

УДК 574.5

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА ПОПЛАВОК (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2015 ГОДУ

Бугранова О. С., Цупикова Н. А., Дроздова А. С.

*ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград,
Россия*

E-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

Рассматривается динамика сезонного развития фитопланктона пруда Поплавок на основе данных комплексного мониторинга, проведенного в 2015 году. Целью работы является изучение годовой динамики численности и биомассы фитопланктона в данном водоеме. Впервые приводятся данные таксономического состава альгофлоры пруда. Установлено в видовом составе фитопланктона пруда Поплавок 132 таксономические единицы. Проведен анализ сезонной динамики видового богатства фитопланктона, а также его количественных характеристик на основе изменений гидрологических и гидрохимических показателей в период исследования.

Ключевые слова: пруд Поплавок, фитопланктон, численность, биомасса, температура воды, окисляемость, биогены.

ВВЕДЕНИЕ

Водоемы и зеленые насаждения, важнейшие элементы благоустройства урбанизированной территории, очищают воздух от пыли и газа и создают микроклимат прилегающей территории. Одним из главных факторов, нарушающих состояние городских водоемов и приводящих к их эвтрофированию, является повышение биогенной нагрузки на эти водоемы. Все изменения, происходящие в водоеме в процессе эвтрофирования, прежде всего, отражаются на сообществе фитопланктона. Это определяет важную роль изучения растительных сообществ, условий их развития, а также их структурных и функциональных показателей в системе мониторинга городских водоемов.

Пруд Поплавок (также встречается неофициальное название Хлебное озеро и озеро Близнецы, или озеро Близнецов, являющееся калькой со старого немецкого названия *Zwillings-See* или *Zwillingteich*) – водоем в Калининграде. Поплавок расположен в центральной части города и является одним из его важных рекреационных водоемов. Пруд Поплавок состоит из двух примерно равных частей (очевидно, немецкое название водоема объясняется формой пруда), соединенных тремя протоками, между которыми находятся два островка. Размеры западной части – 220 м в длину и 80 м в ширину, восточной части – 190 м в длину и почти 90 м в ширину [1] (рис. 1).

Целью данной работы является изучение сезонной динамики структурных и функциональных характеристик фитопланктона пруда Поплавок в 2015 году.

Исследование включало определение таксономического состава, проведение анализа динамики видового разнообразия, сезонного изменения численности и биомассы альгофлоры, а также динамики гидрохимических показателей этого водоема, таких как температура воды и воздуха, перманганатная окисляемость и содержание биогенных элементов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с апреля по декабрь 2015 года на трех стандартных станциях в рамках общего экологического мониторинга пруда Поплавок [1] (рис.1).



★ – стандартные станции; ● – дополнительные станции

Рис. 1. Схема отбора проб воды на пр. Поплавок.

Отбор, фиксацию и обработку проб фитопланктона, а также идентификацию его клеток осуществляли по стандартным методикам [2, 3]. В работе были использованы следующие системы водорослей: для цианопрокариот принята система И. Комарека и К. Анагностидиса [4–6, 7]; для эвгленовых водорослей – система З. И. Ветровой (1986) [8], для диатомовых – система Round'a [9]; золотистых [10], динофитовых [11] и зеленых – система П. М. Царенко [12]. Пробы отбирали с поверхностного горизонта. Экологический мониторинг водоема также включал гидрологические наблюдения и сбор проб для гидрохимического анализа, которые проводились по общепринятым методикам [13]. Результаты осреднены по указанным станциям, т. к. выявленные пространственные различия их значений по площади пруда невелики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в составе фитопланктона Поплавка за рассматриваемый период было зарегистрировано 132 таксона водорослей рангом до рода, из которых 79 таксонов идентифицировано до вида (табл. 1). Основу видового разнообразия составлял отдел зеленых водорослей (Chlorophyta) – более 40 % от общего видового разнообразия. Второе место занимал отдел диатомовых (Bacillariophyta) – около 20 %, третье место – цианопрокариоты (Cyanoprokaryota) – более 13 %, стрептофитовые (Streptophyta) – около 8 %, динофитовые (Dinophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) – около 6 %, золотистые (Chrysophyta) и криптофитовые (Cryptophyta) – около 3 % и желтозеленые (Xanthophyta) – менее 1 % от общего видового разнообразия. Такое соотношение крупных таксономических групп характерно и для других водоемов города [14].

