

ЗМЁТНАЯ Мария Ивановна

Северный филиал Полярного научно-исследовательского института
морского хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича
адрес: 163000, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17; e-mail: Asolie@mail.ru

НОВИКОВА Юлия Владимировна

Северный филиал Полярного научно-исследовательского института
морского хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича
адрес: 163000, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17; e-mail: juli-nv@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА И КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ДЕЛЬТЫ р. СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ

Мы изучили современное состояние фитопланктонного сообщества в водах дельты р. Северной Двины. Исследования проводили в рамках программы гидробиологических наблюдений ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Северное УГМС) на 2014 год в дельте р. Северной Двины: в рукаве Корабельный, протоках Маймакса и Кузнечиха. Рассмотрели качественные и количественные характеристики фитопланктона (видовой состав, численность и биомасса). За вегетационный период выявили 144 вида фитопланктона, относящихся к отделам *Bacillariophyta* (диатомовые водоросли), *Chlorophyta* (зеленые водоросли), *Chrysophyta* (золотистые водоросли), *Cryptophyta* (криптофитовые водоросли), *Cyanophyta* (синезеленые водоросли), *Dinophyta* (динофитовые водоросли), *Euglenophyta* (эвгленовые водоросли), *Xantophyta* (желтозеленые водоросли). Установили доминирующий комплекс видов, в состав которого входят диатомовые водоросли *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. В начале вегетационного периода (июнь, июль) повсеместно наблюдались максимальные значения биомассы, с августа по октябрь биомасса фитопланктона снижалась. В то же время в июне отмечалась высокая численность фитопланктона, с июля по октябрь этот показатель значительно варьировал, достигая в октябре своего максимума. Мы провели оценку степени загрязненности водной среды: выявили индекс сапробности, определили класс качества поверхностных вод. Согласно классификации качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям, воды дельты р. Северной Двины отнесены ко II классу качества вод (слабо загрязненные).

Ключевые слова: дельта р. Северной Двины, фитопланктон, биомасса, качество поверхностных вод, индекс сапробности.

Северная Двина представляет собой типичную равнинную реку с плавным продольным профилем, небольшими уклонами и широкой долиной, пойма которой достигает 10 км и более. При впадении в Белое море река образует обширную дельту с многочисленными рукавами площадью около 900 км².

На качество поверхностных вод дельты реки негативное влияние оказывают в основном сточные воды предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, а также льяльные воды судов речного флота, гидромеханизированные работы [1, с. 113; 2, с. 33–37].

Целью исследования является характеристика фитопланктонного сообщества и оценка качества вод дельты реки Северная Двина по гидробиологическим показателям.

Фитопланктон является одним из важнейших элементов водных экосистем, участвует в формировании качества вод. В умеренных и умеренно высоких широтах классическая схема развития фитопланктона выглядит следующим образом. Сначала происходит весеннее «цветение» воды как результат увеличения интенсивности падающей радиации и уменьшения толщины верхнего перемешанного слоя; затем в течение лета объем биомассы фитопланктона колеблется, но обычно он бывает меньше, чем весной; часто наблюдается короткая осенняя вспышка

и очень низкий уровень биомассы характерен для зимы [3, с. 244–245]. Несмотря на выше описанную закономерность развития фитопланктонного сообщества, разнообразие видового состава, численность и биомасса напрямую зависят от условий среды, неотъемлемой частью которой является и состояние водных объектов. При ухудшении качества вод прослеживаются изменения в видовом сообществе фитопланктона. Таким образом, на основе ряда показателей фитопланктон может выступать одним из надежных индикаторов состояния пресноводных экосистем.

Материалы и методика. Гидробиологические исследования выполняли в рамках программы гидробиологических наблюдений Северного УГМС на 2014 год. Отбор проб проводили в вегетационный период ежемесячно с июня по октябрь в дельте р. Северной Двины: в рукаве Корабельный (на середине реки), протоках Маймакса (у левого берега, у правого берега) и Кузнечиха (у левого берега, у правого берега). Всего на вышеуказанных участках с поверхностного горизонта (0,3 м) дельты р. Северной Двины отобрали и затем обработали 23 пробы.

