

УДК 581.232:26

## СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ФИТОПЛАНКТОНА УСИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРИОД «ЦВЕТЕНИЯ» ВОДЫ

© 2016 О.Г. Горохова

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 25.05.2016

Представлены результаты исследований состава и структуры сообществ планктона Усинского залива в период «цветения» воды, вызванного развитием *Cyanoprokaryota*. Приводятся данные о составе видов, вызывающих «цветение», их численности, биомассе, распределении в фитопланктоне залива.  
*Ключевые слова:* «цветение» воды, *Cyanoprokaryota*, Усинский залив Куйбышевского водохранилища

*Работа выполнена в рамках Государственного задания  
и программ Отделения биологических наук РАН*

### ВВЕДЕНИЕ

Одно из проявлений состояния водоёмов при эвтрофировании – ежегодное летнее «цветение» воды, которое сопровождается выделением метаболитов и токсинов водорослей, ухудшением кислородного режима, проблемами водопользования. Наблюдение за составом видов, дающих вспышки массовой вегетации, оценка уровня их развития в планктоне, выявление водорослей, вызывающих токсичное «цветение» и идентификация токсинов – задачи экологического мониторинга. В особенности актуальны такие исследования для малых водоёмов и водотоков, имеющих небольшую экологическую ёмкость, но активно и комплексно используемых человеком.

Экологическое состояние малых рек Самарской области характеризуется целым рядом проблем. Помимо сельскохозяйственного и промышленного загрязнения самих рек и их водосборов, к негативным факторам относятся распашка земель и сведение лесов вплотную к берегам, создание водохранилищ и прудов на малых реках, излишний водозабор, осушение болот [1, 2]. Одной из причин экологического неблагополучия является также трансформация естественного гидрологического режима в устьях рек и его зависимость от водохранилищ. Например, при создании Куйбышевского водохранилища произошло затопление долин его притоков. В зоне подпора оказались участки нижнего течения равнинных рек (Уса, Б.Черемшан и др.). Здесь сформировались так называемые устья-заливы со своеобразным гидрологическим и гидрохимическим режимом, меняющим ход биологических процессов.

Уже в первые годы после образования Куйбышевского водохранилища исследователи отмечали «цветение» воды Приплотинного плеса и крупных  
*Горохова Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологии малых рек. E-mail: o.gorokhova@yandex.ru*

заливов, связанное с обильным развитием сине-зеленых водорослей [3, 4, 5]. Специфика гидрологических условий в застойных и слабопроточных зонах, таких как мелководные участки и заливы, способствует развитию *Cyanoprokaryota*, увеличению продолжительности и интенсивности «цветения». В Усинском заливе эти явления наблюдаются ежегодно. Река Уса, как и другие притоки Волжских водохранилищ, испытывает значительную антропогенную нагрузку, качество ее вод характеризуется в разные годы III-VI классом – «умеренно загрязненная - очень грязная» [1, 6].

Цель данной работы – характеристика количественных и структурных особенностей альгоценозов в период «цветения» воды, изучение таксономического состава *Cyanoprokaryota*, выделение группы видов, вызывающих «цветение» и характеристика их роли в сообществах фитопланктона Усинского залива.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Река Уса – правобережный приток Куйбышевского водохранилища [7]. Участок ее нижнего течения, затопленный при создании водохранилища, находится в зоне максимального подпора его водами (район Приплотинного плеса) и представляет собой залив протяженностью более 45 км до устья р. Тишерек – притока самой Усы (рис. 1). Ширина Усинского залива около 4 км (на участке между населенными пунктами Комаровка – Междуреченск), глубина в месте соединения с водохранилищем до 23 м, с понижением до 8 м в районе п. Красный Миронов.

Оценка современного состояния фитопланктона Усинского залива выполнена по данным наблюдений в 2012-2015 гг. Рекогносцировочные исследования в августе 2012 г. проведены в составе экспедиции лаборатории экологии малых рек в период интенсивного «цветения» воды в Усинском заливе. Пробы фитопланктона собраны