Таблица 1
Видовой состав водорослей пруда Поплавок за период исследования в 2015 году

1	2
ОТДЕЛ CYANOPROKARYOTA	Класс CHLOROPHYCEAE
Класс CYANOPHYCEAE	Порядок CHLOROCOCCALES
Порядок CHROOCOCCALES	<i>Treubaria triappendiculata</i> C.Bernard
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen, nom. illeg.	Порядок SPAEROPPLEALES
<i>M. tenuissima</i> Lemmermann	<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	<i>A. gracilis</i> (Reinsch) Korshikov
Порядок NOSTOCALES	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris
<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	<i>C. microporum</i> Nägeli
<i>Dolichospermum circinale</i> (Rabenhorst ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek	<i>Crucigenia rectangularis</i> (Nägeli) Gay
<i>D. planctonicum</i> (Brunnthal) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko
<i>D. spiroides</i> (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	<i>D. intermedius</i> (Chodat) E.Hegewald
Порядок OSCILLATORIALES	<i>D. maximus</i> (West & G.S.West) Hegewald
<i>Limnothrix planctonica</i> (Woloszynska) Meffert	<i>D. opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald
ОТДЕЛ EUGLENOPHYTA	<i>D. protuberans</i> (F.E.Fritsch & M.F.Rich) E.Hegewald
Класс EUGLENOPHYCEAE	<i>D. serratus</i> (Corda) S.S.An, Friedl & E.Hegewald

Продолжение таблицы 1

1	2
Порядок EUGLENALES	<i>D. spinosus</i> (Chodat) E.Hegewald
<i>Lepocinclis oxyuris</i> (Schmarda) B.Marin & Melkonian	<i>Golenkinia radiata</i> Chodat
<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) W.Archer	<i>Kirchneriella irregularis</i> (G.M.Smith) Korshikov
<i>P. acuminatus</i> Stokes	<i>Korshikoviella limnetica</i> (Lemmermann) P.C.Silva
<i>Trachelomonas verrucosa</i> A.C.Stokes	<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard
ОТДЕЛ BACILLARIOPHYTA	<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
Класс BACILLARIOPHYCEAE	<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová
Порядок CENTRALES	<i>M. irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>M. komarkovae</i> Nygaard
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	<i>P. duplex</i> Meyen
Порядок PENNALES	<i>P. tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	<i>Pseudotetrastrum punctatum</i> (Schmidle) Hindák
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	<i>S. acutus</i> Meyen
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	<i>S. calyptratus</i> Comas
ОТДЕЛ CHRYSOPHYTA	<i>S. gutwinskii</i> Chodat (P.Bourrelly)
Класс CHRYSOPHYCEAE	<i>S. quadricauda</i> (Turpin) Brébisson
Порядок CHROMULINALES	<i>S. sempervirens</i> Chodat
<i>Dinobryon sociale</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	<i>S. subspicatus</i> Chodat
Класс SYNUROPHYCEAE	<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg
Порядок SYNURALES	<i>T. trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg
<i>Mallomonas teilingii</i> W.Conrad	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek
ОТДЕЛ CRYPTOPHYTA	Порядок VOLVOCALES
Класс CRYPTOPHYCEAE	<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory
Порядок CRYPTOMONADALES	Класс TREBOUXIOPHYCEAE
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	Порядок CHLORELLALES
<i>C. ovata</i> Ehrenberg	<i>Actinastrum aciculare</i> Playfair

Продолжение таблицы 1

1	2
Порядок PYRENOMONADALES	<i>A. hantzschii</i> Lagerheim
<i>Komma caudata</i> (L.Geitler) D.R.A.Hill	<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komárek
ОТДЕЛ DYNOPHYTA	<i>C. neglecta</i> (B.Fott & H.Ettl) Komárek
Класс DINOPHYCEAE	<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachmann
Порядок GYMNODINIALES	<i>Lagerheimia subsalsa</i> Lemmermann
<i>Gymnodinium fuscum</i> (Ehrenberg) Stein	<i>L. wratislawiensis</i> Schröder
Порядок GONYAULACALES	ОТДЕЛ STREPTOPHYTA
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	Класс ZYGNEMATOPHYCEAE
Порядок PERIDINIALES	Порядок DESMIDIALES
<i>Peridiniopsis penardii</i> (Lemmermann) Bourrelly	<i>Closterium macilentum</i> Brébisson
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann	<i>C. moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs
<i>P. cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	<i>Cosmarium muricatum</i> Brébisson
<i>P. umbonatum</i> Stein	<i>C. subprotumidum</i> Nordstedt
<i>P. lomnickii</i> Woloszynska	<i>Staurastrum anatinum</i> Cooke & Wills
ОТДЕЛ CHLOROPHYTA	

Анализируя соотношение отделов водорослей в течение года, можно отметить, что во все сезоны, преобладали виды зеленых водорослей, составляющих от 38 % (6 видов) зимой до 46 % (40 видов) летом от общего количества видов, представленных в данное время (рис. 2).

