

## ФИТО-, БАКТЕРИОПЛАНКТОН И ДЕТРИТ ВЕРХНЕВОЛЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И НЕЗАРЕГУЛИРОВАННОГО УЧАСТКА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ В 2011 Г.

© 2014 М.В. Уманская<sup>1</sup>, Е.С. Краснова<sup>1</sup>, А.Б. Комиссаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти,

<sup>2</sup> ФГБУН Институт водных проблем РАН, г. Конаково

Поступила 21.10.2014

В работе представлены результаты анализа фито-, бактериопланктона и детрита участка Верхней Волги в Тверской обл. в период половодья и летней межени в 2011 г. Количественные показатели исследованных компонентов изменялись в следующих пределах: фитопланктон 0,06-13,7 млн кл/л и 54-1695 мг/м<sup>3</sup>, пикофитопланктон 5,6-380 млн кл/л и 3,8-34,2 мг/м<sup>3</sup>, бактериопланктон 0,7-3,6 млн кл/мл и 18-113 мг/м<sup>3</sup>, пикодетрит 0,02-1,03 млн част./мл и 10,8-1097 мг/м<sup>3</sup>, нанодетрит 0,01-0,49 млн част./мл и 71-17997 мг/м<sup>3</sup>. Численность и биомасса фито- и бактериопланктона на исследованном участке увеличиваются при переходе от периода половодья к летней межени, а количество и масса детрита снижаются. В составе фитопланктона преобладают диатомовые, особенно в устьях притоков, пикотианобактерии являются его постоянным, хотя и минорным компонентом. Пико- и нанодетрит играет существенную роль в экосистеме исследованного района Верхней Волги, возможно, в качестве основного источника пищи для зоопланктона. По совокупности абиотических и биотических показателей выделено три группы станций с четко выраженными различиями в составе сестона.

**Ключевые слова:** фитопланктон, бактериопланктон, детрит, Верхняя Волга

### ВВЕДЕНИЕ

Фито- и бактериопланктон играют важнейшую роль в круговороте вещества и энергии в пресноводных экосистемах и являются основным звеном в процессах первичной продукции и деструкции органического вещества. Водоросли планктона, выступающие в роли автотрофов и продуцирующие органическое вещество, являются первичным звеном трофической цепи любого водного объекта, хотя некоторые из них (криптофитовые, эвгленовые водоросли) могут переходить на гетеротрофное питание и использовать в качестве источника пищи готовые органические вещества и бактерии. Мертвое органическое вещество (детрит) аккумулирует в себе запасы энергии, относительно медленно участвующие в биотическом круговороте и играет стабилизирующую роль в экосистемах [3]. Особое значение имеет исследование состояния планктонных сообществ и детрита р. Волги – крупнейшей реки европейской части РФ. Экологическое состояние участка р. Волги в ее верхнем течении и его анализ имеет значение как для данного региона (Тверская обл.), так и для понимания процессов, происходящих на всем протяжении реки. Целью настоящей работы было охарактеризовать фито- и бактериопланктон участка Верхней Волги и проанализировать их взаимоотношения между собой и

детритом в разные фазы гидрологического режима (половодье и летняя межень) в 2011 г.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Район исследования.** Верхневолжское водохранилище, образованное в 1843 г. в результате сооружения деревянной плотины (Верхневолжский бейшлот) недалеко от с. Селище Селижаровского района Тверской области [2], расположено на восточном склоне Валдайской возвышенности и состоит из сообщающихся между собой озёр Стерж, Вселуг, Пено и Волго, причем последнее озеро составляет 60% всей акватории водохранилища [2]. Общая площадь водного зеркала водохранилища составляет 179 км<sup>2</sup>, объём – 0,794 км<sup>3</sup>; при этом площадь зеркала оз. Волго составляет 102 км<sup>2</sup>, объём – 0,338 км<sup>3</sup>, средняя глубина – 3,3 м. По водному балансу Верхневолжское водохранилище относится к стоково-приточному типу, его основными компонентами являются поверхностный приток (90%) и пуски через бейшлот (92%). [4]. Между Верхневолжским бейшлотом и Ивановским водохранилищем расположен незарегулированный участок р. Волги длиной около 350 км, где река течёт в естественном русле [2]. На этом участке в Волгу впадает более 15 притоков, устья четырех из которых были нами исследованы. Антропогенная нагрузка на Верхневолжское водохранилище и незарегулированный участок р. Волги складывается за счёт поступления сточных вод от жилищно-коммунального хозяйства, промышленных предприятий и сельскохозяйственных объектов Пеноского, Селижаровского, Ржевского и Старицкого районов Тверской области и составляет около 7 млн. м<sup>3</sup> сточных вод ежегодно [9].

