

УДК 581.526.325(262.54)

РОЛЬ ВОДОРΟΣЛЕЙ РАЗНЫХ РАЗМЕРНЫХ ФРАКЦИЙ В ОБЩЕЙ БИОМАССЕ ФИТОПЛАНКТОНА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

© 2013 г. Г.Ю. Глущенко¹, О.Л. Лужняк¹

В работе представлены результаты изучения водорослей разных размерных фракций в Таганрогском заливе Азовского моря в 2009–2011 гг. Определена их роль в общей биомассе фитопланктонного сообщества и характер изменения долевого участия этих фракций в биомассе в разных районах исследуемого водоема.

Ключевые слова: фитопланктон пико-, нано- и микрофракций, биомасса фитопланктона, Таганрогский залив.

Таганрогский залив является одним из самых гидродинамически активных районов внутриматерикового миксогалинного Азовского моря. На акватории залива происходит смешение пресных вод реки Дон и осолоненных азовоморских вод, в результате чего среднегодовые значения солености вод в Таганрогском заливе варьируют от 0,5‰ в авандельте р. Дон до 8–9‰ у выхода из залива [1]. Мелководность залива способствует быстрому ветровому и конвективному перемешиванию вод, что приводит к выравниванию вертикального распределения температуры: ее перепад в течение сезона в большинстве случаев не превышает 1 °С, но в целом для залива характерна значительная сезонная изменчивость [2]. Так, зимой температура поверхностного слоя воды практически на всей акватории отрицательная или близка к нулю. Наиболее низкие температуры отмечаются в январе – феврале. С марта температура быстро повышается и в мае достигает 18 °С. Максимальные значения температуры воды отмечаются в июле и могут превышать 30 °С. Со второй половины августа температура воды начинает заметно понижаться и в ноябре составляет 6–10 °С [3, 4]. Сложившиеся гидрометеорологические, гидролого-гидрохимические условия Таганрогского залива являются основными факторами, определяющими развитие фитопланктонного сообщества.

Несмотря на то, что Азовское море имеет многолетнюю историю гидробиологических исследований, современное состояние фитопланктонного сообщества Азовского моря в целом еще продол-

жает оставаться недостаточно освещенным. На протяжении многих десятилетий исследования фитопланктона сводились к изучению качественных и количественных характеристик водорослей, размеры которых превышают 20 мкм [4, 5]. Микроводоросли, размеры которых меньше 20 мкм – ультрафитопланктон, который в свою очередь условно подразделяется на подгруппы: пико- (0,2–2 мкм) и нанопланктон (от 2–10 до 20 мкм), – упускались учеными из вида, хотя именно за счет этих микроорганизмов идет формирование до 59–69% первичной продукции и общей биомассы фитопланктона [6–8].

Цель исследования – определение роли водорослей разных фракций в функционировании фитопланктонного сообщества, оценка вклада разных фракций фитопланктона в его общую биомассу, а также выявление сезонных изменений значений их биомассы в различных районах мелководного миксогалинного Таганрогского залива.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ данных по фитопланктону пико-, нано- и микрофракций Таганрогского залива, полученных в экспедициях Южного научного центра РАН в 2009–2011 гг. (рис. 1). При анализе гидробиологического материала использована схема районирования Таганрогского залива на разные по солености и гидродинамике участки: восточный район, находящийся под влиянием пресного стока р. Дон; центральный, являющийся зоной смешения опресненных водных масс и вод залива; и западный, на который воздействуют соленые азовоморские воды [9, 10].

¹ Институт аридных зон Южного научного центра РАН, 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, тел.: (863) 250-98-06; e-mail: gluschenko_gala@mail.ru

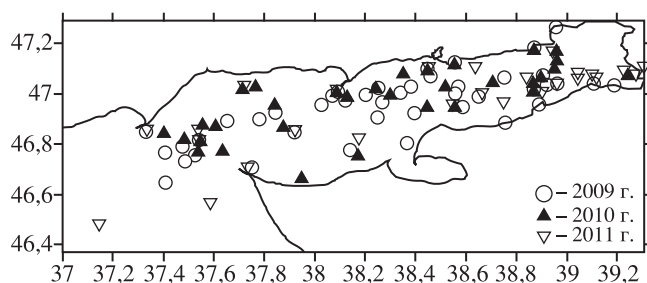


Рис. 1. Карта-схема отбора проб фитопланктона в Таганрогском заливе в 2009–2011 гг.

Отобранные с поверхностного горизонта пробы фитопланктона пико- и нанофракций фиксировали раствором глутарового альдегида, пробы фитопланктона микрофракции – кислым раствором Люголя. Готовые пробы обрабатывали в лабораторных условиях с использованием эпифлуоресцентного микроскопа для исследования пико- и нанопланктона и при помощи светового микроскопа для микропланктона [11–14]. Для определения видовой принадлежности и экологической характеристики водорослей использованы определители [15–20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований 2009–2011 гг. свидетельствуют о том, что в зависимости от сезона года доля ультрапланктона (пико- и нанофракции) может достигать 51% от общей биомассы фитопланктона (рис. 2). Так, в 2009 г. доля водорослей пикофракции изменялась зимой от 13 до 21%, весной – от 6 до 11%, летом – от 2 до 3%, к осени составляла от 3 до 11%. В 2010 г. вклад пикопланктона в общую биомассу микроводорослей был меньшим: зимой доля пикофракции была 5–8%, весной – 4–8%. Однако летом значения биомассы возросли до 3–12%, превышая значения предыдущего 2009 г. в четыре раза, осенью доля пикофракции составила 3%. Зимние данные за 2011 г. отсутствовали, в последующие сезоны доля пикопланктона превышала значения 2010 г., но была в одном диапазоне со значениями 2009 г.: весной доля пиководорослей составляла 8–10%, в летний сезон возросла до 8–21%, к осени варьировала от 2 до 12%.

Более крупная фракция ультрапланктона – нанопланктон – изменялась на протяжении периода исследований следующим образом: зимой 2009 г. доля нановодорослей составляла от 23 до 51%, весной – 34–41%, летом она сократилась почти в восемь раз – до 4–6%, а осенью уже составляла 7–37%. В 2010 г. вклад нанопланктона в общую биомассу фитопланктона был меньше, чем в 2009 г. В зимний период его доля составляла от 18 до 32%,

к весне она уменьшилась вдвое – до 9–13%, летом наблюдался широкий диапазон значений – от 8 до 41% от общей биомассы фитопланктона, а осенью доля нанопланктона составляла 3%. В 2011 г. в весенний сезон нановодоросли составляли 25–29% от общей биомассы, летом – 21–45%, а к осени доля водорослей нанофракции сократилась до 7–20%.