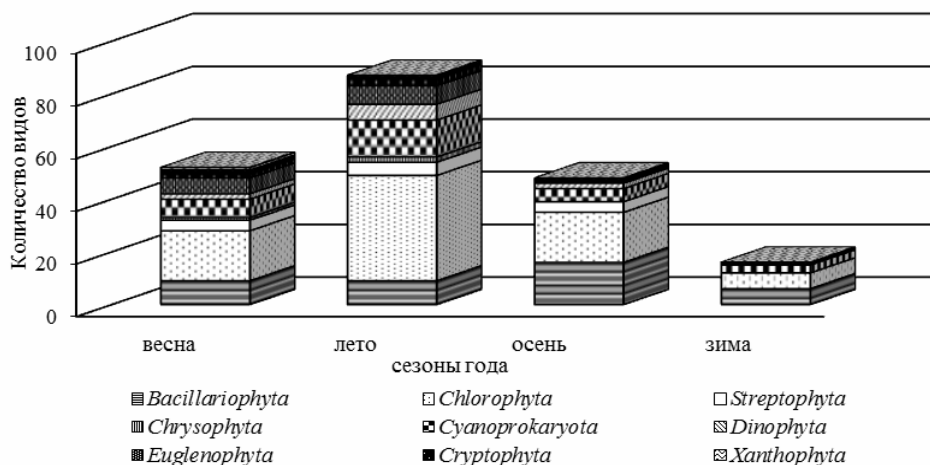


Рис. 2. Сезонная динамика видового богатства разных отделов водорослей пруда Поплавок по сезонам года.

Диатомовые водоросли летом были представлены лишь 10 % (9 видов) от общего количества видов, осенью – 33 % (16 видов) и зимой – 38 % (6 видов). Приблизительно одинаковую долю видов на протяжении всего года составляли представители цианопрокариот (в среднем 15 %) и криптофитовых (в среднем 5 %). Эвгленофитовые и золотистые водоросли были выявлены только весной (12 и 2 % соответственно) и летом (8 и 2 % соответственно). Динофитовые и стрептофитовые составляли в среднем 6 % по отдельности на протяжении исследуемого периода, за исключением декабря, когда не было зарегистрировано ни одного представителя этих отделов. Желтозеленые водоросли представлены всего 2 % весной.

График динамики численности фитопланктона показывает, что в течение вегетации наблюдались два пика численности (весенне-летний и летне-осенний с максимальной вершиной в августе) (рис. 3).

Общая численность менялась скачкообразно, демонстрируя резкие всплески до 31 млн кл/л в мае и июне и 57 млн кл/л в августе и столь же резкие падения до 0,7 млн кл/л в апреле и 5 млн кл/л в июле. И далее в осенне-зимний период наблюдалось дальнейшее понижение численности, достигшей минимума в ноябре – декабре (около 50 тыс. кл/л).



Рис. 3. Сезонная динамика общей численности и биомассы фитопланктона пр. Поплавок.

По численности на протяжении большей части вегетационного периода (май – сентябрь) доминировали водоросли отдела цианопрокариоты (*Dolichospermum spiroides* (Klebhan) Wack., L.Hoffm. & Kom., *Dolichospermum planctonicum* (Brun.) Wack., L.Hoffm. & Kom. и *Dolichospermum circinale* (Rabenh. ex Born. & Flah.) P.Wack., L.Hoffm. & J.Kom, занимая до 97 % от общей численности всех отделов, в апреле их численность достигала всего 13 %, тогда как доля численности зеленых водорослей составляла более 50 % (доминировала *Crucigenia rectangularis* (Nägeli) Gay) (рис. 4).