Определение видового состава фитопланктона осуществляли с использованием определителей микроводорослей¹. Расчет биомассы проводили с помощью таблиц размеров и весов (масс) фитопланктона².

¹Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядки Centrales и Mediales. Л., 1949. 446 с.; Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales. Л., 1950. 630 с.; Еленкин А.А. Синезеленые водоросли СССР. Л., 1938. 984 с.; Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии. М., 1978. 284 с.; Паламарь-Мордовинцева Г.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11(2). Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2). Л., 1982. 620 с.; Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли. М., 1953. 653 с.; Матвиенко А.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли. М., 1954. 188 с.; Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5. Желтозеленые водоросли. Л., 1962. 272 с.; Попова Т.Г. Флора споровых растений СССР. Т. 3. Эвгленовые водоросли. Л., 1966. 412 с.

²Михеева Т.М. Альгофлора Беларуси: таксономический каталог. Минск, 1999. с. 304–343.

Численность N фитопланктона в единице объема воды рассчитывали по формуле

$$N = \left(\frac{V_{\text{конц}} S}{a V_{\text{пп}} V_{\text{исх}} S_{\text{п}}} \right) n,$$

где $V_{\text{конц}}$ – объем сконцентрированной пробы; S – общая площадь покровного стекла; a – число просчитанных подпроб; $V_{\text{пп}}$ – объем подпробы (0,05 мл); $V_{\text{исх}}$ – исходный объем пробы (1 л); $S_{\text{п}}$ – площадь покровного стекла, под которым просчитывался фитопланктон; n – число подсчитанных клеток³.

Степень загрязненности водной среды оценивали с помощью вычисления индекса сапробности S по методу Пантле–Букка в модификации Сладечека по формуле

$$S = \frac{\sum sh}{\sum h},$$

где s – индикаторная значимость каждого вида (определяется по атласу сапробных организмов)⁴; h – относительная частота встречаемости⁵.

Чем больше индекс сапробности, тем выше уровень загрязнения вод⁶. Индекс сапробности для I класса качества вод (условно чистые) – меньше 1,5; для II класса (слабо загрязненные) – в пределах от 1,5 до 2,5 включительно; для III класса (загрязненные) – от 2,5 до 3,5 включительно; для IV класса (грязные) – от 3,5 до 4,0 включительно; для V класса (экстремально грязные) – свыше 4,0⁷.

Результаты и обсуждение. В водах дельты р. Северной Двины за вегетационный период всего выявили 144 вида фитопланктона,

относящихся к *Bacillariophyta* (диатомовые водоросли), *Chlorophyta* (зеленые водоросли), *Chrysophyta* (золотистые водоросли), *Cryptophyta* (криптофитовые водоросли), *Cyanophyta* (синезеленые водоросли), *Dinophyta* (динофитовые водоросли), *Euglenophyta* (эвгленовые водоросли) и *Xantophyta* (желтозеленые водоросли) (табл. 1). По количеству видов и численности в период проведения исследований доминировали диатомовые водоросли. Наиболее разнообразными в таксономическом отношении являлись представители родов *Navicula*, *Nitzschia* среди диатомовых и представители рода *Scenedesmus* среди зеленых водорослей. На протяжении вегетационного периода на всех исследуемых участках дельты диатомовые водоросли занимали главенствующие позиции с доминированием *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Также значительное развитие среди зеленых водорослей получил вид *Scenedesmus quadricauda*. В целом видовой состав фитопланктона на исследуемых участках был достаточно однороден.

В водах рукава Корабельный в весенне-осенний период 2014 года выявили 90 таксонов фитопланктона, относящихся к 7 систематическим группам: *Bacillariophyta* – 47 таксонов; *Chlorophyta* – 28 таксонов; *Cyanophyta* – 10 таксонов; *Chrysophyta* – 2 таксона; *Cryptophyta* – 1 таксон; *Euglenophyta* – 1 таксон; *Xantophyta* – 1 таксон. По количеству видов наиболее полно были представлены диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, доля которых в общем списке составляла 52, 31 и 11 % соответственно.