Водоросли микрофракции составляли основную часть от общей биомассы фитопланктона: зимой 2009 г. их вклад составлял от 35 до 65%, весной – 53–55%, летом достигал 92–93%, а осенью варьировал от 53 до 91%. В 2010 г. вклад микрофитопланктона в общую биомассу был значительнее: зимой его доля составляла 60–77%, весной увеличилась до 79–86%, летом изменялась в пределах 47–89%, а осенью достигала 94%. В 2011 г. доля микрофитопланктона в общей биомассе была близка к значениям 2009 г.: весной она составляла 61–67%, летом – 34–71%, а осенью – 74–91%.

Зимой 2009 г., в период ледостава, распределение фитопланктона разных фракций по акватории Таганрогского залива было следующим: в восточной части залива половину общей биомассы фитопланктона составляли водоросли нанофракции (2,3 мг/л), доля которых к центру залива уменьшалась вдвое (1,5 мг/л) (рис. 2, 3). Высокие значения биомассы нановодорослей в восточной части Таганрогского залива были сформированы за счет водорослей отдела Cryptophyta (1,8 мг/л). В центральной части залива значения биомассы криптофитовых водорослей уменьшались до 0,8 мг/л, субдоминантами выступали виды рода *Chaetoceros* Ehr. отдела Bacillariophyta. В западной части биомасса водорослей нанофракции была сформирована в основном только за счет *Chaetoceros* sp. (биомасса отдела – 1,4 мг/л).

Среди водорослей микрофракции доминантами по биомассе были представители отдела Dinophyta: в западной части биомасса отдела достигала 2,4 мг/л за счет *Gymnodinium* sp., а в центральной – 3,4 мг/л за счет *Katodinium rotundatum* (Lohm.) Loeb. В восточной части доминировали микроводоросли отдела Cryptophyta, значения биомассы которых составляли 1,8 мг/л, в основном за счет развития *Cryptomonas erosa* Ehr.

Весной 2009 г. распределение значений биомассы микроводорослей и их доля в общей биомассе фитопланктона по районам Таганрогского залива были более равномерными. В восточной и центральной частях залива доля водорослей микрофракции составляла чуть более половины от общей биомассы фитопланктона. При этом отмечалась смена доминирующих отделов: в восточном районе залива отдел Cryptophyta сменил отдел Bacillariophyta, биомасса которого составляла 1,6 мг/л, а основным

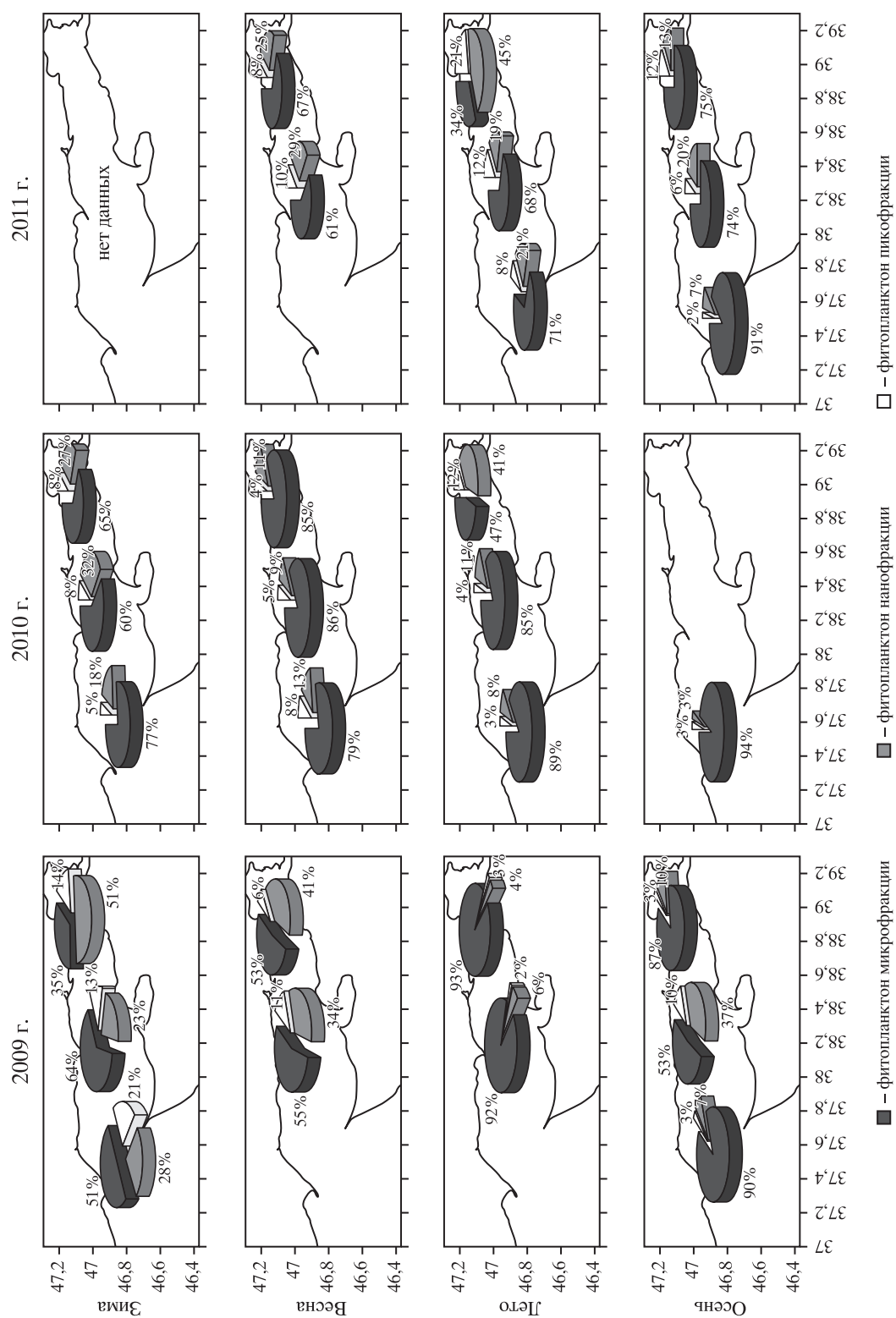


Рис. 2. Доля пико-, нано- и микроводорослей в общей биомассе фитопланктона в разных районах Таганрогского залива