---

Уманская Марина Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, mvu@fromgu.com; Краснова Екатерина Сергеевна, младший научный сотрудник, krasnova-ec@mail.ru; Комиссаров Алексей Борисович, научный сотрудник, alecol@inbox.ru



Рис. 1. Схема района исследований

**Методы отбора и анализа проб.** Пробы воды на гидрохимический и гидробиологический анализы были отобраны из поверхностного горизонта в мае и июле 2011 г. на 2 станциях в оз. Волго (Верхневолжское водохранилище), 4 станциях на незарегулированном участке р. Волги, и в устьях 4 притоков (рис. 1). Пробы отбирали по общепринятой методике [5], анализ фитопланктона (ФП) проводили по [8] и общепринятым определителям; бактериопланктона (БП) и пико- и нанодетрита (ПД и НД) – по [14-16]. Пикофитопланктон (ПФП) определяли по автофлуоресценции хлорофилла «а», к этой группе относили все цианобактерии и эукариотические водоросли, линейный размер которых не превышал 2 мкм. Гидрохимический анализ был выполнен стандартными методами [11]. Статистическую обработку полученного материала проводили, используя средства STATISTICA6. Для кластерного анализа использовали данные о концентрации биогенных элементов, перманганатной окисляемости, БПК<sub>5</sub>, цветности, численности и биомассе фито- и бактериопланктона, количестве частиц и общей массе детрита. Все данные были преобразованы следующим образом:  $a_i = (x_i - \bar{x}) / \sigma$ , где  $\bar{x}$  – среднее значение,  $x_i$  – значение показателя,  $\sigma$  – стандартное отклонение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Гидрохимическая характеристика** оз. Волго (Верхневолжское водохранилище), р. Волги и ее притоков на участке до г. Тверь в мае-июле 2011 г. представлена в табл. 1. В период наших исследований вода Верхневолжского водохранилища, р. Волги и её притоков по классификации Алекина принадлежала к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, а по величине минерализации (сумма ионов) являлась ультрапресной и пресной [1], что хорошо согласуется с ранее опубликованными данными [4, 6, 7, 12]. Химический состав притоков

характеризуется несколько большим разнообразием, чем в водохранилище и р. Волге (табл. 1). Трофическое состояние Верхневолжского водохранилища (оз. Волго) по среднегодовой концентрации общего фосфора является мезотрофным [6], однако в период наших исследований уровень продуктивности был несколько выше. Индекс трофического состояния [13], рассчитанный по содержанию общего фосфора, показал, что в оба месяца исследованный участок Верхней Волги был эвтрофным, с незначительным снижением в июле ( $61 \pm 4$  в мае и  $56 \pm 3$  в июле). Аналогичные результаты были получены и при использовании классификации OECD [10] – оз. Волго эвтрофно, а незарегулированный участок р. Волга и устья ее притоков – мезотрофно-эвтрофны.

### Фитопланктон.

Общая численность водорослей (нанофитопланктон) на станциях исследованного участка Верхней Волги изменялась в очень больших диапазонах –  $0,06-1,82 \times 10^6$  кл/л в мае и  $0,29-13,72 \times 10^6$  кл/л в июле (рис. 2, табл. 2). На всех станциях было зарегистрировано сезонное увеличение общей численности водорослей в летнюю межень по сравнению с периодом половодья (рис. 2). Наименьшие величины общей численности в оба периода наблюдений были выявлены в устьях рек М. и Б. Коша, а максимальные – у п. Селище (оз. Волго, Верхневолжское водохранилище).

В мае наибольший вклад в численность фитопланктона вносили Bacillariophyta (39-70%). На большинстве станций водохранилища, р. Волги и в устье р. Селижаровки далее в порядке снижения вклада шли: Cryptophyta (22-36%), Cyanobacteria (11-19%) и Chlorophyta (2-8%). В устьях рек М. Коша и Итомля, в отличие от остальных станций вклад криптофитовых водорослей был невелик (2,3-5,5%), тогда как доля зеленых (11,3-14,7%) и золотистых (11,7-13,7%) была существенно выше. Только на двух станциях, Селище и устье Б. Коши, численность цианобактерий (43%) превышала таковую диатомей (36,7-39,4%), третье место там занимали криптофитовые (Селище, 17,1%) и золотистые (Б. Коша, 9,6%) (рис. 1). В июле на первое место по численности на станциях оз. Волго вышли цианобактерии (36-69%), при высоком вкладе криптофитовых (14-32%), зеленых (9-14%) и диатомовых (6-12%). На станциях незарегулированной р. Волги и в устьях ее притоков доминировали зеленые (34-61%), а вклады криптофитовых, диатомовых и цианобактерий в суммарную численность были заметно ниже и сильно изменялись в зависимости от станции (рис. 2). Единственной станцией, где, как и в мае, преобладали диатомовые (60%) осталось устье р. М. Коши, однако и в ней доля зеленых возросла (с 13,3% в мае до 24,7% в июле).