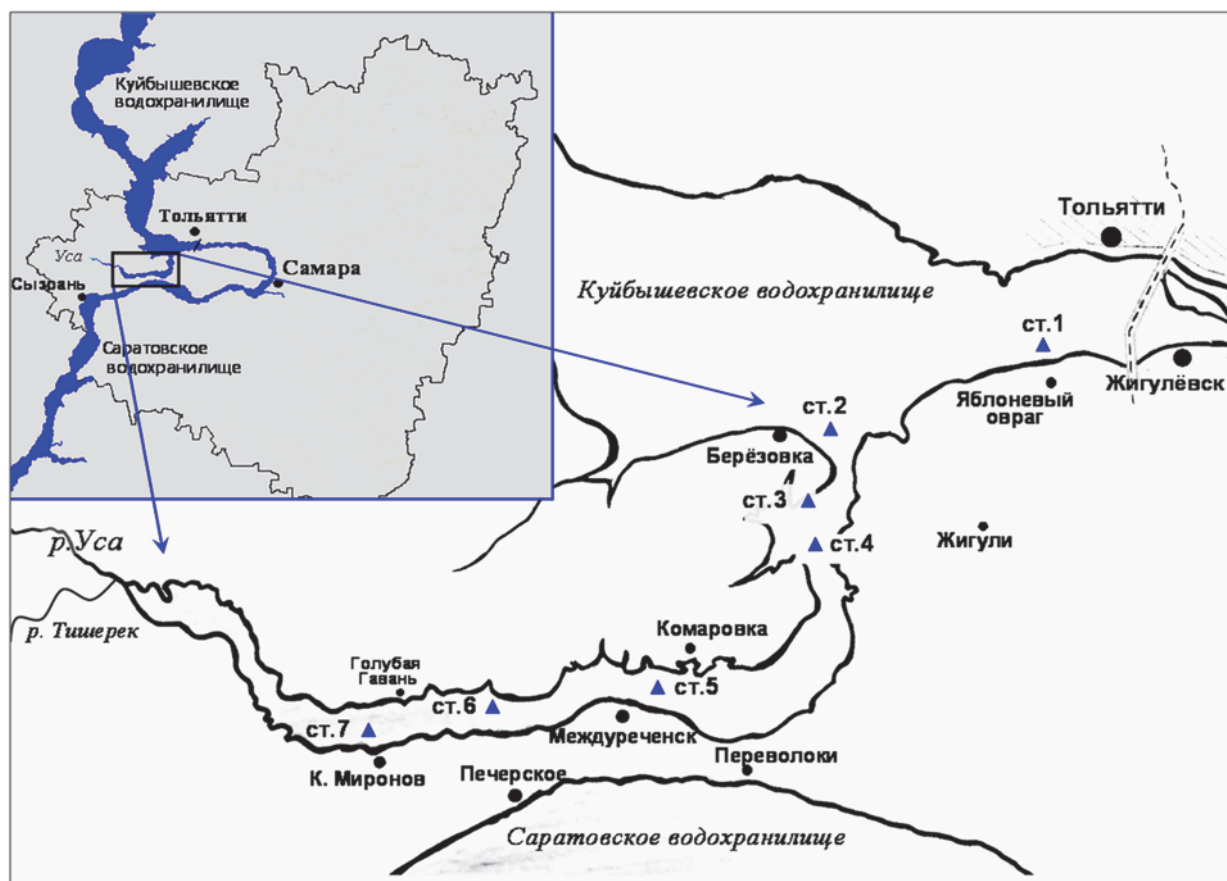


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб в Усинском заливе

16-18 августа на шести станциях, начиная с участка соединения залива с водохранилищем (ст. 2) и далее на расстоянии – 7, 10, 20, 28, 35 км (ст. 3-7), а также в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища на русловой станции (ст. 1). Всего было собрано 28 проб на русле и в прибрежье. Вертикальное распределение фитопланктона исследовали на ст. 2 и 3, где глубина достигала 15-20 м. Отбор проб на ст. 4-7 осуществляли с поверхностного и придонного горизонтов. В 2013 г. эпизодический сбор проб фитопланктона проводили в районе поселка Междуреченск (ст. 5) в мелководной зоне (глубина до 1,5 м) для уточнения видового состава цианопрокариот. В 2014-2015 гг. пробы на ст. 5 отбирали с частотой 2 раза в месяц (с 23 мая по 2 ноября) для характеристики сезонной динамики Cyanoprokaryota в альгоценозах мелководий.

Воды Усинского залива характеризуются невысокой прозрачностью в период «цветения». Так, в августе 2012 прозрачность составляла 0,25-1 м; в то же время на русловой станции Куйбышевского водохранилища ее величина достигала 2,5 м. В 2014-2015 гг. прозрачность изменялась от 1,0-1,3 м (в мае и ноябре) до минимальных величин – 0,15-0,20 м (в июле-августе). Для температурного режима Усинского залива характерен быстрый прогрев мелководной зоны. Например, в конце апреля 2013 г. температура воды в районе п. Междуреченск достигала 14-16

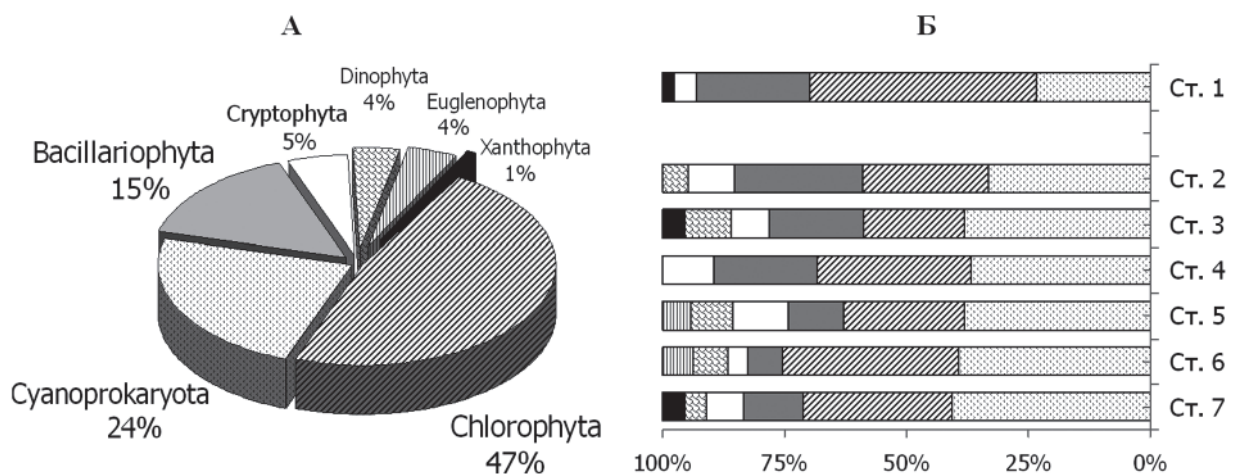
°С, в мае 2014-15 гг. составляла не менее 15-18 °С. Летом температура на разных участках залива изменяется в поверхностном горизонте от 18 до 22 °С. В октябре происходит её понижение (менее 15 °С).