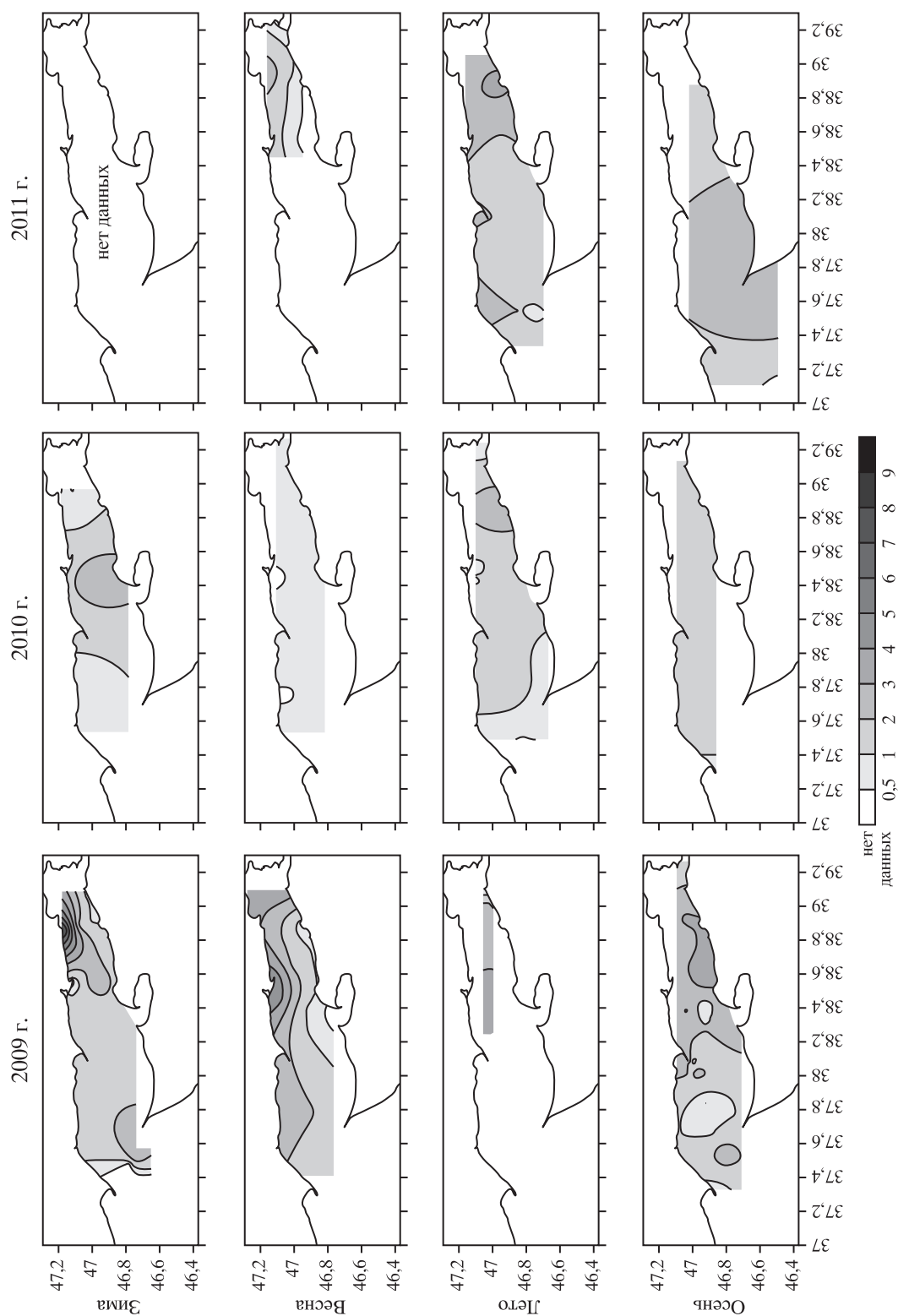


Рис. 3. Распределение биомассы (мг/л) нановодорослей в Таганрогском заливе

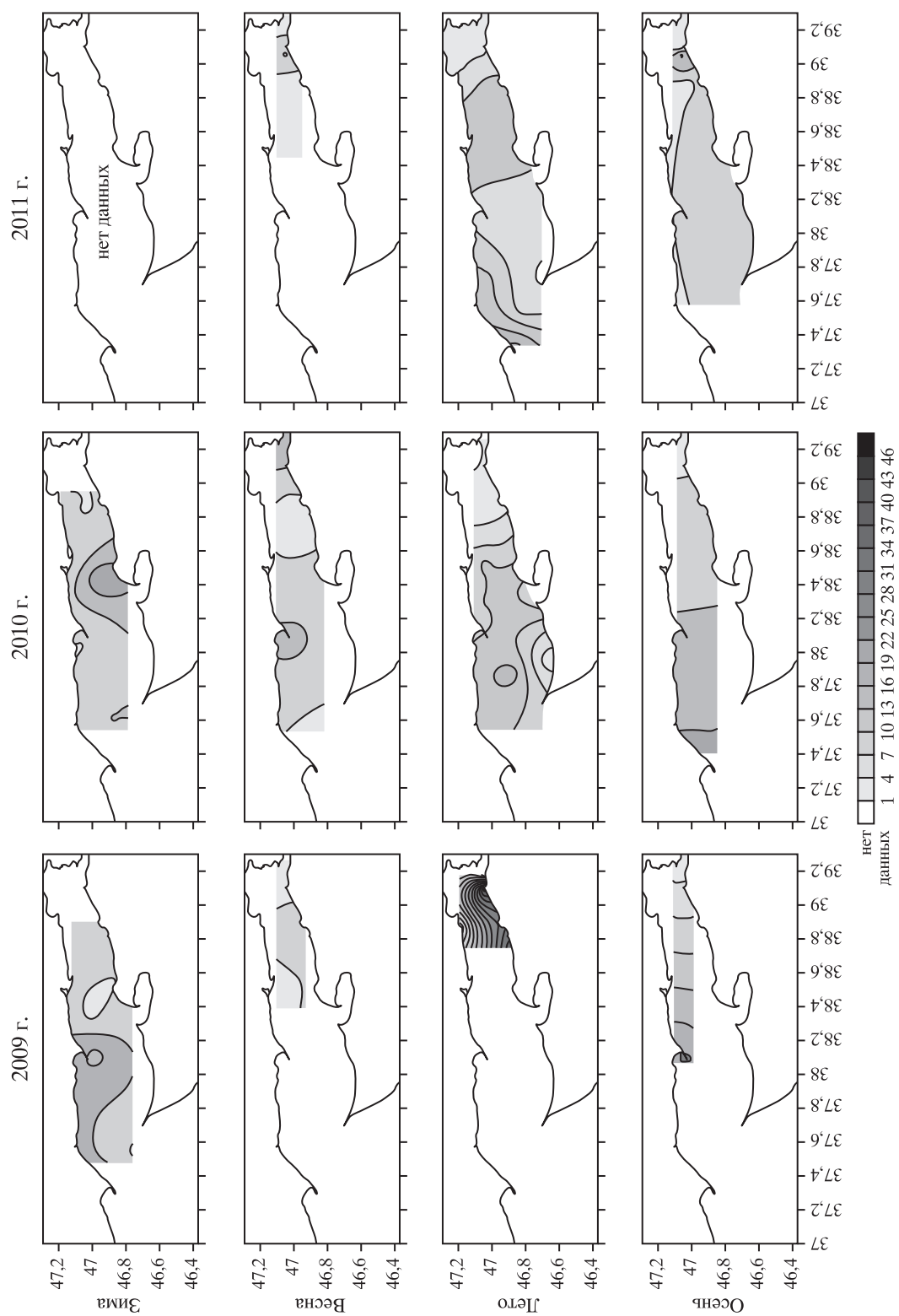


Рис. 4. Распределение биомассы (мг/л) микроводорослей в Таганрогском заливе

представителем был вид *Surirella ovata* Kütz. В центре залива развивались представители Chlorophyta, преимущественно отмечали вид *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komár.-Legn., отдел достигал значений биомассы 1,7 мг/л (рис. 4).

В сравнении с зимним периодом весной 2009 г. доля нановодорослей в восточной части залива уменьшилась с 51 до 41%. При этом доминировавший по биомассе отдел Cryptophyta сменили отделы Bacillariophyta (0,6 мг/л, в основном за счет родов *Chaetoceros*, *Navicula* Bory, *Cyclotella* (Kütz.) Bréb.) и Chlorophyta (0,9 мг/л, основными представителями были водоросли родов *Dictyosphaerium* Näg. и *Scenedesmus* Meyen). В центральной части залива весной было отмечено увеличение доли нанопланктона до 34%, которая была сформирована за счет Chlorophyta (0,9 мг/л) с основными представителями *Scenedesmus* sp. и *Dictyosphaerium* sp. Субдоминантами в этом районе были нановодоросли Dinophyta (до 0,5 мг/л, в основном за счет *Gymnodinium* sp.), Bacillariophyta (0,5 мг/л, основной представитель – *Chaetoceros* sp.) и Cyanophyta (0,4 мг/л, *Merismopedia* sp.). При этом наибольшие значения были отмечены ближе к северному побережью залива (рис. 3). В западной части Таганрогского залива доминантом по биомассе оставался отдел Bacillariophyta с основными представителями *Cyclotella* sp. и *Chaetoceros* sp. (0,8 мг/л).

Летом 2009 г. с установлением температур воздуха свыше +35 °С и воды +25 °С наблюдалось резкое сокращение доли ультрапланктона: до 2–3% пикопланктона и 4–6% нановодорослей, при этом значения их биомассы сохранялись в таких же пределах, что и весной (рис. 3, 5). Так, в восточной части Таганрогского залива продолжали доминировать отделы Chlorophyta (*Dictyosphaerium* sp.) и Bacillariophyta (*Cyclotella* sp.), достигая биомассы 0,8 и 0,5 мг/л соответственно. В центральном районе в основном развивались водоросли отдела Bacillariophyta, значения биомассы до 1,2 мг/л были достигнуты за счет представителей рода *Navicula*. Субдоминирующее положение по биомассе в этом районе залива занимал вид *Dictyosphaerium* sp. отдела Chlorophyta (0,7 мг/л).