**Таблица 1.** Гидрохимическая характеристика Верхневолжского водохранилища (оз. Волго) и р. Волги на изучаемом участке

| Показатель                            | Оз. Волго   |             | Верхняя Волга |             | Притоки     |             |
|---------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
|                                       | май         | июль        | май           | июль        | май         | июль        |
| Температура, °C                       | 6,9±0,8     | 23,5±0,7    | 8,6±2,0       | 22,9±0,5    | 8,6±0,9     | 22,6±0,9    |
| pH                                    | 7,14±0,0    | 7,49±0,23   | 7,07±0,03     | 7,26±0,25   | 7,14±0,09   | 7,48±0,13   |
| Сумма ионов, мг/л                     | 68,4±3,7    | 84,4±22,5   | 84,6±8,5      | 144,3±29,9  | 69±11       | 177±56      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мэкв% | 81,9±0,3    | 82,2±4,6    | 84,4±2,4      | 86,6±1,1    | 79,8±3,8    | 88,5±5,0    |
| Ca <sup>2+</sup> , мэкв%              | 73,1±4,6    | 74,3±6,3    | 73,0±4,0      | 70,3±2,6    | 74,2±7,8    | 77,8±3,4    |
| Si, мг/л                              | 1,6±0,28    | 0,95±0,35   | 1,88±0,39     | 2,08±0,39   | 1,63±0,45   | 2,83±0,1    |
| Fe общ., мг/л                         | 0,3±0,04    | 0,2±0,09    | 0,22±0,05     | 0,21±0,08   | 0,18±0,02   | 0,32±0,05   |
| Mn <sup>2+</sup> , мг/л               | 0,16±0,06   | 0,02±0,01   | 0,08±0,06     | 0,05±0,02   | 0,05±0,02   | 0,02±0,02   |
| P <sub>мин.</sub> , мгP/л             | 0,005±0,003 | 0,007±0,001 | 0,008±0,005   | 0,013±0,004 | 0,005±0,003 | 0,013±0,004 |
| P <sub>общ.</sub> , мгP/л             | 0,066±0,001 | 0,027±0,006 | 0,059±0,01    | 0,036±0,006 | 0,038±0,007 | 0,041±0,004 |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/л  | 0,29±0,12   | 0,48±0,04   | 0,23±0,04     | 0,32±0,11   | 0,34±0,07   | 0,42±0,06   |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/л  | 0,006±0,003 | 0,002±0,001 | 0,005±0,003   | 0,004±0,001 | 0,004±0,002 | 0,006±0,001 |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/л  | 0,52±0,1    | 0,12±0,02   | 0,7±0,22      | 0,34±0,12   | 0,34±0,09   | 0,25±0,11   |
| Цветность, °Pt                        | 133±34      | 87±23       | 121±9         | 80±17       | 127±14      | 95±37       |
| ПО <sub>2</sub> , мгО/л               | 18,1±2,26   | 21,9±1,1    | 15,45±2,16    | 20,8±2,7    | 19,95±2,78  | 24,4±1,6    |
| БПК <sub>5</sub> , мгО/л              | 1,7±0,14    | 2,1±0,42    | 1,18±0,17     | 1,00±0,19   | 1,33±0,44   | 1,33±0,21   |

Примечание. В таблице приведены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

**Таблица 2.** Характеристика отдельных компонентов сестона на различных станциях Верхней Волги

| Показатель                                        | Оз. Волго  |            | Верхняя Волга |            | Устья притоков |            |
|---------------------------------------------------|------------|------------|---------------|------------|----------------|------------|
|                                                   | май        | июль       | май           | июль       | май            | июль       |
| <b>Численность</b>                                |            |            |               |            |                |            |
| Фитопланктон (10 <sup>6</sup> кл/л), в том числе: |            |            |               |            |                |            |
| Нано                                              | 1,72±0,38  | 8,82±6,94  | 0,93±0,44     | 2,36±0,61  | 0,44±0,71      | 0,97±0,64  |
| Пико                                              | 13±1,41    | 280±50,91  | 8±1,63        | 142±159,83 | 9,99±4,84      | 19,17±6,66 |
| Бактериопланктон, (10 <sup>9</sup> кл/л)          | 1,31±0,16  | 2,69±0,58  | 1,09±0,06     | 1,81±0,87  | 1,03±0,56      | 2,37±0,8   |
| Детрит (10 <sup>9</sup> част./л), в том числе:    |            |            |               |            |                |            |
| Пико                                              | 0,06±0,03  | 0,03±0,01  | 0,5±0,46      | 0,04±0,02  | 0,24±0,41      | 0,15±0,02  |
| Нано                                              | 0,02±0,01  | 0,01±0,0   | 0,23±0,2      | 0,02±0,02  | 0,12±0,16      | 0,02±0,02  |
| <b>Биомасса, мг/л</b>                             |            |            |               |            |                |            |
| Нанофитопланктон                                  | 0,62±0,19  | 1,56±0,2   | 0,48±0,16     | 0,50±0,16  | 0,24±0,32      | 0,55±0,53  |
| Пикофитопланктон                                  | 0,01±0,001 | 0,02±0,004 | 0,01±0,002    | 0,01±0,014 | 0,01±0,003     | 0,01±0,002 |
| Бактериопланктон                                  | 0,07±0,004 | 0,07±0,03  | 0,07±0,01     | 0,04±0,02  | 0,05±0,03      | 0,07±0,03  |
| Пикодетрит                                        | 0,07±0,01  | 0,14±0,13  | 0,53±0,44     | 0,04±0,03  | 0,29±0,23      | 0,04±0,03  |
| Нанодетрит                                        | 0,77±0,12  | 0,94±0,39  | 9,42±7,33     | 2,92±3,47  | 5,24±7,4       | 2,77±1,09  |