³Методологические основы комплексного мониторинга океана. М., 1988. 277 с.

⁴Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Прил. 1. Индикаторы сапробности. М., 1977. 91 с.; Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. Прил. 2. Атлас сапробных организмов. М., 1977. 227 с.

⁵Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб., 1992. 318 с.

⁶Унифицированные методы исследования качества вод... Прил. 1; Унифицированные методы исследования качества вод... Прил. 2.

⁷РД 52.24.309–2011. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. 87 с.

Таблица 1

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА ВОД ДЕЛЬТЫ р. СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ
С ИЮНЯ ПО ОКТЯБРЬ 2014 года

| Таксон | Рукав Корабельный | Проток Маймакса | Проток Кузнечиха |
|---|-------------------|-----------------|------------------|
| <i>Bacillariophyta</i> | | | |
| <i>Achnanthes exigua</i> Grun. | | + | + |
| <i>A. taeniata</i> Grun. | | | + |
| <i>Amphiprora ornata</i> Bail. | | + | |
| <i>Amphora ovalis</i> Kütz. | + | + | + |
| <i>Asterionella formosa</i> Hass. | + | + | + |
| <i>Attheya Zachariasii</i> Brun | | + | |
| <i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Mer. | | | + |
| <i>C. silicula</i> (Ehr.) Cl. | + | | + |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehr. | | + | + |
| <i>Cyclotella sp.</i> Kütz. | | | + |
| <i>C. bodanica</i> Eulenst. | + | + | |
| <i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | + |
| <i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Sm. | + | + | + |
| <i>Cymbella sp.</i> Ag. | | + | + |
| <i>C. naviculiformis</i> Auersw. | + | + | |
| <i>C. tumida</i> (Bréb.) V. H. | | + | + |
| <i>C. turgidula</i> Grun. | | + | |
| <i>C. ventricosa</i> Kütz. | | + | |
| <i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag. | + | + | + |
| <i>D. vulgare</i> Bory | + | + | + |
| <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cl. | + | + | + |
| <i>Epithemia sorex</i> Kütz. | + | + | + |
| <i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | + |
| <i>Eunotia praerupta</i> Ehr. | | + | |
| <i>Fragilaria capucina</i> Desm. | + | + | |
| <i>F. construens</i> (Ehr.) Grun. | + | + | + |
| <i>F. crotonensis</i> Kitt. | + | + | + |
| <i>F. inflata</i> (Heid.) Hust | + | + | |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr. | | + | + |
| <i>G. constrictum</i> Ehr. | | + | + |
| <i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. | | | + |
| <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh. | + | + | + |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun. | | + | + |

БИОЛОГИЯ

Продолжение табл. 1

| Таксон | Рукав Корабельный | Проток Маймакса | Проток Кузнечиха |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| <i>Melosira distans</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | + |
| <i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs | + | + | + |
| <i>M. italica</i> (Ehr.) Kütz. | + | + | |
| <i>M. varians</i> Ag. | + | + | + |
| <i>Meridion. circulare</i> Ag. | + | | + |
| <i>Navicula sp.</i> Bory. | + | + | + |
| <i>N. cuspidata</i> Kütz. | + | + | + |
| <i>N. dicephala</i> (Ehr.) W. Sm. | + | + | |
| <i>N. gastrum</i> Ehr. | | + | + |
| <i>N. hungarica</i> Grun. | + | + | + |
| <i>N. lacustris</i> Greg. | + | | |
| <i>N. lanceolata</i> (Ag.) Kütz. | + | + | + |
| <i>N. placentula</i> (Ehr.) Grun. | + | + | + |
| <i>N. platystoma</i> Ehr. | | + | |
| <i>N. pusilla</i> W. Sm. | | | + |
| <i>N. radiosa</i> Kütz. | + | + | + |
| <i>N. rhychocephala</i> Kütz. | | | + |
| <i>N. tuscula</i> (Ehr.) Grun. | + | + | + |
| <i>Nitzschia sp.</i> Hass. | + | + | + |
| <i>N. acicularis</i> W. Sm. | + | + | + |
| <i>N. angustata</i> (W. Sm.) Grun. | + | + | + |
| <i>N. Clausii</i> Hantzsch | | | + |
| <i>N. closterium</i> (Ehr.) W. Sm. | | | + |
| <i>N. filiformis</i> (W. Sm.) Hust. | | + | + |
| <i>N. gracilis</i> Hantzsch | | | + |
| <i>N. holsatica</i> Hust. | + | + | + |
| <i>N. longissima</i> (Bréb.) Ralfs. | + | + | + |
| <i>N. mitcheliana</i> Green. | | | + |
| <i>N. obtusa</i> W. Sm. | | | + |
| <i>N. parvula</i> Lewis | | | + |
| <i>N. recta</i> Hantzsch | + | + | + |
| <i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm. | + | + | + |
| <i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm. | | + | + |
| <i>N. sublinearis</i> Hust. | + | + | + |
| <i>N. subtilis</i> (Kütz.) Grun. | | | + |
| <i>N. tryblionella</i> Hantzsch | | + | + |