Сокращение доли ультрапланктона в летний период связано с массовым развитием водорослей микрофракции отдела Cyanophyta. В восточной части залива биомасса представителей этого отдела достигала значений 11,2 мг/л преимущественно за счет видов *Anabaena flos-aquae* Bréb. и *Oscillatoria* sp. В центре залива основным представителем Cyanophyta был *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anag. & Kom., за счет которого наибольшие значения биомассы микрофитопланктона были сформиро-

ваны в прибрежных районах центральной части залива (до 14,3 мг/л).

Осенью 2009 г. продолжалось развитие водорослей микрофракции отдела Cyanophyta, доля которых составляла 53–90% от общей биомассы фитопланктона. В восточной части залива значения биомассы отдела достигали 1 мг/л, в основном за счет видов *Lyngbya limnetica* Lemm. и *Oscillatoria amphibia* Ag.; в центральном и западном районах – 17,9 и 8 мг/л соответственно.

Процентное соотношение групп ультрапланктона в этот сезон несколько изменилось. Доля пикопланктона в восточной и западной частях сохранялась – 3% от общей биомассы фитопланктона, в центральном районе возросла в три раза. В центре залива также было отмечено интенсивное развитие водорослей нанофракции – до 37% от общей биомассы фитопланктона. В три раза меньше были значения биомассы нановодорослей в районе дельты Дона и в пять раз – на выходе из Таганрогского залива. На всей исследуемой акватории было отмечено полное вытеснение летнего доминанта Chlorophyta нановодорослями отдела Bacillariophyta (преимущественно рода *Navicula*), биомасса которых изменялась от 1,2 мг/л в восточной, 1,6 мг/л в центральной до 0,8 мг/л в западной части залива.

Зимой 2010 г., в сравнении с предыдущей зимой, соотношение планктонных водорослей разных фракций значительно изменилось: уменьшилась доля пико- (до 5–8%) и нанопланктона (до 18–32%) и более чем в полтора – два раза возросла роль микрофитопланктона. Среди нанопланктона преобладающим по биомассе зимой 2010 г. оказался осенний доминант – отдел Bacillariophyta. Так, в западной части Таганрогского залива биомасса представителей этого отдела, сформированная в основном за счет видов *Chaetoceros* sp. и *Cyclotella* sp., достигала 0,3 мг/л, в центральной она составляла 1,2 мг/л за счет видов родов *Chaetoceros*, *Navicula*, в восточной – 0,4 мг/л за счет *Chaetoceros* sp. (рис. 3).