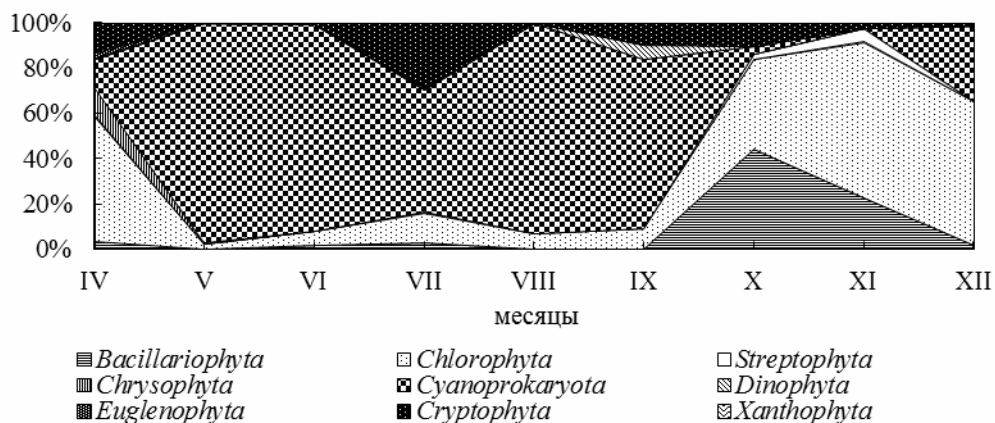


Рис. 4. Соотношение долей разных отделов водорослей по численности, пр. Поплавок в течение года.

Осенью по численности преобладали зеленые (около 60 %) и диатомовые (в среднем 34 %) водоросли. В зимний сезон оставалась высокой численность только зеленых (63 %) и цианопрокариот (34 %). Из представителей зеленых водорослей в осенне-зимний период доминировала *Pandorina morum* (O.F.Müller) Bory. Средняя численность фитопланктона за весь период исследования составила 15,5 млн кл/л.

На графике динамики биомассы фитопланктона отчетливо выделяется максимальный пик в сентябре (136 мг/л) (рис. 3). В остальные месяцы биомасса фитопланктона была существенно ниже. Весной биомасса фитопланктона колебалась от 0,9 мг/л в апреле до 5 мг/л в мае, далее постепенно понижалась до июля, с которого началось ее повышение до максимального значения в сентябре. После величина биомассы резко снизилась и на протяжении всего осенне-зимнего периода составила в среднем 0,07 мг/л.

Основной вклад в структуре биомассы принадлежал представителям разных отделов водорослей в зависимости от сезона: в апреле более 70 % в биомассе фитопланктона формировали водоросли отдела динофитовых водорослей (*Ceratium hirundinella* (O.F. Mull.) Bergh.), в мае 90 % и более 50 % в летний период составляли водоросли отдела цианопрокариот (*Dolichospermum spiroides* (Klebhan) Wack., L.Hoffm. & Kom., *Dolichospermum planctonicum* (Brun.) Wack., L. Hoffm. & Kom. и *Dolichospermum circinale* (Raben. ex Born. & Flah.t) P. Wack., L. Hoffm. & J. Kom.), в июле – 63 % водорослей отдела криптофитовых (*Cryptomonas ovata* Ehren.) (рис. 5). В осенне-зимний период максимальны биомассы зеленых (в среднем 46 %) и диатомовых (37 %) и стриптофитовых (15 %) осенью. Из представителей зеленых водорослей по биомассе в этот сезон доминировали: *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory, *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh.; из стрептофитовых: *Closterium macilentum* Gréb. Максимальный пик в сентябре на 95 % сформирован крупноклеточным представителем отдела Dynophyta – *Ceratium hirundinella* (O.F. Mull.) Bergh. Средняя биомасса за период исследования составила 17,3 мг/л.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА ...

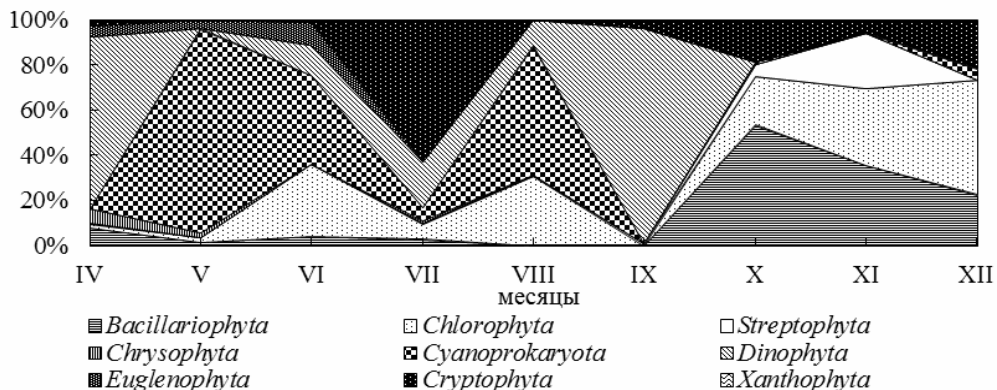


Рис. 5. Соотношение долей разных отделов водорослей по биомассе, пр. Поплавок в течение года.