Отбор и обработка проб фитопланктона проведены в соответствии с методами, принятыми при альгологических исследованиях, биомасса вычислена счетно-объемным способом [8]. Для характеристики сообществ использовали показатели: численность (млн кл./л), биомассу (мг/л), индексы видового разнообразия Шеннона (бит/экз.) и выравненности Пиелу [8]. К массовым видам (субдоминантам и доминантам) отнесены виды, формирующие от 5 до 10 % и более 10 % суммарной численности или биомассы фитопланктона соответственно. Cyanoprokaryota приводятся по: J. Komarek, K. Anagnostidis [9, 10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В августе 2012 г. фитопланктон Усинского залива был представлен 123 таксонами (рангом ниже рода) из 7 отделов: Cyanoprokaryota (Cyanophyta) – 29, Bacillariophyta – 19, Xanthophyta – 1, Cryptophyta – 6, Dinophyta – 5, Euglenophyta – 5, Chlorophyta – 58 (рис. 2).

Основу альгофлоры формировали три отдела, причем на долю Cyanoprokaryota при-

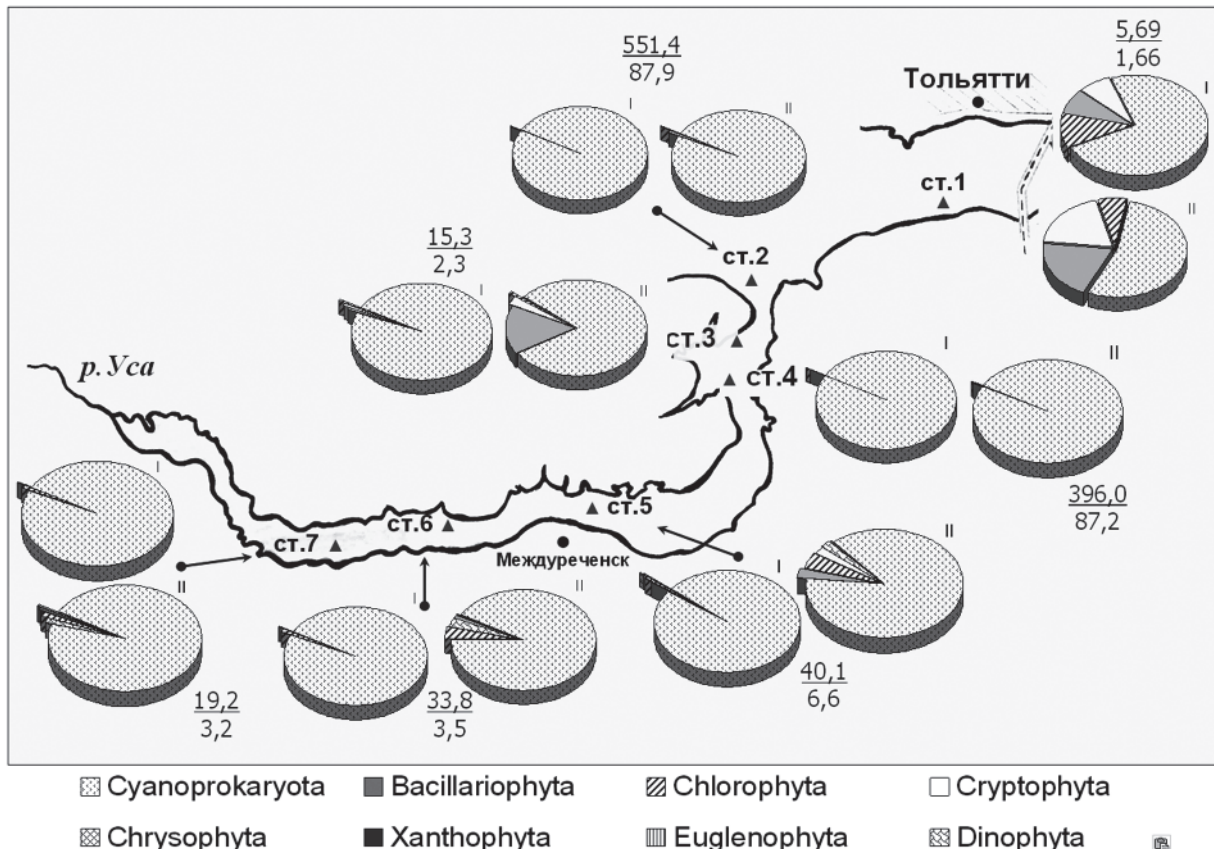


**Рис. 2.** Доля отделов в составе альгофлоры летнего планктона Усинского залива (А); распределение числа видов по отделам на каждой станции отбора проб (Б).

ходила почти четверть общего числа видов (рис. 2А). Как правило, наибольшее разнообразие Суанопрокaryота наблюдается именно в летне-осеннем планктоне, однако, в водохранилищах волжского каскада они уступают по видовому богатству Chlorophyta и Bacillariophyta [11, 12]. В планктоне Усинского залива Суанопрокaryота преобладали в структуре альгофлоры на всех станциях (рис. 2Б). Число их представителей на разных участках составляло от 5 до 15 видов в пробе (32–67 % общего числа таксонов), а на долю

зелёных и диатомовых водорослей приходилось 1–43 и 3–47 % соответственно.

Количественное развитие фитопланктона на всем протяжении Усинского залива также определяли Суанопрокaryота, которые доминировали не только по численности, но и по биомассе. Вклад водорослей других отделов был невысок, с заметной долей лишь у диатомовых и зеленых на отдельных станциях (рис. 3). Интенсивное «цветение воды» за счет обильного развития водорослей и доминирование по биомассе планктонных



видов цианопрокариот рассматривается исследователями как признак неблагополучия, поскольку свидетельствует об избытке биогенов, в том числе, в результате антропогенного эвтрофирования [11-14]. Уровень развития планктонных видов Cyanoprokaryota в водах Усинского залива был на 1-3 порядка выше, чем на русловом участке Куйбышевского водохранилища (ст. 1). Максимальные показатели обилия видов, вызывающих «цветение», отмечены в устье Усинского залива (ст. 2) и в 10 км от устья (ст. 4); сравнительно невысокая численность Cyanoprokaryota отмечена на расстоянии 7 км от устья на ст. 3 (табл. 1), что

может быть связано с ветровым сгоном поверхностных водных масс. Далее, по мере удаления от водохранилища, степень «цветения» воды в заливе уменьшается.