Среди водорослей микрофракции также наблюдали смену доминантов в сравнении с зимним микрофитопланктоном 2009 г. Так, в восточной части Таганрогского залива представители отдела Cryptophyta сменили водоросли отделов Bacillariophyta с основным видом *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. и Cyanophyta с *O. amphibia*, достигавшие значений биомассы 0,5 и 0,4 мг/л соответственно (рис. 4). Зимний доминант 2009 г. в центральном районе исследуемой акватории *Katodinium rotundatum* отдела Dinophyta в 2010 г. сменился на Cyanophyta (биомасса до 1,3 мг/л) с основным представителем *O. amphibia*. В западной части залива преобладающим отделом мик-

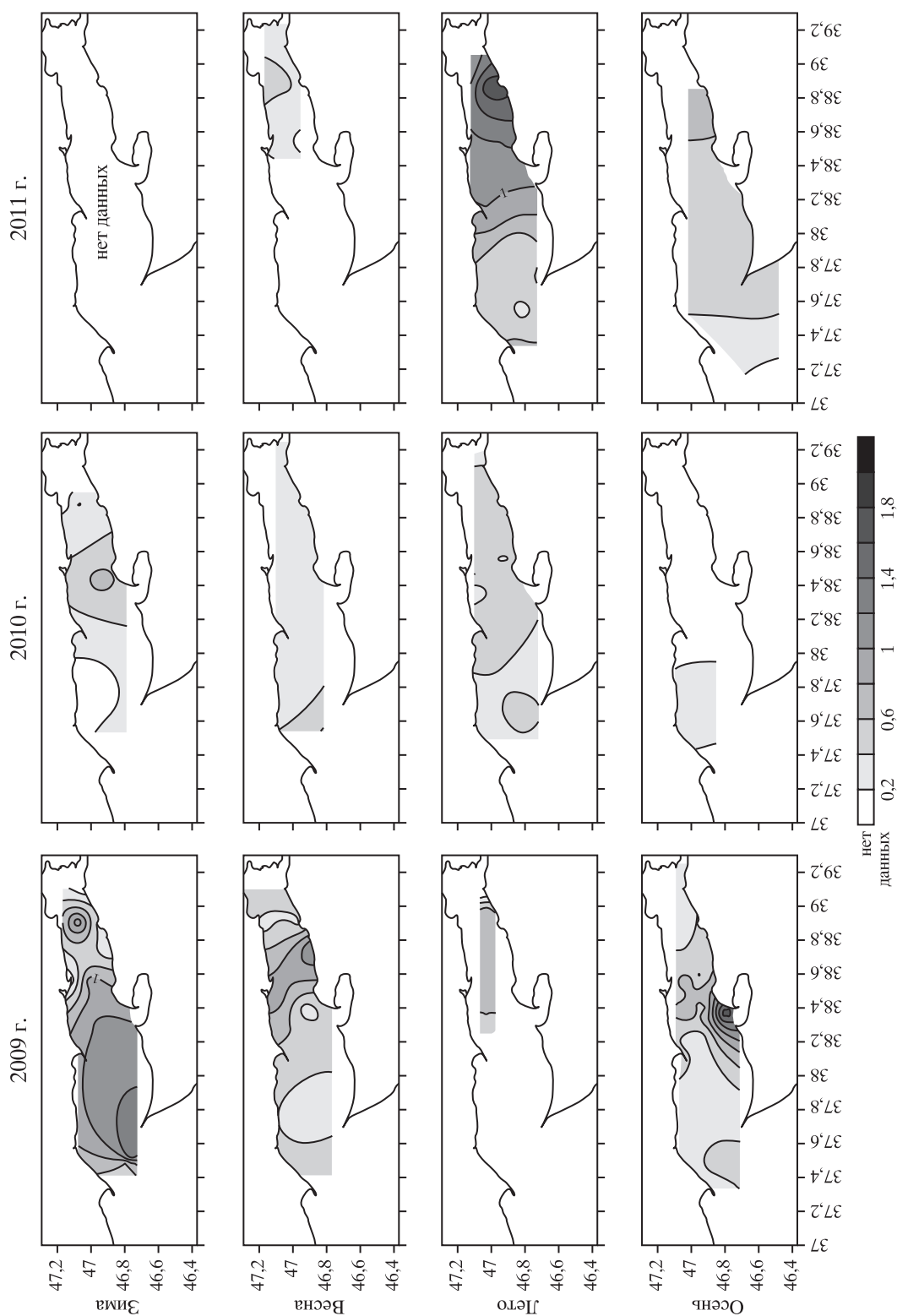


Рис. 5. Распределение биомассы (мг/л) пиководорослей в Таганрогском заливе

роводорослей оставался только Bacillariophyta, сменив основного представителя 2009 г. *Nitzschia tenuirostris* Mer. на *S. costatum*, отдел достигал значений биомассы 1,9 мг/л. Второстепенное значение в развитии биомассы принадлежало отделу Dinophyta (до 0,2 мг/л), основу которого составлял *K. rotundatum*.

Весной 2010 г. доля водорослей пикофракции сохранялась в тех же пределах, что и зимой, – 4–8%. Вклад нановодорослей в общую биомассу сократился вдвое. Доминирующим отделом водорослей нанофракции продолжал оставаться Bacillariophyta, основным представителем которого в западной и центральной частях Таганрогского залива был *Chaetoceros* sp., в восточной части – *Cyclotella* sp.

Доля микрофитопланктона возросла до 79–86% и была сформирована в основном за счет представителей отдела Cyanophyta: *Oscillatoria planctonica* Wolosz. и *O. amphibia* в западной части залива, *Oscillatoria* sp. и *Planktotrix* sp. в центральной и *Oscillatoria* sp. в восточной части, где они достигали значений биомассы 2,2, 3,4 и 3,5 мг/л соответственно (рис. 4).

Летом 2010 г. было отмечено увеличение доли биомассы микроводорослей в центральной и западной частях залива и ее сокращение вдвое в восточной. В восточной части, помимо доминирующего на всей акватории залива *O. amphibia* отдела Cyanophyta, было отмечено появление субдоминанта *Surirella ovata* отдела Bacillariophyta. Значения биомассы отделов Cyanophyta и Bacillariophyta в восточной части Таганрогского залива достигали 0,9 и 0,8 мг/л соответственно. Наибольшие значения синезеленых водорослей были отмечены в центральной и западной частях – до 7,5 и 7 мг/л соответственно.