Сезонная динамика фитопланктона пруда так же, как и в любом водоеме, определялась комплексом таких факторов, как температура, перманганатная окисляемость и содержание биогенных элементов. Однако тесной положительной корреляционной зависимости этих факторов с численностью и биомассой водорослей не выявлено.

В 2015 г. конец весны и первая половина лета были прохладными (среднемесячные температуры воздуха с мая по июль были ниже климатической нормы на 0,4–0,9 °С), в то время как остальная часть года, и особенно ноябрь – декабрь – очень теплыми (среднемесячная температура воздуха превысила среднемноголетние значения на 2,8 и 4,8 °С соответственно) [15].

Температура воды в пруду в период исследований в основном была выше температуры воздуха и максимальных значений (около 22 °С на поверхности) достигла к середине лета. Ледовый покров начал формироваться лишь в самом конце декабря. Температурный режим водоема определял продолжительность вегетации водорослей (рис. 6).

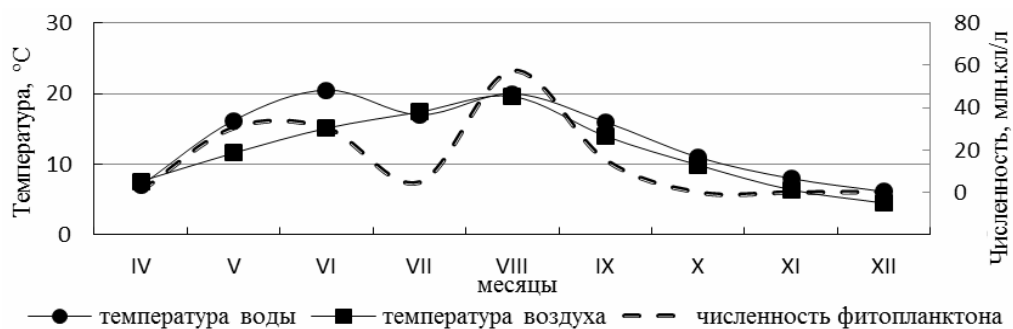


Рис. 6. Динамика общей численности водорослей в зависимости от температуры воды (поверхностный горизонт) пр. Поплавок и температуры воздуха.

В воде пруда содержалось умеренное количество легкоокисляемых органических веществ. Согласно классификации О. А. Алекина [16], перманганатная окисляемость в основном была средней и только в конце лета стала слегка повышенной (рис. 7).

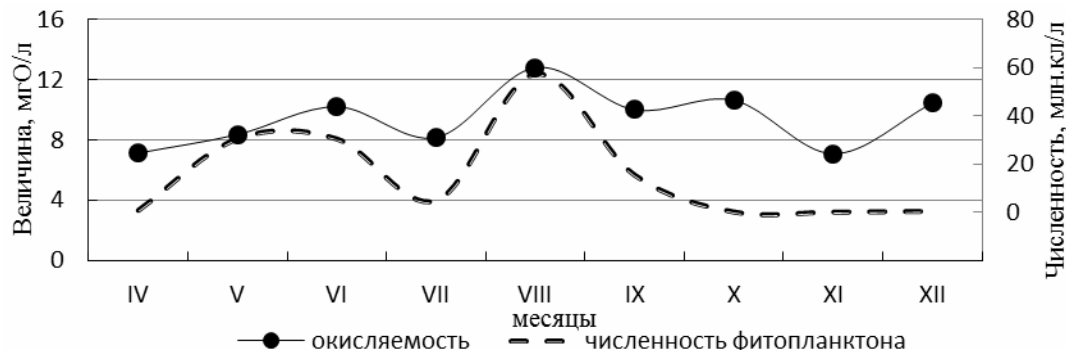


Рис. 7. Динамика общей численности водорослей в зависимости от перманганатной окисляемости воды пр. Поплавок.