Для информативной характеристики состояния водных объектов необходима идентификация состава видов, вызывающих «цветение» и оценка их значимости в планктоценозах. В табл. 1. показан состав и количественные характеристики доминантов и субдоминантов планктона на русловых станциях Усинского залива в период «цветения» воды. В основном это Cyanoprokaryota: *Microcystis aeruginosa* Kütz.

**Таблица 1.** Состав доминантов и субдоминантов, их численность (млн кл./л, %) и биомасса (мг/л, %) в сообществах фитопланктона на русловых станциях Усинского залива (2012 г.) \*

Станция	Массовые виды	
	по численности	по биомассе
<b>Ст. 1</b> (Куйбышевское в-ще, русло)	<i>Microcystis wesenbergii</i> - 0,98 (17 %)	<i>Microcystis wesenbergii</i> - 0,31 (19 %)
	<i>Pseudanabaena limnetica</i> - 0,85 (15)	<i>Chroomonas acuta</i> - 0,29 (17)
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 0,69 (12)	<i>Anabaena planctonica</i> - 0,25 (15)
	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 0,63 (11)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 0,15 (9)
	<i>Microcystis pulvereae</i> - 0,47 (8)	<i>Pseudanabaena limnetica</i> - 0,08 (5)
	<i>Chroomonas acuta</i> - 0,38 (7)	
	<i>Anabaena planctonica</i> - 0,28 (5)	
<b>Ст. 2</b> (устье Усинского залива)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 293,40 (53)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 69,24 (79)
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 196,01 (36)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 11,56 (13)
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> - 43,68 (8)	<i>Anabaena flos-aquae</i> - 5,46 (6)
<b>Ст. 3</b> (Усинский залив, 7 км от устья)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 6,13 (40)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 1,44 (62)
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 4,84 (32)	
	<i>Microcystis pulvereae</i> - 1,85 (12)	
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> - 1,42 (9)	
<b>Ст. 4</b> (Усинский залив, 10 км от устья)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 201,01 (34)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 47,44 (54)
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 83,45 (14)	<i>Anabaena flos-aquae</i> - 17,59 (20)
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> - 44,00 (7)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 4,92 (6)
	<i>Anabaena flos-aquae</i> - 39,00 (6)	
<b>Ст. 5</b> (Усинский залив, 20 км от устья)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 1,65 (34)	<i>Microcystis wesenbergii</i> - 0,15 (46) <i>Microcystis aeruginosa</i> - 0,41 (44)
	<i>Microcystis wesenbergii</i> - 1,28 (26)	
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> - 0,80 (16)	
	<i>Microcystis pulvereae</i> - 0,58 (12)	
	<i>Planktothrix agardhii</i> - 0,36 (7)	
	<i>Planktolyngbya limnetica</i> - 0,31 (6)	
<b>Ст. 6</b> (Усинский залив, 28 км от устья)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 9,75 (38)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 2,30 (66)
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 7,20 (28)	<i>Anabaena flos-aquae</i> - 0,54 (16)
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> - 6,40 (25)	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> - 0,43 (12)
	<i>Anabaena flos-aquae</i> - 1,20 (5)	
<b>Ст. 7</b> (Усинский залив, 35 км от устья)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 6,30 (33)	<i>Microcystis aeruginosa</i> - 1,49 (46) <i>Ceratium hirundinella</i> - 0,44 (14) <i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> - 0,31 (10)
	<i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> - 4,60 (24)	
	<i>Planktothrix agardhii</i> - 1,20 (6)	
	<i>Pseudanabaena mucicola</i> - 1,15 (6)	
	<i>Geitlerinema amphibium</i> - 0,96 (5)	
<i>Microcystis pulvereae</i> - 0,95 (5)		

\*Приведены данные для поверхностного горизонта

emend. Elenk., *M. wesenbergii* Kom., *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Pseudanabaena mucicola* (Hub.-Pest. et Naum.) Schwabe. Эти виды отличались максимальной частотой встречаемости – были отмечены в 80-100 % проб. Кроме того, к массовым относились *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom., *M. pulvereae* (Wood) Forti emend Elenk., реже *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn.et. Kom., *Aphanizomenon issatschenkoi* (Usacev) Proschk.-Lavr. и *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb. Все перечисленные виды цианопрокариот являются широко распространенными в разнообразных пресных, а также солоноватых континентальных водах, стоячих и медленно текущих, эвтрофных – прудах, озерах, водохранилищах, равнинных реках. Большинство из них чаще других достигают массового развития в планктоне и являются причиной «цветения» воды, в том числе токсичного [11-16]. Лишь два вида из состава массовых в планктоне Усинского залива относились к другим таксономическим группам: *Chroomonas acuta* Uterm. (Cryptophyta) и *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Duj. (Dinophyta), их присутствие в доминирующем комплексе носило эпизодический характер.

На всей акватории Усинского залива основным структурообразующим видом в планктоценозах был *Microcystis aeruginosa*: его доля в суммарной численности и биомассе, как правило, составляла не менее 30 %. Второстепенное значение имели *Microcystis wesenbergii* и *M. pulvereae* (табл. 1). Вид *Aphanizomenon flos-aquae* развивался на всех участках залива, с максимальной численностью на ст. 2 и 4, где был основным содоминантом *M. aeruginosa*. Вид *Pseudanabaena mucicola*, эндосимбионт *Microcystis aeruginosa* и *M. wesenbergii* в большом количестве отмечен в слизи их колоний (табл. 1). Из видов рода *Anabaena* на отдельных участках Усинского залива в массе отмечена *A. flos-aquae* (табл. 1). Другие виды этого рода найдены спорадически чаще в качестве субдоминантов: *A. planctonica* Brunn. – на всей акватории залива, *A. mendotae* Treleas. – у п. Междуреченск.