Продолжение табл. 1

| Таксон | Рукав Корабельный | Проток Маймакса | Проток Кузнечиха |
|---|-------------------|-----------------|------------------|
| <i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Grun. | | + | + |
| <i>N. vitrea</i> Norm. | + | | |
| <i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl. | | | + |
| <i>Pinnularia sp.</i> Ehr. | | | + |
| <i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehr. | | + | + |
| <i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grun. | | | + |
| <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll. | + | + | + |
| <i>Stauroneis anceps</i> Ehr. | | + | + |
| <i>S. phoenicenteron</i> Ehr. | | + | + |
| <i>Stephanodiscus hantzshii</i> Grun. | + | + | + |
| <i>Surirella biseriata</i> Bréb. | + | + | + |
| <i>S. didyma</i> Kütz. | + | | |
| <i>S. gracilis</i> (W. Sm.) Grun. | | + | |
| <i>S. ovata</i> Kütz. | + | + | + |
| <i>S. robusta</i> Ehr. | | | + |
| <i>Synedra acus</i> Kütz. | + | + | |
| <i>S. parasitica</i> (W. Sm.) Hust. | | + | |
| <i>S. ulna</i> (Nitzsch) Ehr. | + | + | + |
| <i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz. | | | + |
| <i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl. | | + | + |
| <i>Tropidoneis sp.</i> Cl. | | | + |
| Chlorophyta | | | |
| <i>Actinastrum Hantzschii</i> Lagerh. | + | + | + |
| <i>Closterium sp.</i> Nitzsch | + | + | |
| <i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr. | + | + | + |
| <i>Coelastrum astroideum</i> De-Not | + | + | + |
| <i>C. microporum</i> Näg. | + | + | + |
| <i>Crucigenia fenestrata</i> Schm. | | + | |
| <i>C. quadrata</i> Morren | + | + | + |
| <i>C. rectangularis</i> (A. Br.) Gay | + | + | |
| <i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. West, G. West | + | + | + |
| <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood | + | + | + |
| <i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb. | | + | |
| <i>Lagerheimia citriformis</i> (Snow.) G.M. Smith | + | | |
| <i>L. genevensis</i> Chod. | + | + | + |
| <i>Oocystis sp.</i> Näg. | + | + | |