Ведущую роль в формировании биомассы фитопланктона играли диатомовые, зелёные и криптофитовые водоросли, на станциях оз. Волго к ним присоединялись цианобактерии, которые вносили значительный вклад только в июле. Сезонные различия характеризовались главенствующей ролью диатомей в мае, когда они формировали от 60% (Селище) до 80% (Старица) общей биомассы водорослей в р. Волге и около 80% – в притоках. В июле в р. Волге и её некоторых притоках значительно возрастала роль зелёных и криптофитовых водорослей. На станциях Пено, Селище и Селижарово заметный вклад в биомассу также вносили динофитовые, эвгленовые и стрептофитовые водоросли (рис. 2).

Кроме нанофитопланктона во всех пробах постоянно регистрировался пикофитопланктон (ПФП) (табл. 2, рис. 3). В его составе преобладали пикоцианобактерии, пикозукариотические водоросли вносили незначительный вклад в общую

численность (2,1-8,0% в мае и 0,5-7,9% в июле на разных станциях). В мае общая численность ПФП была относительно невелика и, в среднем для всех станций, она составила 9,8±3,6 млн кл/л. В июле численность ПФП, также как и нанофитопланктона, на большинстве станций возросла (13,1-380,1; в среднем 120,5 млн кл/л). Наименее выраженный рост численности ПФП был выявлен в устьях притоков (особенно М. Коша и Итомля), а максимальная численность ПФП была обнаружена на ст. Селижарово (рис. 3). Сезонное увеличение биомассы ПФП было не таким значительным из-за увеличения доли более мелких клеток (табл. 2, рис. 3). Хотя численность ПФП превышала таковую нанофитопланктона в 5-200 раз, его биомасса составляла всего 5,5±6,5% в мае и 2,2±1,5% в июле от биомассы нанофитопланктона. Таким образом, в июле при общем увеличении биомассы как нано- так и пикофитопланктона, вклад последнего в суммарную биомассу фототрофного сообщества снизился.

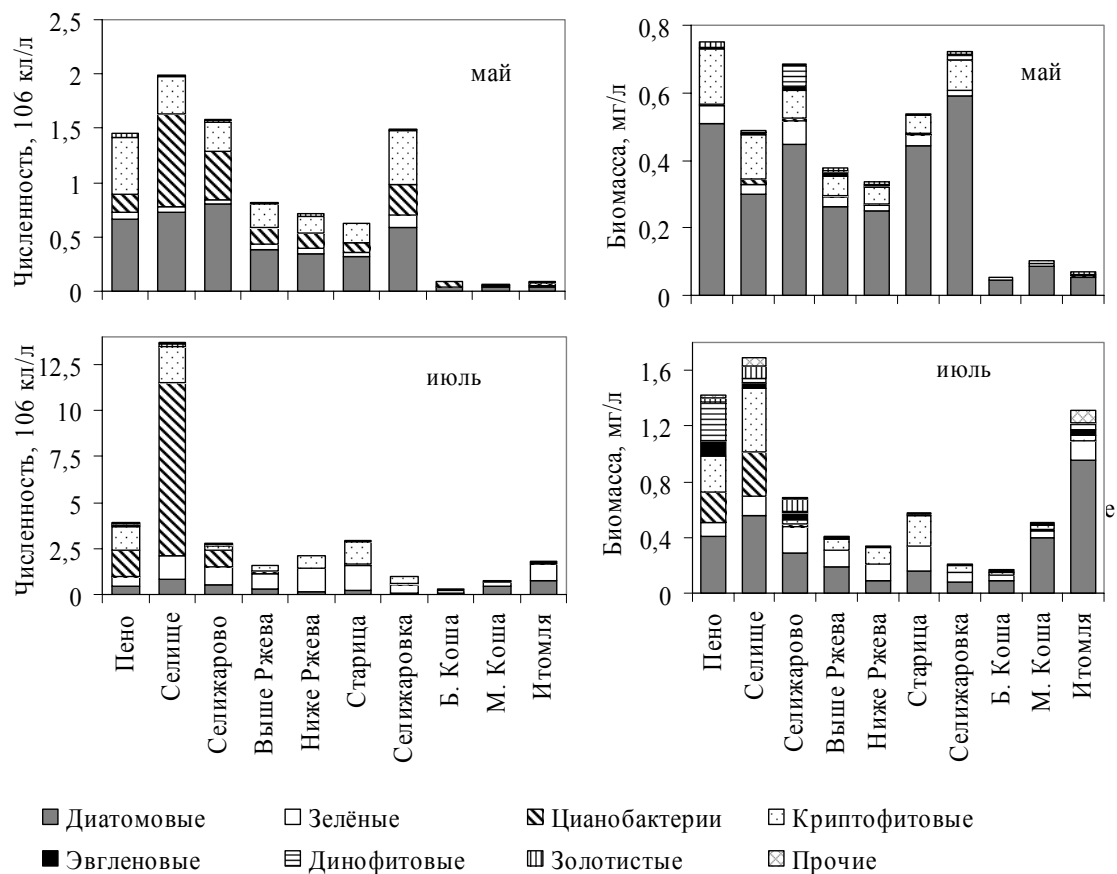


Рис. 2. Численность и биомасса фитопланктона на разных станциях исследованного района