Подобные изменения наблюдали и для ультрапланктона: до 41 и 12% от общей биомассы фитопланктона составляли нано- и пиководоросли в восточной части залива. В центральной части их доля сократилась в четыре раза, а в западной – в пять для пико- и в четыре раза для нанопланктона. Доминирующим продолжал оставаться отдел Bacillariophyta, который достигал значений биомассы 1,1 мг/л в центральной части и 0,5 мг/л – на выходе из залива в море. Основными представителями Bacillariophyta в центральном и западном районах были водоросли рода *Navicula*, а в восточной части значения биомассы отдела сохранились такими же, как и весной, – 0,7 мг/л, основным представителем здесь являлся род *Cyclotella*. В этом районе субдоминантом по биомассе был отдел Chlorophyta – до 0,2 мг/л, основным представителем которого был вид *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle.

Осенью 2010 г. были получены пробы только из западной части Таганрогского залива. В этом районе доминирующее положение по биомассе сохраняли за собой микроводоросли, достигая 94% от общей биомассы фитопланктона, остальную часть поровну делили пико- и нанофракции ультрапланктона. Среди водорослей микрофракции преобладающим оставался летний доминант *O. amphibia*, однако значения биомассы в этом районе залива были ниже летних – 4,2 мг/л.

Отдел Bacillariophyta продолжал преобладать среди нановодорослей, но значения его биомассы также уменьшились до 0,1 мг/л, основным представителем стал *Chaetoceros* sp.

Весной 2011 г. процентное соотношение биомассы фитопланктона различных фракций было сходным с таковым весной 2009 г. Доля пиководорослей возрастала от восточной к центральной части залива, в этом же направлении увеличивался вклад в общую биомассу нановодорослей. При этом на фоне доминировавших диатомовых нановодорослей, которые достигали значений биомассы 0,2 мг/л в центральном районе (основной представитель – *Chaetoceros* sp.) и 1 мг/л в восточном (*Chaetoceros* sp., *Cyclotella* sp.), появились субдоминанты *Merismopedia* sp. отдела Cyanophyta (0,2 мг/л) и *Oocystis* sp. отдела Chlorophyta (0,1 мг/л) в центре. В районе дельты на второстепенном положении по биомассе среди нановодорослей был отдел зеленых водорослей (0,2 мг/л) с основными родами *Dictyosphaerium* и *Oocystis*.

Среди микроводорослей соотношение изменялось в противоположном направлении: увеличение отмечали от центра залива к дельте. Доминирование по биомассе было отмечено для водорослей *Skeletonema subsalsum* (Cl.) Bethge, *Nitzschia acicularis* (Kütz.) Smith отдела Bacillariophyta, достигавшего значения 0,8 мг/л в восточной части водоема, а в центре Таганрогского залива – *Lyngbya contorta* Lemm. отдела Cyanophyta, достигавшего 0,9 мг/л.

Летом 2011 г. увеличился вклад ультрапланктона в общую биомассу: в 2,5 раза пиководорослей и вдвое нановодорослей в восточной части залива, при этом доминировавшим был отдел Chlorophyta (до 0,9 мг/л), основными представителями которого были *Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg., *Lagerheimia subsalsa* Lemm. и *Dictyosphaerium* sp. Субдоминирующим был отдел Bacillariophyta – до 0,6 мг/л, основным представителем которого был вид *Cyclotella* sp. В этом районе доля микроводорослей была минимальна – 34%. Доминировавший по биомассе весной в восточной части залива отдел Bacillariophyta занимал субдоминирующее положение – 0,6 мг/л, а основу биомассы составляли

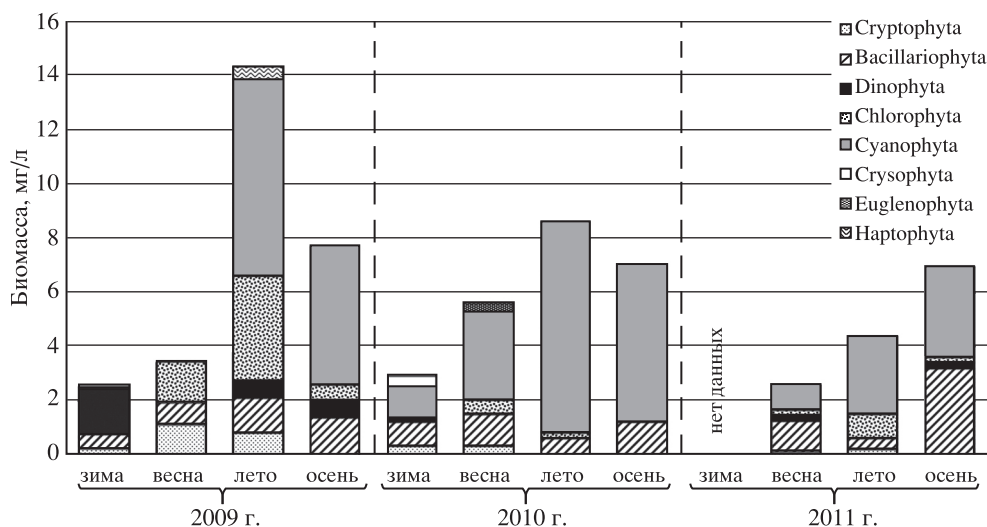


Рис. 6. Развитие общей биомассы основных отделов фитопланктона в разные сезоны 2009–2011 гг.

синезеленые водоросли – до 1,2 мг/л, основными представителями которых были *Anabaena* sp. и *Oscillatoria* sp.

В центральной части Таганрогского залива доля ультрапланктона уменьшилась по сравнению с восточным районом: в 1,7 раза – водорослей пикофракции и в 2 раза – нановодорослей. Основу биомассы нанопланктона составляли диатомовые водоросли (до 1 мг/л), основным представителем которых был *Chaetoceros subtilis* Cl. Среди микроводорослей доминантом по биомассе был отдел Cyanophyta (*Oscillatoria planctonica*), биомасса которого достигала 5,2 мг/л, что соответствовало 68% от общей биомассы фитопланктона в центральной части Таганрогского залива.

В западной части залива доля микроводорослей составляла 71%, доминировали представители отдела Dinophyta. Максимальные значения биомассы отдела – до 4,0 мг/л в результате развития *Prorocentrum micans* Ehr. – отмечали в районе Белосарайской косы. Роль синезеленых водорослей (основным представителем которых был *O. planctonica*) значительно ослабла в районе северного побережья залива, их биомасса уменьшилась до 1,2 мг/л. На южном побережье западной части залива были отмечены диатомовые водоросли (до 0,4 мг/л), среди которых превалировал *Leptocylindrus minimus* Gran. Среди нановодорослей, достигавших в этом районе 21% от общей биомассы фитопланктона, были отмечены представители Bacillariophyta (биомасса отдела 0,7 мг/л) – *Navicula* sp. и *Cyclotella* sp. и Cryptophyta (0,2 г/л) – *Cryptomonas* sp.