Из нитчатых форм *Cyanoprokaryota* (порядка *Oscillatoriales*) на всех участках Усинского залива встречены *Planktothrix agardhii*, *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena limnetica*. Эти представители так называемого «планктотрихетового комплекса», успешно развиваясь в широком диапазоне световых, температурных, трофических условий, не только доминируют в планктоне различных водоемов, но могут вытеснять другие виды цианопрокариот. Подобные процессы отмечены исследователями в последние десятилетия. В частности для водоемов бассейна Волги и волжских водохранилищ отмечено усиление роли *P. agardhii* – вида, вызывающего токсичное «цветение», индикатора гиперэвтрофного состояния водоемов, способного к гетеротрофному

росту при высоком содержании органических веществ [11, 13, 15].

По данным наших исследований в планктоне Усинского залива преимущественно доминируют лимнофильные виды, развивающиеся в массе и в водохранилищах волжского каскада [11, 12, 17]. Например, в планктоне мелководий верховьев Куйбышевского водохранилища преобладают *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *A. scheremetievi* Elenk., *Microcystis aeruginosa*, *M. pulvereae*, *Gomphosphaeria lacustris* Chod. [17]. Согласно литературным сведениям к составу видов, являющихся причиной «цветения» воды в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища принадлежат: *Aphanizomenon flos-aquae*, *M. aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *M. pulvereae*, *Anabaena flos-aquae*; эти виды чаще других доминируют в летне-осенних планктоценозах [3, 5, 12]. Комплекс массовых видов Усинского залива имеет большое сходство с составом доминантов приплотинной части водохранилища (табл. 1), тем не менее, прослеживаются некоторые его изменения по мере удаления от водохранилища. Например, в планктоне Усинского залива вид *P. agardhii* постоянно регистрировался на ст. 4-8, а ближе к устью залива встречался нерегулярно, такое же распределение отмечено у *Aphanizomenon issatschenkoi*. Численность этих видов увеличивается по мере удаления от устья залива и их роль в планктоценозах возрастает. В то же время численность доминантов летнего планктона Куйбышевского водохранилища – *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, видов рода *Microcystis*, а также *Planktolyngbya limnetica* и *Pseudanabaena limnetica*, снижается в этом направлении, хотя они продолжают встречаться на всех станциях. По-видимому, эти изменения состава и обилия доминирующих видов связаны со своеобразием переходной зоны «водохранилище-река», которой является Усинский залив.

Вертикальное распределение фитопланктона в период «цветения» воды показано на рис. 4. Как видно, доминирование цианопрокариот по численности и биомассе характерно для всей водной толщи (рис. 4, I и II), с уменьшением их количества от поверхностных слоев воды к придонным. Другие группы водорослей развивались преимущественно на глубине 6-10 м (рис. 4, Ia), избегая мест с максимальной концентрацией *Cyanoprokaryota*. Это диатомовые (виды рода *Stephanodiscus* и *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim.), зеленые (виды рода *Monoraphidium* и *Coelastrum microporum* Näg. in A. Br.), криптофитовые (*Chroomonas acuta*).

На рис. 4 (I и Ia) структура сообществ фитопланктона по численности показана на шкалах разной размерности.

Исследования фитопланктона Усинского залива на прибрежной ст. 5 у п. Междуреченск в 2013-2015 гг. выявили сроки появления и вегета-

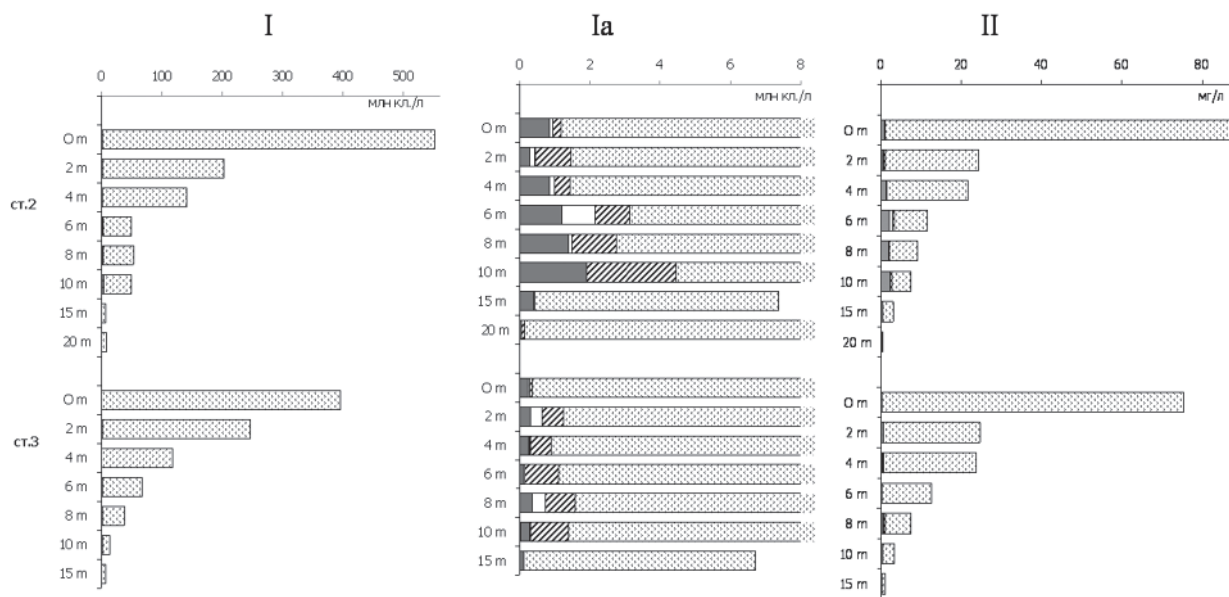


Рис. 4. Вертикальное распределение численности (I, Ia) и биомассы (II) фитопланктона