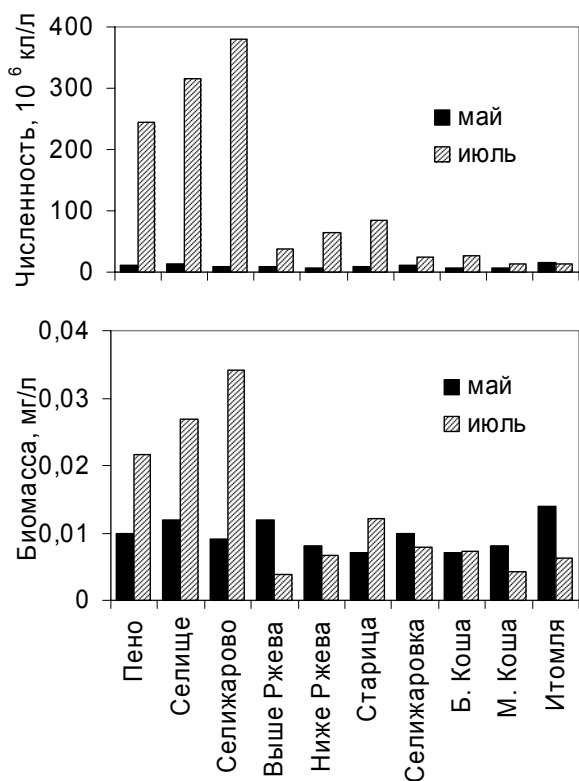


Рис. 3. Распределение пикофитопланктона в мае и июле 2011 г. на разных станциях исследованного участка Верхней Волги



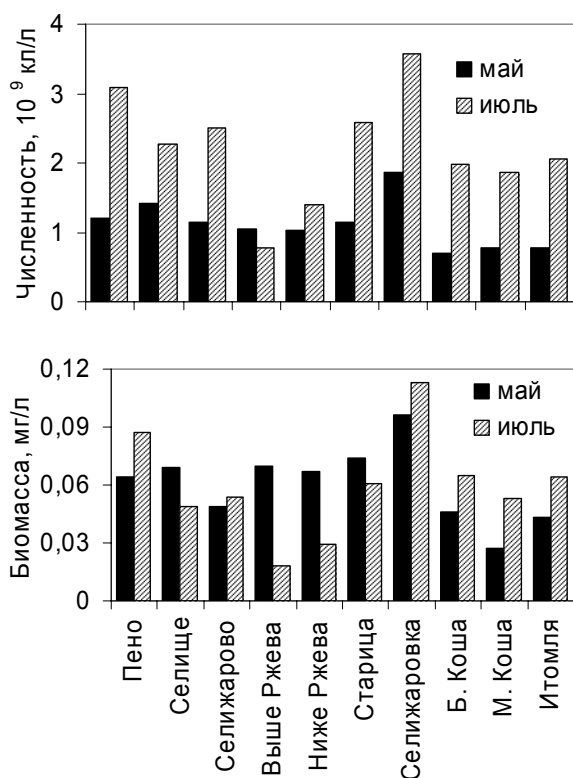


Рис. 4. Распределение бактериопланктона в мае и июле 2011 г. на разных станциях

**Бактериопланктон.** Численность и биомасса бактериопланктона на исследованном участке составили 0,706-3,568 млн кл/мл и 0,018-0,113 мг/л с выраженными различиями как в пространстве так и во времени (табл. 2, рис. 4). В составе бактериопланктона (БП) преобладали одиночные свободно-плавающие клетки, преимущественно коккобациллы, часть бактерий была ассоциирована с детритными частицами, а бактериальные колонии были обнаружены однократно в мае в устье р. Селижаровка (3% общей численности и 8% общей биомассы). В мае наиболее низкая численность и биомасса БП были зарегистрированы в устьях рр. Итомля, Б. и М. Коша (0,70-0,78 млн кл/мл и 0,027-0,046 мг/л), которые берут начало в болотно-лесном массиве на левом склоне долины р. Волги. В устье р. Селижаровки, которая вытекает из оз. Селигер, численность и биомасса БП не отличались от остальных станций водохранилища и незарегулированной р. Волги (рис.1, 4).