БИОЛОГИЯ

Продолжение табл. 1

| Таксон | Рукав Корабельный | Проток Маймакса | Проток Кузнечиха |
|--|-------------------|-----------------|------------------|
| <i>Pediastrum biradiatum</i> Meyen | + | | |
| <i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh. | + | + | + |
| <i>P. duplex</i> Meyen | + | + | + |
| <i>P. kawraiskyi</i> Schm. | | | + |
| <i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs. | + | + | + |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. | + | + | + |
| <i>S. arcuatus</i> Lemm. | + | | + |
| <i>S. denticulatus</i> Lagerh. | + | + | + |
| <i>S. intermedius</i> Chod. | + | + | + |
| <i>S. obliquus</i> (Turp.) Kütz. | | + | + |
| <i>S. obtusus</i> Meyen | + | | + |
| <i>S. opoliensis</i> Richt. | + | | + |
| <i>S. quadricauda</i> (Turp.) Bréb. | + | + | + |
| <i>Staurastrum sp.</i> Meyen | + | + | + |
| <i>S. gracile</i> Ralfs | + | + | + |
| <i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg. | + | + | + |
| <i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll.) Ahlstr. Et Tiff. | + | + | + |
| <i>T. staurogemaëforme</i> (Schroed.) Lemm. | + | + | + |
| Chrysophyta | | | |
| <i>Dinobryon sertularia</i> Ehr. | + | + | + |
| <i>D. spirale</i> Iwan. | + | + | + |
| Cryptophyta | | | |
| <i>Cryptomonas sp.</i> Ehr. | + | + | |
| Cyanophyta | | | |
| <i>Anabaena sp.</i> Bory | + | + | |
| <i>A. lemmermannii</i> P. Richt. | | + | |
| <i>A. scheremetievi</i> Elenk. | + | | + |
| <i>A. spiroides</i> Kleb. | + | | |
| <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs | + | + | |
| <i>Cyanodictyon reticulatum</i> (Lemm.) Geitl. | | + | |
| <i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod. | + | | |
| <i>Gloeocapsa sp.</i> (Kütz.) Hollerb.emend. | + | + | |
| <i>G. turgida</i> (Kütz.) Hollerb.emend. | + | + | + |
| <i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg. | + | + | |
| <i>Microcystis sp.</i> (Kütz.) Elenk. | + | + | + |
| <i>M. aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk. | | + | |

Окончание табл. 1

| Таксон | Рукав Корабельный | Проток Маймакса | Проток Кузнечиха |
|---|-------------------|-----------------|------------------|
| <i>Oscillatoria sp.</i> Vauch. | | | + |
| <i>O. granulata</i> Gardner | + | + | + |
| Dinophyta | | | |
| <i>Protoperdinium sp.</i> (Bergh) emend. Balech | | + | |
| Euglenophyta | | | |
| <i>Phacus alatus</i> Klebs | | + | |
| <i>Trachelomonas sp.</i> Ehr. | + | | |
| <i>T. hispida</i> (Perty) Stein emend. Defl. | | + | |
| Xantophyta | | | |
| <i>Centrtractus belonophorus</i> Lemm. | + | + | + |

К июлю наблюдали увеличение численности фитопланктона до максимального значения (336,6 тыс. кл./л) по сравнению с июнем, к концу вегетационного периода она снижалась, но оставалась на уровне весенних значений. Минимальное значение численности было отме-

чено в августе и составляло 162,01 тыс. кл./л (рис. 1).

Схожую ситуацию наблюдали и при анализе динамики биомассы фитопланктона: к июлю она возрастала, достигая максимального значения – 1,109 г/м³, затем резко снижалась и вновь