ции Суанопрокaryota в планктоне и установили их определяющую роль в динамике летне-осенних альгоценозов мелководий. Развитие цианопрокариот начинается ранней весной преимущественно на прибрежных участках, являющихся своеобразными «депо», с которых «цветение» распространяется затем на акваторию. Температура воды здесь уже в конце апреля достигает 13–16 °С. В мае в пробах воды на ст. 5 встречается 1–7 видов Суанопрокaryota. При прогреве воды мелководий выше 16–18 °С отмечается быстрое нарастание численности видов, обуславливающих «первичное цветение»: *Planktothrix agardhii* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Первый значимый подъем численности и биомассы фитопланктона формируется в июне (рис. 5). При этом количественные показатели могут быть очень высокими. Например, в 2015 г. численность фитопланктона в июне достигла 323,8 млн кл./л, биомасса – 33,3 мг/л, при доле Суанопрокaryota 96–99 %.

В первой половине июня «цветение» воды можно наблюдать визуально. Установлено доми-

нирование *Planktothrix agardhii* и *Aphanizomenon flos-aquae*; кроме того, в составе массовых видов отмечены *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis pulverea* и *Planktolyngbya limnetica*. Формирование пиков цветения наблюдалось в 2014 г. в первой декаде июля и второй декаде августа, тогда как в 2015 г. подъем численности Суанопрокaryota, помимо летних месяцев, отмечен и в октябре (рис. 5). Состав доминантов летом и осенью разнообразен; наряду с перечисленными видами массовыми становятся *Microcystis aeruginosa* + *Pseudoanabaena tucicola*, *Pseudoanabaena limnetica* и *A. issatschenkoi*. Видовое богатство Суанопрокaryota в летне-осенний период наибольшее (8–15 видов в пробе), а их доля в суммарной численности и биомассе фитопланктона составляет не менее 75 и 50 % соответственно. Вода в летние месяцы интенсивно окрашена, прозрачность низкая (минимальная до 0,15 м). На поверхности воды в штилевую погоду наблюдается формирование плотных скоплений Суанопрокaryota, при слабом ветре водорослевую массу сгоняет к берегам с образованием

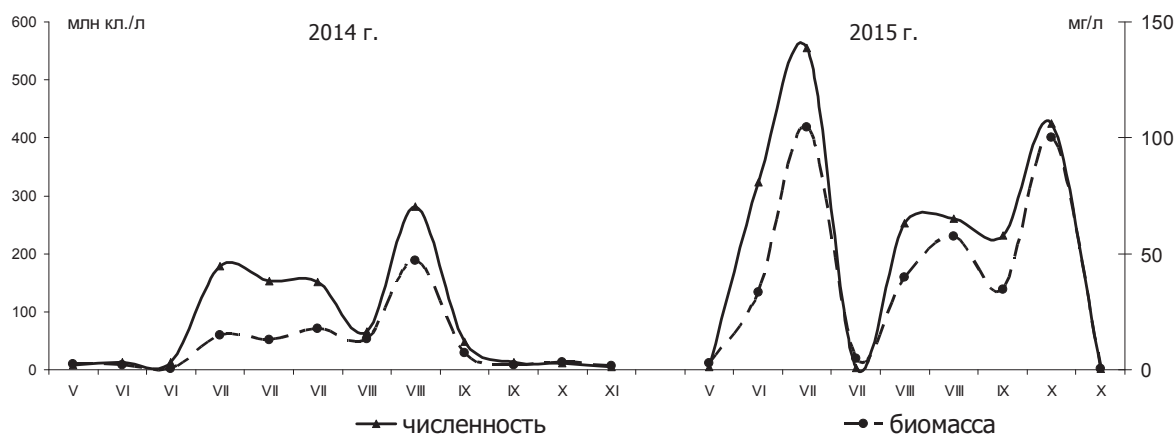


Рис. 5. Сезонная динамика численности и биомассы фитопланктона на мелководной станции у п. Междуреченск

слизистого налета на песке до расстояния 40-70 см от уреза воды. Ветреная погода способствует некоторому перемешиванию и вертикальному распределению цианопрокариот в водной толще. Доминирование *Cyanoprokaryota* характерно для периода с июня до поздней осени (рис. 6).

Во время массового развития *Cyanoprokaryota* структура сообществ фитопланктона Усинского залива проявляет черты упрощения – наблюдается уменьшение видового разнообразия и выравнивания (рис. 7). Так, в 2014 г. видовое

разнообразие альгоценозов резко снижалось от 3,2 до 1,0 бит/экз. с 25 мая до 14 июня, после чего величины индекса Шеннона не превышали 1,2-1,6 бит/экз., затем увеличивалось до 2,9 бит/экз. в период снижения интенсивности «цветения». Аналогичная динамика характерна и для индекса выравнивания Пиелу (рис. 7). В 2015 г., при характерном для года высоком уровне развития *Cyanoprokaryota*, значения индекса разнообразия изменялись в пределах 0,4-2,3 бит/экз., а в их динамике отчетливо проявлялась зависимость от периодов формирования пиков «цветения»