Осенью 2011 г. основная доля биомассы принадлежала микроводорослям. Наибольшие значения – до 91% – отмечали в западном районе залива, где доминирующим отделом был Cyanophyta (до 3,4 мг/л)

с основным представителем *Oscillatoria amphibia*. Доля пикопланктона в этом районе составляла 2%, а водорослей нанофракции – 7%, наибольшие значения биомассы которых принадлежали отделу Dinophyta (0,2 мг/л) с основным представителем *Gymnodinium* sp.

В центральной части залива отмечали увеличение доли нановодорослей до 20%, при этом доминирующим отделом был летний лидер в этом районе отдел Bacillariophyta, достигавший биомассы 0,7 мг/л и сменивший доминанта на *Navicula* sp. Среди водорослей микрофракции высокую биомассу отмечали для отдела Bacillariophyta – до 6,5 мг/л, основными представителями которого были *Navicula* sp. и *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen. Субдоминантом по биомассе выступал отдел Cyanophyta, значения достигали 4,1 мг/л, в основном за счет развития микроводоросли *O. amphibia*. Диатомовые микроводоросли сохраняли доминантное положение и в восточной части залива, достигая значений биомассы 2,3 мг/л с основным представителем *A. granulata*. Пико- и нановодоросли, составляя 12% и 13% от общей биомассы фитопланктона соответственно, потеснили позиции микрофитопланктона до 75% в этой части залива. Максимальные значения биомассы наблюдались среди нановодорослей отделов Chlorophyta и Bacillariophyta (по 0,2 мг/л), основными представителями которых были роды *Scenedesmus* и *Navicula* соответственно.

Полученные результаты за 2009–2011 гг. свидетельствуют о мозаичном распределении фитопланктона разных фракций по акватории Таганрогского залива. При этом вклад ультрапланктона в общую биомассу фитопланктона колебался в широком диапазоне в зависимости от сезона или рассматриваемого года.

Развитие биомассы доминирующих отделов микроводорослей в 2010 г. и 2011 г. было схожим (рис. 6). Так, аномально рано начинали развиваться синезеленые водоросли (с весны они занимали центральную и западную части залива и удерживали свои позиции до поздней осени), конкурировали с ними или выступали субдоминантами диатомовые в восточном районе акватории. В 2009 г. зимой и весной отмечены зимние доминанты отделов Cryptophyta (в восточной части) и Dinophyta (в центре и на выходе из залива) и весенние представители Bacillariophyta (в дельте) и Chlorophyta (на остальной акватории). Подобное развитие фитопланктонного сообщества в 2009 г. соответствует концептуальной схеме годового сукцессионного цикла, предложенной П.Р. Макаревичем, которая основана на результатах многолетних исследований открытых акваторий и эустарных зон морей [4, 21]. Преобладание водорослей отдела Chlorophyta, развитие которых является лимитирующим фактором для развития представителей Cyanophyta, сдерживало доминирование синезеленых водорослей до летне-осеннего периода в 2009 г., а их отсутствие (или малое количество) в последующие годы объясняет появление Cyanophyta даже в подледных пробах 2010 г., но не раскрывает причин изменения естественного хода развития фитопланктонных сообществ. В данной работе последние не рассматривались, поэтому дальнейшее изучение общих и частных закономерностей развития планктонных альгоценозов является основой для познания механизмов функционирования высокопродуктивных водоемов.

ВЫВОДЫ

1. Вклад в общую биомассу фитопланктона пиководорослей за исследуемый период составил в среднем 8,2%, водорослей нанофракции – 21,5%, микрофитопланктона – 70,3%.

2. Большая доля ультрафитопланктона была отмечена в опресненной восточной и центральной частях Таганрогского залива в зимне-весенний период 2009 г., а также зимой и летом 2010 и 2011 гг.

3. Основными представителями нанофитопланктона за время исследований были водоросли отдела Bacillariophyta с периодической сменой доминирования по биомассе, особенно в опресненной части залива, на отдел Chlorophyta.

4. Развитие микрофитопланктонного сообщества в 2009 г. соответствует концептуальной схеме годового сукцессионного цикла, в то время как в 2010–2011 гг. оно не совпадает с данной концепцией – практически в течение всего года основными

представителями были водоросли отдела Cyanophyta с субдоминантами отдела Bacillariophyta.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кукса В.И., Гаргона Ю.М. Современная оценка гидрологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря // Водные ресурсы. 2004. Т. 31. № 4. С. 489–497.
2. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М.: Мысль, 1999. 400 с.
3. Цурикова А.П., Шульгина Е.Ф. Гидрохимия Азовского моря. Л.: Гидрометиздат, 1964. 258 с.
4. Макаревич П.Р. Планктонные альгоценозы эстуарных экосистем. Баренцево, Карское и Азовское моря. М.: Наука, 2007. 224 с.
5. Студеникина Е.И., Алдакимова А.Я., Губина Г.С. Фитопланктон Азовского моря в условиях антропогенных воздействий. Ростов н/Д.: Эверест, 1999. 175 с.
6. Макаревич П.Р., Дружкова Е.И. Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 280 с.
7. Михеева Т.М. Проблемы изучения фитопланктона: нанофитопланктон (дефиниция, фракционирование и значимость в первичной продукции). Обзор // Гидробиол. журн. 1988. Т. 24. № 4. С. 3–21.
8. Ведерников В.И., Микаэлян А.С. Структурно-функциональные характеристики разных размерных групп фитопланктона Чёрного моря // Структура и продукционные характеристики планктонных сообществ Чёрного моря. М.: Наука, 1989. С. 84–105.
9. Студеникина Е.И., Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Сафронова Л.М., Фроленко Л.Н., Шляхова Н.А., Афанасьев Д.Ф. Методы сбора и обработки гидробиологических проб // Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Краснодар: АзНИИРХ, 2005. С. 50–78.
10. Матишов Д.Г., Ильин Г.В., Моисеев Д.В. Сезонная термохалинная изменчивость водных масс в Таганрогском заливе Азовского моря // Вестник Южного научного центра. 2007. Т. 3. № 1. С. 28–35.
11. Hobbie J.E., Daley R.J., Jasper S. Use of Nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy // Appl. Environ. Microbiol. 1977. Vol. 33. № 5. P. 1225–1228.
12. Байтаз В.А., Байтаз О.Н. Методы обработки проб в водной микробиологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. 44 с.
13. Суханова И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 97–105.
14. Фёдоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979. 167 с.
15. Голлербах М.М., Коссинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука, 1953. Вып. 2. 487 с.