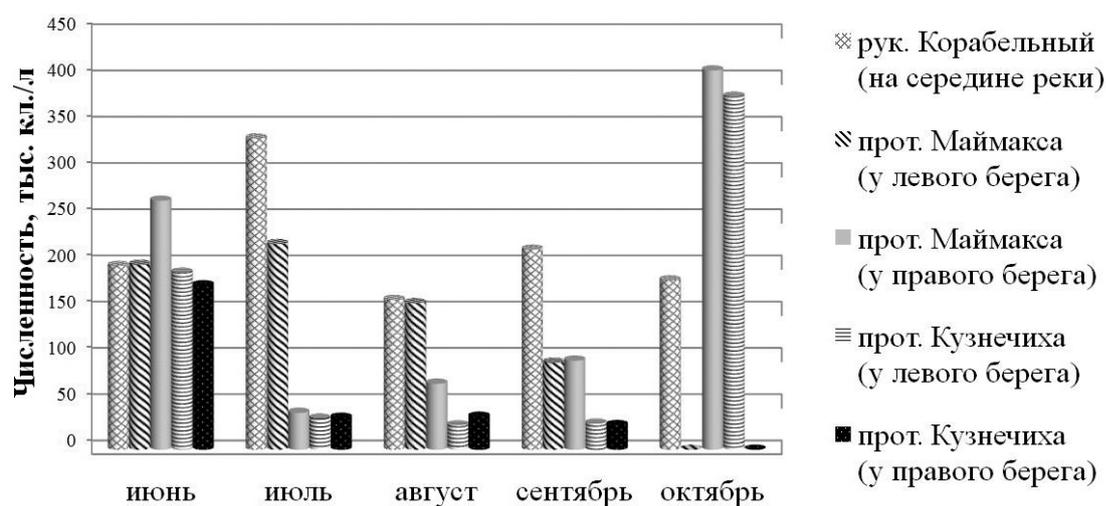


Рис. 1. Динамика численности фитопланктона вод дельты р. Северной Двины в период с июня по октябрь 2014 года

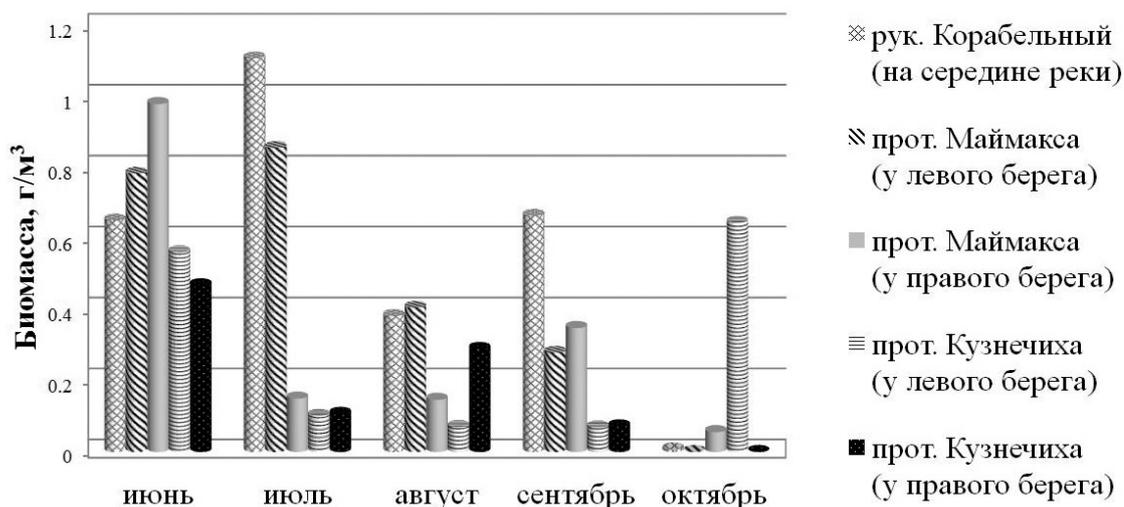


Рис. 2. Динамика биомассы фитопланктона вод дельты р. Северной Двины в период с июня по октябрь 2014 года

увеличивалась в сентябре. Минимальное значение биомассы отмечено в октябре – 0,007 г/м³ (рис. 2). Вероятно, обозначенные колебания биомассы обусловлены не только соответствующим колебанием численности фитопланктона, но также и развитием в некоторые периоды крупных представителей рода *Surirella*, принадлежащих к группе диатомовых.

Индекс сапробности в целом постепенно снижался от максимального значения – 1,81

в июне до минимального – 1,67 в октябре (табл. 2). Согласно классификации качества вод водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям, воды дельтовой части р. Северной Двины могут быть отнесены ко II классу (слабо загрязненные).

В водах протока Маймакса за вегетационный период 2014 года выявили 109 таксонов фитопланктона, относящихся к 8 систематическим группам: *Bacillariophyta* – 66 таксонов;

Таблица 2

**ИНДЕКС САПРОБНОСТИ ВОД ДЕЛЬТЫ р. СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ
В ПЕРИОД С ИЮНЯ ПО ОКТЯБРЬ 2014 года**

| Место взятия проб | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь |
|-------------------------------------|------|------|--------|----------|---------|
| рук. Корабельный (на середине реки) | 1,81 | 1,77 | 1,79 | 1,73 | 1,67 |
| прот. Маймакса (у левого берега) | 1,86 | 1,77 | 1,76 | 1,65 | – |
| прот. Маймакса (у правого берега) | 1,85 | 1,83 | 1,82 | 1,80 | 1,71 |
| прот. Кузнечиха (у левого берега) | 1,80 | 1,83 | 1,80 | 1,79 | 1,73 |
| прот. Кузнечиха (у правого берега) | 1,75 | 1,92 | 1,84 | 1,76 | – |

Примечание: индекс сапробности рассчитан по методу Пантле–Букка в модификации Сладечека.