Большие концентрации некоторых биогенов в вегетационный период фитопланктона также определяли продолжительность его развития и уровень численности популяций, а их дефицит способствовал его снижению (рис. 8–9).

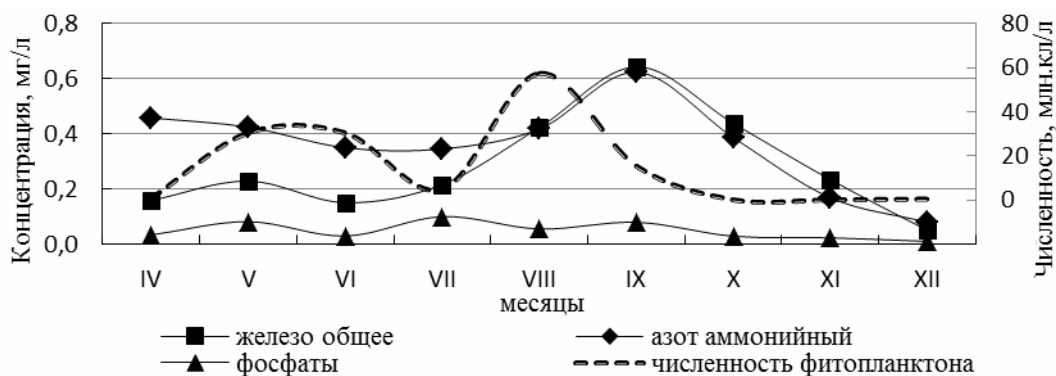


Рис. 8. Динамика общей численности водорослей в зависимости от содержания некоторых биогенных элементов пр. Поплавок.

Содержание исследованных биогенных веществ в воде пруда не слишком велико для поверхностных водоемов (рис. 8–9), их содержание в целом соответствует нормативам для рыбохозяйственных водоемов [17]. Только концентрация общего железа постоянно и существенно многократно превышает рекомендованные значения (более 0,64 мгFe/л в сентябре), что, вероятно, обусловлено преобладающим подземным питанием пруда. Содержание азота

аммонийного также всегда довольно высокое, близкое к предельному, и в сентябре достигает максимума (более 0,6 мг/л).

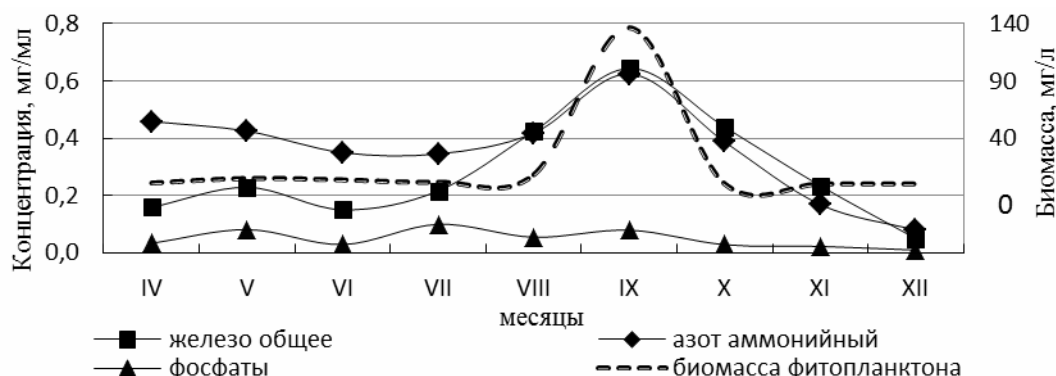


Рис. 9. Динамика общей биомассы водорослей в зависимости от содержания некоторых биогенных элементов пр. Поплавок.

Отсутствие каких-либо стоков, кроме ливневых, позволяют предположить, что присутствие больших количеств ионов аммония связано, главным образом, с протекающими в водоеме биохимическими процессами (деградация белков, дезаминирование аминокислот и др.) и его подземным питанием (для подземных вод Прибалтийского бассейна характерны повышенные концентрации аммония [18]).

