распресненных морских районах [9, 10]. В конце сентября 2011 г. между прилежащим к желобу шельфом Карского моря и непосредственно желобом Св. Анны в верхней части склона желоба (зоне II) сформировалась хорошо выраженная фронтальная область, для которой были характерны повышенные значения численности и биомассы фитопланктона, относительно остальных зон разреза, достигающие в слое пикноклина 183×10^3 кл./л и 26 мгС/м^3 , соответственно. Схожая картина, но с более низкими количественными показателями (~в 3 раза), наблюдалась в центральном отроге желоба Св. Анны в сентябре 2011 г. [5]. При этом состав доминирующих видов в этой зоне в двух отрогах был различный: в центральном – преобладал *Chaetoceros compressus* (75% от общей численности) на стадии спорообразования [5], в восточном – виды рода *Leptocylindrus* (*L. danicus* и *L. minimus*) формировали 67% численности водорослей.

Сравнение структуры фитопланктона в разных гидрологических сезонах – в сентябре и в августе, показало, что сообщество планктонных микроводорослей находилось в эти два периода в зонах II, III и IV (в склоновой и глубоководной частях желоба Св. Анны) на разных стадиях свое-

также золотистых водорослей (37% численности). Значительного увеличения биомассы в этом слое не было отмечено из-за незначительных размеров видов этих двух групп водорослей.

В зоне IV увеличение численности и биомассы фитопланктона наблюдалось под пикноклином

го сезонного развития. В августе, при более низкой температуре верхнего 20 м слоя, в этих зонах на глубинах 35–45 м мы застали остатки ранневесеннего диатомового сообщества, которое в слое пикноклина формировало хорошо выраженный по численности максимум (277.6×10^3 кл/л). Это отразилось и на концентрации хл “а” в этом слое, которая достигала 0.9 мгС/м^3 . Существенного увеличения биомассы в пикноклине не наблюдалось из-за небольших размеров клеток этих видов. В сентябре, при прогреве верхнего слоя до 4.3°C , доминирующими по числу клеток были виды рода *Chaetoceros* (46–83%), основу которых составлял вид *Chaetoceros compressus*, находящийся на стадии спорообразования, а также виды рода *Leptocylindrus* (*L. danicus* и *L. minimus*), которые можно считать показателями летне-осенней стадии сезонной сукцессии [6]. Таким образом, в конце августа сообщество фитопланктона находилось на поздневесенней и летней стадии сезонной сукцессии, в конце сентября – на летне-осенней стадии.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РНФ №14-50-00095 (лабораторная обработка материалов и подготовка статьи) и №14-17-0068 (полевые исследования, включая сбор гидрофизических и гидрохимических данных и данных по растительным пигментам).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зацепин А.Г., Завьялов П.О., Кременецкий В.В. и др. Поверхностный опресненный слой вод в Карском море // *Океанология*. 2010. Т. 50. № 5. С. 698–708.
2. Зацепин А.Г., Морозов Е.Г., Пака В.Т. и др. Циркуляция вод в юго-западной части Карского моря в сентябре 2007 г. // *Океанология*. 2010. Т. 50. № 5. С. 683–697.
3. Зацепин А.Г., Полярков С.Г., Кременецкий В.В. и др. Гидрофизические характеристики глубоководных желобов западной части Карского моря // *Океанология*. 2015. Т. 55. № 4. С. 526–539.
4. Маккавеев П.Н., Стунжас П.А., Хлебонашев П.В. О выделении вод Оби и Енисея в распресненных линзах Карского моря в 1993 и 2007 гг. // *Океанология*. 2010. Т. 50. № 5. С. 740–747.
5. Суханова И.Н., Флинт М.В., Дружкова Е.И. и др. Фитопланктон северо-западной части Карского моря // *Океанология*. 2015. Т. 55. № 4. С. 605–619.
6. Ширинов П.П. Планктон Арктических вод. М.: Наука, 1982. 255 с.
7. Holm-Hansen O., Riemann B. Chlorophyll a determination: improvements in methodology // *Oikos*. 1978. V. 30. P. 438–447.
8. JGOFS (Joint Global Ocean Flux Study Protocols). Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study Protocols (JGOFS). Core Meas, Manual Guides. 1994. P. 119–122.
9. Lang P., Krokowski J. *Ollicola vangoorii* (Chrysophyceae, Chromulinales): an unfamiliar loricate protist newly documented in UK freshwaters from a southern upland loch, Scotland // *The Glasgow Naturalist*. 2014. V. 26 (1). P. 110–111.
10. Novarino G., Oliva E., Pérez-Uz B. Nanoplankton protists from the western Mediterranean Sea. I. Occurrence, ultrastructure, taxonomy and ecological role of the mixotrophic flagellate *Ollicola vangoorii* (Chrysomonadidae = Chrysophyceae p.p.) // *Scientia Marina* 2002. V. 66. P. 233–247.
11. Menden-Deuer S., Lessard E.J. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton // *Limnology Oceanography* 2000. V. 45. № 3. P. 569–579.
12. Strickland J.D.H., Parsons T.R. A practical handbook of seawater analysis. Pigment analysis // *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 1968. V. 167. P. 1–311.
13. Von Quillfeldt C.H. Common Diatom Species in Arctic Spring Blooms: Their Distribution and Abundance // *Botanica Marina*. 2005. V. 43. Iss. 6. P. 499–516.

Structure and Distribution of the Phytoplankton Community in the Deep Region of the Northern Kara Sea

V. M. Sergeeva, I. N. Sukhanova, E. I. Druzhkova, S. A. Mosharov,
V. V. Kremenetskiy, A. A. Poluhin

Phytoplankton community and its distribution were investigated in the eastern branch of the St. Anna trough and over the adjacent Kara Sea shelf in September of 2011 and in August of 2014. Analysis of the spatial and seasonal differences in the phytoplankton structure was performed in connection with ice melting, changes of the temperature, salinity and biogenic regime. Four zones were defined: Kara Sea shelf, upper part of St. Anna trough slope, lower part of St. Anna trough slope and its deep part. It was shown that over the Kara Sea shelf where riverine runoff influence was observed phytoplankton community differs from the community of the St. Anna trough in both investigated periods – in September and August. Rearrangement of phytoplankton community was observed in frontal zone associated with upper part of slope in September of 2011. The main features of this rearrangement were change of dominant species composition and 1.5–2 fold increase of number and biomass of algae. Over the lower part of slope and deep area of the St. Anna trough in August of 2014 and September of 2011 phytoplankton community was at the different successive stages: in August – at the late spring and summer stage, in September – at the summer-autumn stage.