16. Коновалова Г.В. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 1998. 300 с.
17. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 190 с.
18. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
19. Tomas C.R. Identifying Marine Phitoplankton. San Diego: Academic Press, 1997. 858 p.
20. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли: справочник. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
21. Макаревич П.Р., Олейник А.А. Концепция функционирования сообществ фитопланктона в эстуарных бассейнах высоких и умеренных широт // Вестник Южного научного центра. Т. 3. № 2. С. 57–63.

THE ROLE OF ALGAE OF VARIOUS SIZE FRACTIONS IN THE TOTAL BIOMASS OF THE TAGANROG BAY PHYTOPLANKTON

G.Yu. Glushchenko, O.L. Luzhnyak

The present paper presents the research results on the algae of different size fractions investigated in the Taganrog Bay of the Sea of Azov in 2009–2011. Their role in the total biomass of the phytoplankton community and percentage of these fractions in community biomass of different parts of the studied water body are characterized.

Key words: phytoplankton, pico-, nano- and microfractions of phytoplankton, biomass of phytoplankton, Taganrog Bay.

REFERENCES

1. Kuksa V.I., Gargopa Yu.M. 2004. [Present-day estimates of the hydrological conditions for the formation of biological production in the Sea of Azov]. *Vodnye resursy. (Water Resources)*. 31(4): 489–497. (In Russian).
2. Zalogin B.S., Kosarev A.N. 1999. *Morya. [Seas]*. Moscow, "Mysl" Publ.: 400 p. (In Russian).
3. Tsurikova A.P., Shul'gina E.F. 1964. *Gidrokimiya Azovskogo morya. [Hydrochemistry the Sea of Azov]*. Leningrad, Gidrometizdat: 258 p. (In Russian).
4. Makarevich P.R. 2007. *Planktonnye al'gotsenozy estuarnykh ekosistem. Barentsevo, Karskoe i Azovskoe morya. [Planktonic algal cenoses of estuarine ecosystems. Barents Sea, Kara Sea and Sea of Azov]*. Moscow, Nauka: 224 p. (In Russian).
5. Studenikina E.I., Aldakimova A.Ya., Gubina G.S. 1999. *Fitoplankton Azovskogo morya v usloviyakh antropogennykh vozdeystviy. [Phytoplankton of the Sea of Azov under anthropogenic impact]*. Rostov-on-Don, Everest: 175 p.
6. Makarevich P.R., Druzhkova E.I. 2010. *Sezonnye tsiklicheskie protsessy v pribrezhnykh planktonnykh al'gotsenozakh severnykh morey. [Seasonal cycle processes in coastal planktonic algae flora of the Northern seas]*. Rostov-on-Don, SSC RAS Publ.: 280 p. (In Russian).
7. Mikheeva T.M. 1988. [Problems in the study of phytoplankton: nanophytoplankton (definition, fractionation, importance in primary production). Review]. *Gidrobiologicheskij zhurnal. (Hydrobiological Journal)*. 24(4): 3–21. (In Russian).
8. Vedernikov V.I., Mikaelyan A.S. 1989. [Structural and functional characteristics of different size groups of phytoplankton Black Sea]. In: *Struktura i produktsionnye kharakteristiki planktonnykh soobshchestv Chernogo morya. [The structure and production characteristics of the Black Sea plankton communities]*. Moscow, Nauka: 84–105. (In Russian).
9. Studenikina E.I., Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L. at all. 2005. [Methods of collecting and processing of hydrobiological test]. In: *Metody rybokhozyaystvennykh i prirodookhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom basseyne. [Methods fisheries and environmental researches in the Azov-black sea basin]*. Krasnodar, Azov Fisheries Research Institute Publ.: 50–78. (In Russian).
10. Matishov D.G., Ilyin G.V., Moiseev D.V. 2007. [Seasonal thermohaline variability of water masses in the Taganrog Bay of the Azov Sea]. *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra*. 3(1): 28–35. (In Russian).
11. Hobbie J.E., Daley R.J., Jasper S. 1977. Use of Nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* (33)5: 1225–1228.
12. Baytaz V.A., Baytaz O.N. 1995. *Metody obrabotki prob v vodnoy mikrobiologii. [Methods of processing samples in water microbiology]*. Apatity, KSC RAS Publ.: 44 p. (In Russian).
13. Sukhanova I.N. 1983. [Concentration of phytoplankton in the sample]. In: *Sovremennye metody kolichestvennoy otsenki raspredeleniya morskogo planktona. [Modern methods of quantitative estimation of the distribution of marine plankton]*. Moscow, Nauka: 97–105. (In Russian).
14. Fedorov V.D. 1979. *O metodakh izucheniya fitoplanktona i ego aktivnosti. [On the methods of studying the phytoplankton and its activity]*. Moscow, Moscow Federal University Publ.: 167 p. (In Russian).
15. Gollerbakh M.M., Kossinskaya E.K., Polyanskiy V.I. 1953. *Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. [Guide to freshwater algae USSR]*. Vol. 2. Moscow, Sovetskaya nauka: 487 p. (In Russian).
16. Konovalova G.V. 1998. *Dinoflagellyaty (Dinophyta) dal'nevostochnykh morey Rossii i sopredel'nykh akvatoriy Tikhogo okeana. [Dinoflagellates (Dinophyta) Far Eastern seas of Russia and adjacent waters of the Pacific Ocean]*. Vladivostok, Dalnauka: 300 p. (In Russian).
17. Proshkina-Lavrenko A.I. 1963. *Diatomovye vodorosli planktona Azovskogo morya. [Diatoms of the plankton of the sea of Azov]*. Moscow; Leningrad, Publishing house of the USSR Academy of Sciences: 190 p. (In Russian).
18. Tsarenko P.M. 1990. *Kratkiy opredelitel' khlorokokkovykh vodorosley Ukrainskoy SSR. [Concise guide to chlorococcales algae of the Ukrainian SSR]*. Kiev, Naukova dumka: 208 p. (In Russian).

19. Tomas C.R. 1997. *Identifying marine phytoplankton*. San Diego, Academic Press: 858 p.
20. Vasser S.P., Kondrat'eva N.V., Masyuk N.P. et al. 1989. *Vodorosli: Spravochnik. [Algae: Guide]*. Kiev, Naukova dumka: 608 p. (In Russian).
21. Makarevich P.R., Oleinik A.A. 2007. [Conception of the functioning of phytoplankton communities in estuarine basins of high and moderate latitudes]. *Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra*. 3(2): 57–63. (In Russian).