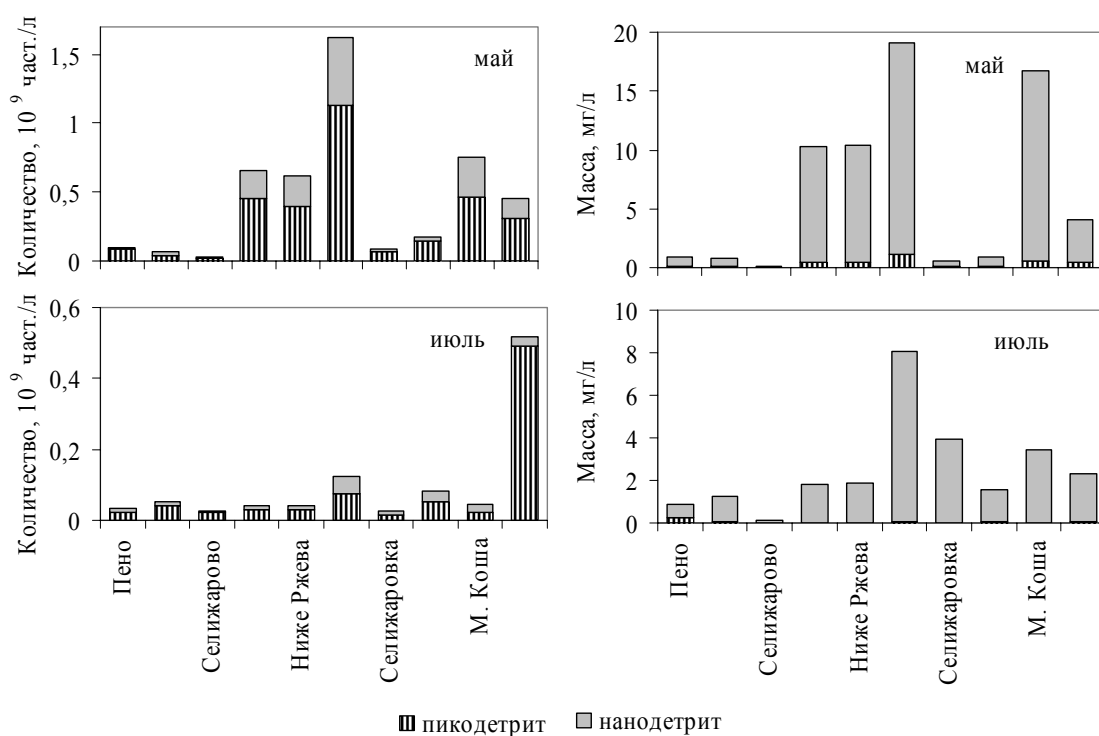


Рис. 5. Количество и масса пико- и нанодетритных частиц на исследованном участке Верхней Волги в мае и июле 2011 г.

В июле количество бактерий увеличилось в 1,5-3 раза на всех станциях, кроме одной, однако каких-либо закономерностей в пространственном распределении бактериопланктона выявить не удалось (рис. 4). По сравнению с изменением численности, биомасса БП осталась почти на прежнем уровне, что связано со сдвигом доминирования от

клеток объемом 0,013-0,1 мкм<sup>3</sup> (82,3% численности) к более мелким клеткам объемом 0,006-0,05 мкм<sup>3</sup> (83,5% численности).

**Детрит.** Существенным компонентом sestона является детрит, который является дополнительным источником пищи для планктонных фильтраторов (протозоо- и микрозоопланктон). В исследо-

ванных пробах были обнаружены частицы размером 0,2-2,0 мкм (пикодетрит, ПД) и 2,0-20,0 мкм (нанодетрит, НД). Изменения количества пико- и нанодетритных частиц и их массы на отдельных станциях и по участкам показаны на рис. 5 и в табл. 2.

Несмотря на то, что количество пикодетрита намного меньше численности бактерий, его масса сопоставима с биомассой бактериопланктона, а в мае на станциях незарегулированной Волги и в устьях притоков, кроме р. Селижаровки, в 7-20 раз превышала ее (рис. 4, 5). Количество нанодетрита на разных станциях было в 1,5-5,7 раза ниже, чем пикодетрита. При этом, за счет своих размеров, нанодетритные частицы формировали значительную массу органического вещества, которая только в оз. Волго была сопоставима с биомассой фитопланктона, а на остальных станциях существенно превышала ее (рис. 2, 5). В летнюю межень количество детрита в воде уменьшилось по сравнению с периодом половодья, но осталось довольно высоким.

Корреляционный анализ, проведенный по всему массиву абиотических и биотических данных показал, что достоверные корреляции между численностью и биомассой фито- и бактериопланктона и содержанием основных ионов в воде отсутствуют. Однако, выявлены достоверные (при  $p < 0,05$ ) корреляции между численностью ПФП и концентрацией  $N-NH_4^+$  ( $r = 0,46$ ); численностью БП и цветностью ( $r = -0,50$ ); количеством пико- и нанодетритных частиц и концентрацией Робщ ( $r = 0,55$  и  $0,52$ , соответственно); биомассой ФП и БП и БПК<sub>5</sub> ( $r = 0,52$  и  $0,66$ , соответственно) и некоторые другие. Поэтому для выделения групп станций были использованы данные о концентрации биогенных элементов, содержании органического вещества, численности и биомассе фито- и бактериопланктона, количестве частиц и общей массе детрита. Несмотря на существенные различия между станциями по абиотическим и биотическим показателям в пространстве и во времени, с помощью кластерного анализа было выделено три кластера, которые близки, но не вполне совпадают с географическим делением района исследований (рис. 6).