Chlorophyta – 26 таксонов; *Cyanophyta* – 10 таксонов; *Chrysophyta* – 2 таксона; *Euglenophyta* – 2 таксона; *Cryptophyta* – 1 таксон; *Dinophyta* – 1 таксон; *Xantophyta* – 1 таксон. В данных водах по количеству видов наиболее полно были представлены диатомовые и зеленые водоросли, доля которых в общем списке составляла 61 и 24 % соответственно.

Численность фитопланктона изменялась в пределах от 39,984 тыс. кл./л (у правого берега в июле) до 410,16 тыс. кл./л (у левого берега в октябре). В пробах, отобранных у левого берега, численность возрастала к июлю и снижалась к концу вегетационного периода. В пробах, отобранных у правого берега, численность фитопланктона уменьшалась к июлю и оставалась на низком уровне до сентября. В октябре было отмечено резкое возрастание численности фитопланктона в связи со значительным развитием вида *Asterionella formosa*, относящегося к группе диатомовых.

Биомасса фитопланктона у правого берега варьировала от 0,056 г/м³ (октябрь) до 0,981 г/м³ (июнь). В водах у левого берега биомасса фитопланктона несколько возрастала к июлю по сравнению с июнем, а к концу вегетационного периода ее значения снижались. В водах у правого берега было отмечено резкое снижение биомассы фитопланктона с июня по июль, к сентябрю биомасса несколько увеличилась, а в октябре снизилась до минимального значения.

Максимальное значение индекса сапробности отмечали в июне (1,86), минимальное – в августе (1,65). Согласно классификации качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям, воды протока Маймакса можно отнести ко II классу (слабо загрязненные).

В водах протока Кузнечиха в весенне-осенний период выявили 105 таксонов фитопланктона, относящихся к 5 систематическим группам: *Bacillariophyta* – 72 таксона; *Chlorophyta* – 25 таксонов; *Cyanophyta* – 5 таксонов; *Chrysophyta* – 2 таксона; *Xantophyta* – 1 таксон. В исследованных водах по количеству видов наиболее полно были представлены диатомо-

вые и зеленые водоросли, доля которых в общем списке составляла 69,1 и 24 % соответственно.

В водах у левого и правого берегов протока Кузнечиха наблюдалась сходная картина развития как численности, так и биомассы фитопланктона. Численность варьировала от 26,5 тыс. кл./л (у левого берега в августе) и 26,6 тыс. кл./л (у правого берега в сентябре) до 381,84 тыс. кл./л (у левого берега в октябре). К июлю численность снижалась по сравнению с июнем. С июля по сентябрь численность оставалась невысокой, в октябре наблюдалось ее резкое увеличение до максимальных значений. Так же как и в водах протока Маймакса, в водах протока Кузнечиха в конце вегетационного периода (октябрь) было отмечено резкое возрастание численности фитопланктона в связи со значительным развитием вида *Asterionella formosa*, относящегося к диатомовым.

Максимальное значение биомассы составляло 0,645 г/м³ (у левого берега в октябре), минимальное – 0,069 г/м³ (у левого берега в сентябре). В октябре было также отмечено резкое увеличение биомассы фитопланктона, наиболее вероятной причиной чего могло стать развитие в этот период крупных диатомовых микроводорослей родов *Cymbella*, *Gyrosigma* и *Surirella*.

Индекс сапробности вод в протоке Кузнечиха варьировал от 1,75 и 1,76 (в июне и сентябре соответственно) до 1,92 (в июле). Согласно классификации качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям, воды протока Кузнечиха также относятся ко II классу (слабо загрязненные).