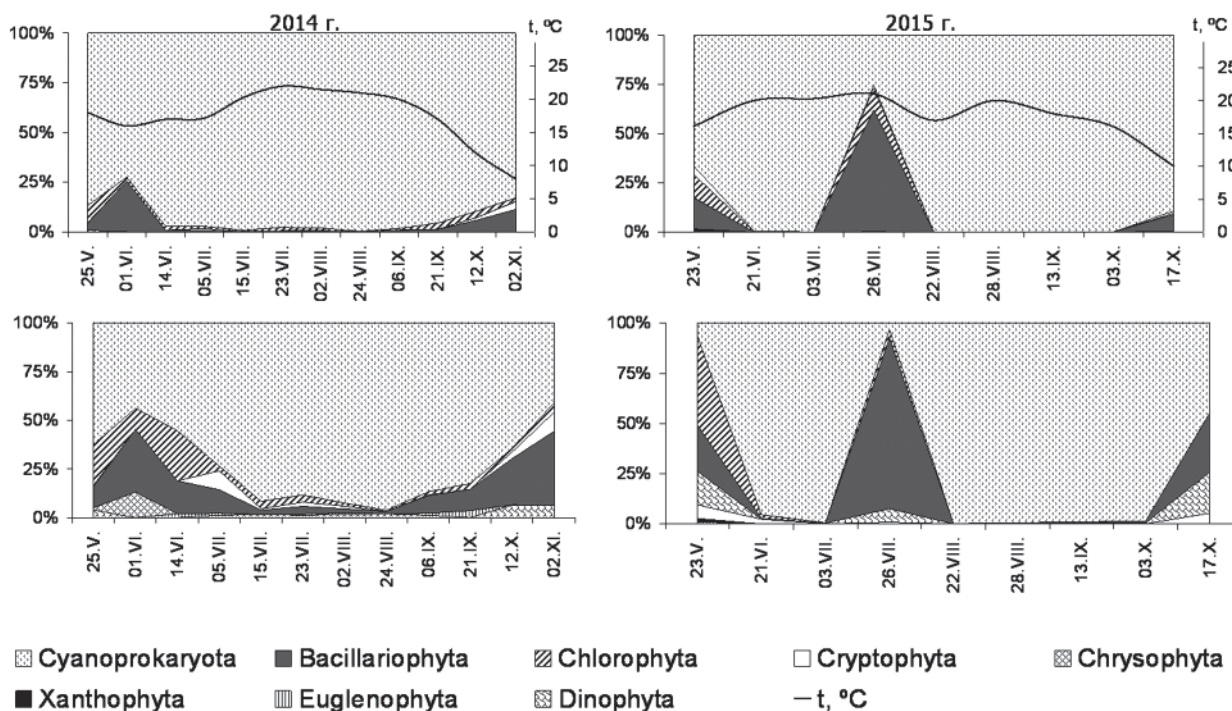


Рис. 6. Сезонная динамика таксономических групп в фитопланктоне мелководий у п. Междуреченск (в %) :  
I – численность, II – биомасса, t – температура воды

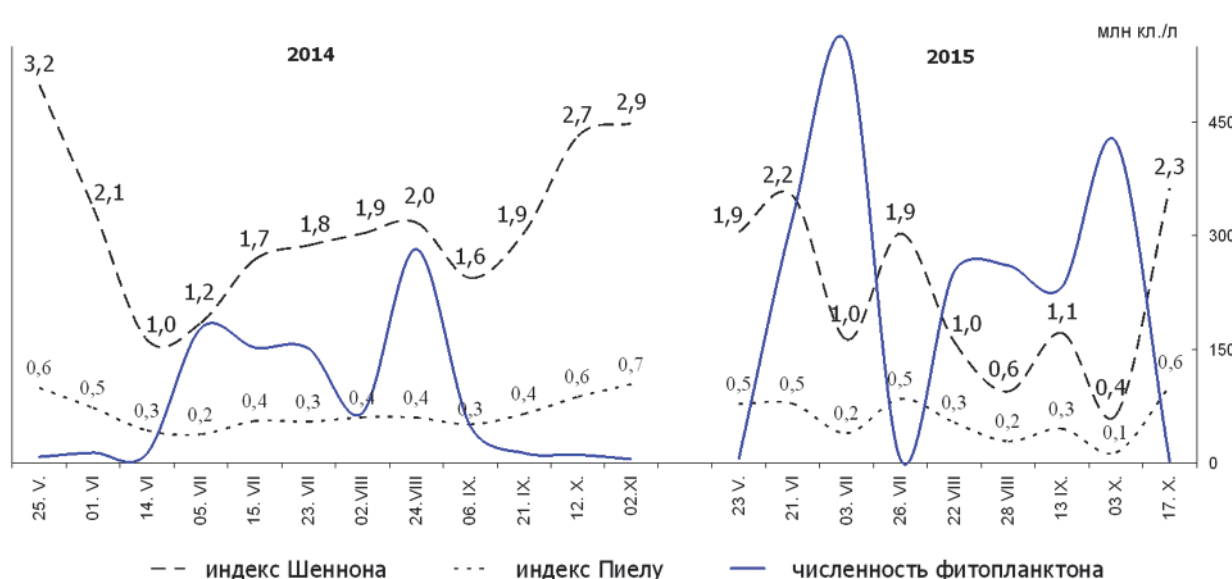


Рис. 7. Сезонная динамика биоэкологических индексов и общей численности сообществ фитопланктона мелководий у п. Междуреченск

(рис. 7). Вертикальное распределение величин численности фитопланктона и биоценологических индексов во время «цветения» характеризуется снижением последних в слое воды 0-2 м, где отмечены максимальные концентрации Суанопрокарюта (август 2012 г.).