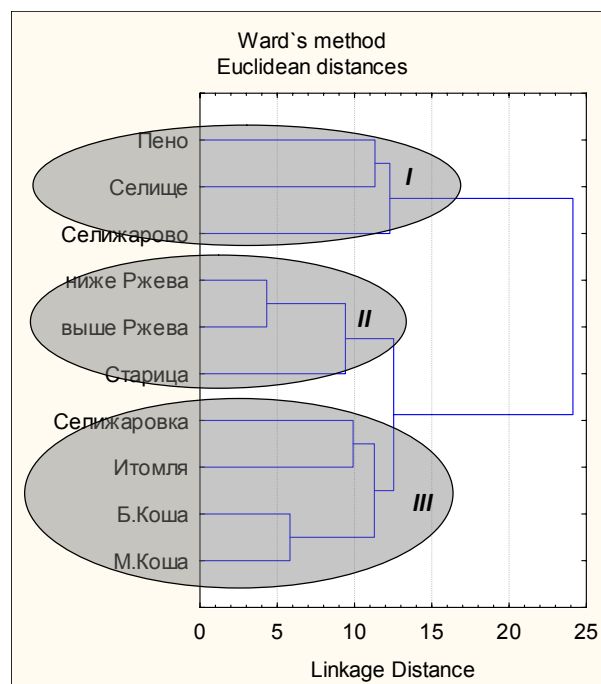


Рис. 6. Дендрограмма результатов кластерного анализа станций исследованного района Верхней Волги по биотическим и абиотическим показателям

Выделенные кластеры различаются по суммарной массе планктона и детрита. В кластере I зафиксирована самая высокая биомасса планктона (1,03 мг/л) и она немного превышает массу детрита. Наоборот, во II и III кластерах биомасса планктона несколько снижается, а масса детрита заметно увеличивается (8,6 и 4,2 мг/л, соответственно). Как видно из табл. 3, во всех кластерах высока доля детрита (39,3-94,6%), причем это характерно не только для сестона в целом, но и для его пикоразмерной фракции (48,4-85,7%). Однако, соотношение между разными компонентами сестона и состав доминирующего комплекса фитопланктона различны в разных кластерах.

Ниже представлена краткая характеристика выделенных кластеров.

**Кластер I** – 60% массы сестона составляют бактерии и водоросли, их вклад в массу пикосестона несколько ниже (52%), но тоже весьма значителен. В составе фитопланктона доминируют (по биомассе) диатомовые (43%), криптофитовые (19,6%), зеленые и цианобактерии (по 9,8%) и динофитовые (6,8%).

Таблица 3. Соотношение масс отдельных компонентов сестона в целом и его пикоразмерной фракции в выделенных кластерах

|                             | Кластеры    |             |             |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                             | I           | II          | III         |
| <b>Сестон в целом, мг/л</b> | <b>1,71</b> | <b>9,06</b> | <b>4,63</b> |
| в том числе, в %            |             |             |             |
| фитопланктон                | 57,0        | 4,8         | 8,7         |
| бактериопланктон            | 3,6         | 0,6         | 1,4         |
| детрит                      | 39,3        | 94,6        | 90,0        |
| <b>Пикосестон, мг/л</b>     | <b>0,16</b> | <b>0,43</b> | <b>0,24</b> |

| в том числе, в % |      |      |      |
|------------------|------|------|------|
| пикофитопланктон | 12,1 | 1,9  | 3,4  |
| бактериопланктон | 39,5 | 12,4 | 27,0 |
| пикодетрит       | 48,4 | 85,7 | 69,6 |

**Кластер II** – 94,6% массы сестона приходится на детрит, доля фитопланктона составляет всего 4,8%. В его составе доминируют диатомовые (53%), криптофитовые (22,2%) и зеленые (18,9%). В составе пикосестона доля ПФП минимальна среди всех кластеров.

**Кластер III** – доля детрита несколько ниже (90%), а вклад фито- и бактериопланктона примерно в 2 раза выше по сравнению со вторым кластером, но далеко не достигает величин в первом кластере. В составе фитопланктона еще более выражено доминирование диатомовых (71,6%), кроме них доминируют зеленые (10,6%) и криптофитовые (7,4%). В составе пикосестона доля детрита несколько снижается (70%) а вклад бактериопланктона возрастает (27%).