Заключение. Из полученных данных следует, что в водах дельты р. Северной Двины фитопланктон представлен доминирующим комплексом видов, в состав которого входят диатомовые водоросли *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Динамика развития биомассы микроводорослей соответствует классической схеме развития фитопланктона в умеренных и умеренно высоких широтах: в начале вегетационного периода (июнь, июль) повсеместно

отмечаются максимальные значения биомассы; начиная с августа по октябрь, уровень биомассы фитопланктона снижается по сравнению с предыдущими месяцами.

Несколько иная тенденция наблюдается в развитии численности фитопланктона: в начале вегетационного периода (июнь) повсеместно отмечается высокая численность, затем с июля по октябрь значения данного количе-

ственного показателя значительно варьируют, а в октябре он достигает своего максимума за счет массового развития диатомовой водоросли *Asterionella formosa*.

Согласно классификации качества вод водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям, воды дельты р. Северной Двины относятся ко II классу качества вод (слабо загрязненные).

Список литературы

1. Обзор загрязнения окружающей среды на территории деятельности ФГБУ «Северное УГМС» за 2013 год. Архангельск, 2014. 236 с.
2. Новоселов А.П., Студенов И.И. Факторы техногенного воздействия на бассейн реки Северная Двина // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Естеств. науки. № 2. 2014. С. 32–40.
3. Раймонт Дж. Планктон и продуктивность океана: Фитопланктон. М., 1983. 568 с.

References

1. *Obzor zagryazneniya okruzhayushchey sredy na territorii deyatel'nosti FGBU "Severnoe UGMS" za 2013 god* [Overview of Pollution in the Territory of Activities of the State Organization "Northern AHEM" for 2013]. Arkhangelsk, 2014. 236 p.
2. Novoselov A.P., Studenov I.I. Faktory tekhnogenogo vozdeystviya na basseyn reki Severnaya Dvina [Factors of Anthropogenic Impact on the Northern Dvina River Basin]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Estestvennye nauki*, 2014, no. 2, pp. 32–40.
3. Raymont J.E.G. *Plankton and Productivity in the Oceans. Vol. 1: Phytoplankton*. Oxford, 1980. 489 p.

doi: 10.17238/issn2227-6572.2015.4.44

Zmetnaya Mariya Ivanovna

North Branch of Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography
Uritskiy st., 17, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation;
e-mail: Asolie@mail.ru

Novikova Yuliya Vladimirovna

North Branch of Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography
Uritskiy st., 17, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation;
e-mail: juli-nv@mail.ru

CURRENT STATUS OF PHYTOPLANKTON COMMUNITY AND SURFACE WATER QUALITY IN THE DELTA OF THE NORTHERN DVINA RIVER

Current state of the phytoplankton community in the waters of the Northern Dvina river delta is described. The research is carried out in the framework of the hydro-biological observations of the "Northern Agency for Hydrometeorology and Environmental Monitoring" in 2014 in the delta of the Northern Dvina river: in the Korabelnyi sleeve, Maimaksa and Kuznechikha ducts. We examined the qualitative

and quantitative characteristics of phytoplankton (species composition, abundance and biomass). 144 species of phytoplankton were revealed during the growing season, belonging to *Bacillariophyta* (diatoms), *Chlorophyta* (green algae), *Chrysophyta* (golden algae), *Cryptophyta* (Cryptomonad), *Cyanophyta* (blue-green algae), *Dinophyta* (dinoflagellates), *Euglenophyta* (Euglenophyta), *Xantophyta* (yellow-green algae) departments. We established a dominant species complex, which included diatoms *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. At the beginning of the growing season (in June and July) the maximum values of biomass were observed, from August to October phytoplankton biomass declined. At the same time in June there was a high number of phytoplankton, from July to October its value varied considerably, reaching its peak in October. We assessed the degree of contamination of the aquatic environment: a saprobity index was revealed; the class of surface water quality was defined. According to the water quality classification of water bodies and watercourses by hydro-biological indices the waters of the delta of the Northern Dvina are attributed to the IInd water quality class (slightly polluted).

Keywords: delta of the Northern Dvina river, phytoplankton, biomass, surface water quality, saprobity index.