Колебание содержания соединений фосфора невелико и в целом соответствует нормальному сезонному ходу. В сентябре совпадают максимальные пики значений биомассы фитопланктона и концентраций азота аммонийного и железа (рис. 7). Однако следует отметить, что осенний пик биомассы связан с развитием только крупноклеточных представителей динофитовых водорослей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что особенности гидрохимического режима пруда Поплавок определили динамику развития фитопланктона. В составе альгофлоры пруда выявлено 132 таксона (из них 79 таксонов определено до вида). В таксономическом плане преобладали представители отдела зеленых водорослей (84 таксона), диатомовых (40) и цианопрокариот (29). Такая структура фитопланктона отмечена и в других водных объектах города, что можно рассматривать как особенность водоемов урбанизированных территорий [19]. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось летом, в период максимального прогрева воды.

Ведущее место в формировании общей численности и биомассы практически на протяжении всего периода исследования занимали цианопрокариоты – *Dolichospermum spiroides* (Klebhan) Wack., L.Hoffm. & Kom., *Dolichospermum planctonicum* (Brun.) Wack., L.Hoffm. & Kom. и *Dolichospermum circinale* (Raben. ex

Born. & Flah.t) P. Wack., L. Hoffm. & J. Kom. В общей численности фитопланктона весной и зимой была отмечена высокая доля зеленых водорослей *Crucigenia rectangularis* (Nägeli) Gay и *Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory. В биомассе фитопланктона выявлена огромная доля водорослей отдела динофитовых (*Ceratium hirundinella* (O. F. Mull.) Bergh.), занимающих до 95 % в общей биомассе сентябрьских проб, доля криптофитовых водорослей в июле (более 50 %) (*Cryptomonas ovata* Ehrenb.), а также зеленых (*Pandorina morum* (O. F. Müller) Bory, *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh.), стептофитовых (*Closterium macilentum* Gréb.) и диатомовых водорослей в осенне-зимний период.

Таким образом, ход сезонной динамики фитопланктонного сообщества и рассмотренных гидрохимических показателей вод пруда Поплавок в период изучения в 2015 г. соответствует состоянию эвтрофного водоема: значительное содержание железа и азота аммонийного; доминирование цианопрокариот в течение вегетационного сезона; годовой максимум биомассы в период максимального развития фитопланктона в августе – сентябре (цветение); большая роль перединеев, в частности *Ceratium hirundinella* (O.F. Mull.) Bergh. По показателю средневегетационной биомассы воды пруда относятся к высокоэвтрофным [19].

Список литературы

1. Цупкиова Н. А. Облагораживание и очистка малых водоемов как фактор формирования гидрохимических условий на примере пр. Поплавок (г. Калининград) / Н. А. Цупкиова, А. С. Дроздова // Лучшая научно-исследовательская работа 2016: Сборник статей V Международного научно-практического конкурса / Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2016. – С. 277–281.
2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В. А. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
4. Komarek J. Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales / Komarek J., Anagnostidis K. // Susswasserflora von Mitteleuropa. Band 19/1. Jena–Stuttgart–Lubeck–Ulm. : Gustav Fischer, 1998. – 548 p.
5. Komarek J. Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales / Komarek J., Anagnostidis K. // Susswasserflora von Mitteleuropa. Band 19/2. Munchen : Elsevier, 2005. – 759 p.
6. Komarek J. Cyanoprokaryota. 3. Heterocytous Genera / Komarek J. // Susswasserflora von Mitteleuropa. Band 19/3. Spektrum Akademischer Verlag : Budel, B., Gartner, G., Krienitz, L, Schagerl, 2013. – 1130 p.
7. Wacklin P. Nomenclatural validation of genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Borne et Flahault) comb. Nova / Wacklin P., Hoffmann L., Komarek J. // Fottea. – 2009. – 9(1). – P. 59–64.
8. Капустин Д. А. Новые номенклатурно-таксономические комбинации у эвгленофитовых водорослей / Капустин Д. А. // Альгология. – 2011. – Т. 21, № 1. – С. 137–144.
9. Медведева Л. А. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. / Медведева Л. А., Никулина Т. В. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 271 с.
10. Волошко Л. Н. Современная система золотистых водорослей (*Chrysophyta*) / Волошко Л. Н. // Бот. журнал. – 2008. – Т. 93, № 8. – С. 1250–1264.
11. Крахмальный А. Ф. Динофитовые водоросли Украины (иллюстрированный определитель / Крахмальный А. Ф. // Отв. ред. П. М. Царенко. – Киев: Альтерпрес, 2011. – 444 с.
12. Царенко П. М. Номенклатурно-таксономические изменения в системе "зеленых" водорослей / Царенко П. М // Альгология. – 2005. – Т. 15, № 4. – С. 459–467.
13. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. / Семенов А. Д. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541с.