Интересно отметить, что в отдельные годы (2015 г.) можно наблюдать периоды, когда вода Усинского залива (у п. Междуреченск) полностью очищается, прозрачность её значительно увеличивается, «цветение» отсутствует. По-видимому, это связано с режимом работы Жигулевской ГЭС и сработкой уровня воды в Куйбышевском водохранилище. Например, в июле 2015 г. (рис. 6) в районе исследования зарегистрирован диатомовый планктон с доминированием *Aulacoseira granulata*. При этом численность и биомасса фитопланктона в водных массах Усинского залива были минимальны и составили всего 4,33 млн кл./л, и 4,65 мг/л (рис. 5). Нами установлено, что в реке Уса (выше Усинского залива – от истока до впадения р. Тишерек) в июле-августе 2015 г. развивался в основном диатомовый планктон, численность которого не превышала 0,31 млн кл./л, а биомасса 0,15 мг/л при отсутствии видов, вызывающих «цветение» воды. То есть, в потоке воды р. Уса присутствует реофильный комплекс видов фитопланктона, который можно отметить в заливе только в периоды сработки уровня, когда происходит замена «водохранилищных» водных масс на «речные Усинские».

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным исследований состав Суанопрокарюта Усинского залива насчитывает 35 видов. Из них 11 достигают массового развития в планктоне и являются видами, вызывающими «цветение» воды: *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *M. pulverea*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *A. issatschenkoi*, *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae*, *A. planctonica*, *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena limnetica*, *P. mucicola*.

Количественные показатели развития Суанопрокарюта достигают максимальных величин в поверхностном горизонте воды: с численностью до 550,24 млн кл./л (на русловом участке залива), до 554,40 млн кл./л (в прибрежье); биомасса – до 86,99 и 104,09 мг/л соответственно. Обилие водорослей, вызывающих «цветение» уменьшается по мере снижения влияния водных масс водохранилища. Особенностью развития Суанопрокарюта в альгоценозах планктона залива является продолжительное доминирование и массовое развитие видов, вызывающее «цветение» воды с июня по октябрь. Пространственное количественное распределение водорослей на акватории залива зависит от нагонных процессов и режима работы ГЭС.

Выявлено сезонное варьирование видового разнообразия на мелководных участках, связанное с периодами активной вегетации Суанопрокарюта в летнем и осеннем планктоне Усинского залива. В вертикальном распределении фитопланктона в период «цветения» наблюдаются различия в соотношении численности Суанопрокарюта и других таксономических групп водорослей. Установлено снижение численности и биомассы видов, вызывающих «цветение» воды Куйбышевского водохранилища при усилении количественного развития видов *Planktothrix agardhii* и *Aphanizomenon issatschenkoi* (доминантов Усинского залива) в переходной контактной зоне смешения вод водохранилища и залива.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Реки. Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара: СНЦ РАН, 2007. С. 22-29.
2. Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна [под ред. Г.С. Розенберга, Т.Д. Зинченко]. Тольятти: Кассандра, 2011. 322 с.
3. Стройкина В.Г. Численность и биомасса синезеленых водорослей в поверхностном горизонте воды Куйбышевского водохранилища в период цветения 1957-1958 гг. // Бюл. ИБВВ АН СССР. 1960. № 8-9. С. 9-13.
4. Приймаченко А.Д. Синезеленые водоросли планктона Волги до и после зарегулирования стока // Экология и физиология синезеленых водорослей. М.: Наука, 1965. С. 34-39.
5. Гусева К. А., Приймаченко А. Д., Кузьмин Г. В. Фитопланктон р. Волги от верховьев до Волгограда // Волга-1: Тез. докл. Тольятти, 1968. С. 81-83.
6. Зинченко Т.Д. К характеристике малых рек Самарской области // Экологическая ситуация в Самарской области: состояние и прогноз. Тольятти: ИЭВВ РАН, 1994. С. 82-97.
7. Малые реки Волжского бассейна [под ред. Н.И. Алексеевского]. М.: МГУ, 1998. 234 с.
8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
9. Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. T.1. Chroococcales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena. 1998. Band 19/1. 548 s.
10. Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. T.2. Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. München, 2005. Band 19/2. 759 s.
11. Reynolds C.S. Cyanobacterial water blooms // Advances in Botanical Research, 1987. V. 13. P. 67-145.
12. Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовье реки. СПб.: Наука, 2003. 232 с.
13. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-запада России // Товарищество научных изданий КМК, 2006. 367 с.
14. Ляшенко О.А. Развитие *Planktothrix agardhii* (Cyanophyta) в водоемах бассейна верхней Волги // Ботанический журнал. 2001. 56. № 7. С. 61-65.
15. Корнева Л.Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов: Автореф. дис. ... д-ра



- биол. наук. СПб., 2009. 47 с.
16. *Бабаназарова О.В., Сиделев С.И., Зубишина А.А., Рахмангулов Р.А., Юркина А.С.* О необходимости отслеживания структуры фитопланктона при цветении водоемов // Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия. Мат. Всерос. конф. Вологда, 2008. С. 15.
17. *Халиуллина Л.Ю., Яковлев В.А.* Фитопланктон мелководий в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Изд-во АН РТ, 2015. 171 с.

**THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON COMMUNITIES OF THE USINSKI BAY KUIBYSHEV RESERVOIR DURING THE «FLOWERING» OF WATER**

© 2016 O.G. Gorokhova

Institute of Ecology of Volga Basin, RAS, Togliatti

The results of studies composition and community structure of plankton Usinsky gulf during the “flowering” of water caused by the development of Cyanoprokaryota. The data on the species composition, causing “bloom”, their number, biomass, phytoplankton distribution in the Gulf.

*Keywords:* “Flowering” of water, Cyanoprokaryota, Usinsky gulf of the Kuibyshev reservoir.