Таким образом, на исследованном участке Верхней Волги выделяются три группы станций с четко выраженными различиями в составе сестона. Численность и биомасса фито- и бактериопланктона на исследованном участке увеличиваются при переходе от периода половодья к летней межени, а количество и масса детрита снижаются. Увеличение биомассы бактериопланктона происходит не пропорционально увеличению численности за счет изменения его структуры и сдвига доминирования к более мелким клеткам. В составе фитопланктона преобладают диатомовые, особенно в устьях притоков, пикоцианобактерии являются его постоянным, хотя и минорным компонентом. Мертвое органическое вещество (пико- и нанодетрит) играет существенную роль в экосистеме исследованного района Верхней Волги, возможно являясь основным источником пищи для зоопланктона и снижая тем самым интенсивность потребления гетеротрофных и фототрофных микроорганизмов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алевин О.А. Общая гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. Волга и её жизнь. Л.: Наука, 1978. 348 с.
3. Воронич И. И., Домбровский Ю. А., Жданов Ю. А., Ильичев В. Г., Сурков Ф. А. Структура и функция

детрита в водных экологических системах // ДАН СССР, 1986. Т. 291, № 2. С. 488 - 491.

4. Гидрометеорологический режим озёр и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 292 с.
5. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб воды.
6. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б. Гидрохимическая характеристика некоторых водохранилищ Тверской области // Вестник Тверского государственного университета, № 31, 2009. Серия География и геоэкология. Выпуск 1 (6), 2009. С. 27-41.
7. Комиссаров А.Б., Корнева Л.Г. Фитопланктон и гидрохимическая характеристика Верхневолжского водохранилища (оз. Волго) в 2011 г. // Материалы докладов Всеросс. конф. «Бассейн Волги в XXI-м веке: Структура и функционирование экосистем водохранилищ». Ижевск: Издатель Пряжков С.А., 2012 г. 380 с.
8. Кузьмин Г.В. Фитопланктон: видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: 1975 г.
9. Отчётность по форме 2-ТП (водхоз) по Тверской области. Центр по мониторингу и охране водохранилищ Верхней Волги ФГБУ «Центррегионводхоз», 2012. 392 с.
10. Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. Экологическое качество поверхностных вод. Ставрополь: изд-во Ставропольск. гос. пед. ин-та, 2010. 329 с.
11. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. М.: Протектор, 1995. 624 с.
12. Чермных Л.П., Комиссаров А.Б., Григорьева И.Л. Современное экологическое состояние водохранилищ Тверской области в условиях антропогенной нагрузки // Материалы Всеросс. конф. с междунар. участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследования», Вологда, 2008. 367 с.
13. Carlson, R.E., Simpson J. A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. North American Lake Management Society. 1996. 96 p.
14. Chateauvert C.A., Lesack L.F.W., Bothwell M.L. Abundance and patterns of transparent exopolymer particles (TEP) in Arctic floodplain lakes of the Mackenzie River Delta // J.Geophys.Res. 2012. V.117. G04013, doi:10.1029/2012JG002132.
15. Mostajir B., Dolan J.R., Rassoulzadegan F. A simple method for the quantification of a class of labile marine piko- and nano-sized detritus: DAPI Yellow Particles (DYP) // Aquat.Microb.Ecol., 1995. V. 9. P. 259-266.
16. Porter K.G., Feig Y.S. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. // Limnol.Oceanogr., 1980. V. 25. No 5. P. 943-948.

**PHYTOPLANKTON, BACTERIOPLANKTON AND DETRITUS OF VERKHNEVOLZHISKY RESERVOIR AND UNREGULATED PART OF THE UPPER VOLGA IN 2011****© 2014 M.V. Umanskaya<sup>1</sup>, E.S. Krasnova<sup>1</sup>, A.B. Komissarov<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti,<sup>2</sup> Water Problems Institute RAS, Konakovo

The results of the analysis of phyto- and bacterioplankton and detritus of the Upper Volga area (Tver region) during the spring tide and the summer low-water in 2011 are presented. Quantitative characteristics of studied components varied within the following limits: phytoplankton 0,06-13,7  $10^6$  cells/L and 54-1695 mg/m<sup>3</sup>; picophytoplankton 5,6-380  $10^6$  cells/L and 3,8-34,2 mg/m<sup>3</sup>; bacterioplankton 0,7-3,6 million cells/mL, and 18-113 mg/m<sup>3</sup>; picodetrit 0,02-1,03  $10^6$  part./mL and 10,8 -1097 mg/m<sup>3</sup>; nanodetrit 0,01-0,49  $10^6$  part./mL and 71-17997 mg/m<sup>3</sup>. Abundance and biomass of phytoplankton and bacterioplankton in the studied area increased during the transition from the spring tide to the summer low-water, and the number and mass of detritus decreased. Diatoms were the dominating group of phytoplankton, especially in the mouths of tributaries. Picocyanobacteria were its constant, although minor component. Pico- and nanodetrit played an essential role in ecosystems of studied area, possibly as the main source of food for the zooplankton. Based on the combination of abiotic and biotic factors, stations were divided into three groups with distinct differences in the composition of seston.

**Key words:** phytoplankton, bacterioplankton, detritus, Upper Volga

---

*Umanskaya Marina Viktorovna*, Cand. Sc. (Biology), Senior Researcher, mvu@fromru.com; *Krasnova Ekaterina Sergeevna*, Junior Researcher, krasnova-eck@mail.ru; *Komissarov Alexey Borisovich*, Researcher, aleco1@inbox.ru