

Общая характеристика района исследования рассматривалась нами ранее [3, 5]. Период паводка на Каме характеризовался, по сравнению с периодом летней межени, более высокими скоростями течения на акватории всех водохранилищ каскада. В верхних бьефах ГЭС, по сравнению с нижними, часто регистрировались несколько повышенные значения температуры, активной реакции среды (рН) и пониженные значения окислительно-восстановительного потенциала (Еh), обусловленные различиями гидрологических условий выше и ниже плотин ГЭС.

В целом для каскада водохранилищ Камы сверху вниз наблюдались (табл. 1) слабые тренды увеличения прозрачности, активной реакции сре-

ды (рН) и окислительно-восстановительного потенциала (Е). Несколько повышенная (сверх ожидаемой) температура воды (21,2°С) незарегулированной части р. Камы до слияния с р. Вишерой, вероятно обусловлена возвратностью направления течения реки, т.е. от истока р. Кама сначала течет по равнине с юга на север, принимая более теплые воды с равнины, а затем делает поворот и течет к Камскому водохранилищу уже с севера на юг, принимая холодные воды притоков, текущих с Уральских гор. Самая низкая температура воды была зарегистрирована в притоках (до 8,5°С, в среднем 15,9°С) Камского водохранилища и, соответственно, Камском водохранилище (до 18,5°С, в среднем 18,9°С).

Таблица 1. Физико-химические параметры воды камских водохранилищ и притоков 14-21.06.2012 (средние значения ± доверительный интервал)

	n	Прозрачность, м	Температура, °С	рН	Еh
Незарег. участок р. Кама	1	0,8	21,2	6,4	300
притоки незарег. Камы	5	0,6 ± 0,4	19,0 ± 1,5	6,9 ± 0,6	229 ± 31
Камское вдхр.	8	1,1 ± 0,3	18,9 ± 0,7	7,5 ± 0,4	172 ± 29
притоки Камского вдхр.	11	-	15,9 ± 2,5	7,2 ± 0,2	211 ± 37
Воткинское вдхр.	8	1,2 ± 0,1	19,4 ± 1,1	7,7 ± 0,1	265 ± 22
Нижнекамское вдхр.	5	1,2 ± 0,1	19,2 ± 0,8	8,3 ± 0,5	308 ± 27
Куйбышевское вдхр. (камская ветвь)	3	1,0 ± 0,1	21,7 ± 0,5	8,0 ± 0,2	260 ± 39

Примечание. n – количество проб, вдхр. – водохранилище

В местах слияния с притоками смешение вод происходит не сразу. В итоге, на довольно протяженном расстоянии наблюдается «разделение» водного потока на воды собственно притока и принимающей его реки (правый и левый потоки), которые четко разделяются и визуальнo, и по гидрохимическим показателям. Так, в момент наблюдения в месте впадения р. Усть-Язвы в р. Вишеру «половина со стороны р. Язвы» отличалась более прозрачной водой (прозрачность (S) по диску Секки более 1 м), воды же «половины со стороны р. Вишеры» содержали огромное количество мелкодисперсной взвеси (вода мутная, коричневая; S = < 0,1 м). Сильные различия наблюдались также по температуре воды (t = 19,3°С в «половине р. Язвы» и t = 17,7°С в «половине от р. Вишеры»), активной реакции среды (рН = 7,3 и 8,2, соответственно) и окислительно-восстановительному потенциалу (Еh = 150 и 220, соответственно). Аналогичное разделение водного потока наблюдалось и в районе с. Тюлькино, недалеко от места слияния рек Вишеры и Камы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовое разнообразие инфузорий. Всего в конце периода весеннего половодья было зарегистрировано более 120 видов инфузорий, из них 57 видов – в речной части Камы и Вишеры, 84 – в водохранилищах Камского каскада и 96 видов – в притоках Камского водохранилища, включая Чусовской залив. В условиях половодья степень сходства видового состава инфузорий камских

водохранилищ отличалась от меженного состояния. Так, в июле 2009 г. наиболее сходными были сообщества инфузорий водохранилищ, располагающихся в середине каскада [3], тогда как в июне 2012 г., в конце периода половодья – сообщества инфузорий водохранилищ в начале каскада (рис. 2). Сверху вниз по каскаду нарастает своеобразии фауны инфузорий соседних водохранилищ. Сходство фауны инфузорий Камского и Воткинского водохранилищ составило 67,9%, Воткинского и Нижнекамского – 61,3%, Нижнекамского и Куйбышевского – 54,5%.

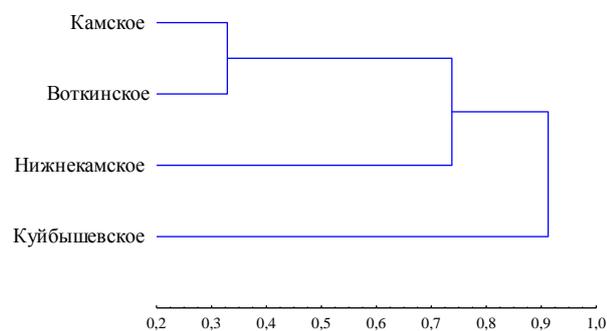


Рис. 2. Дендрограмма сходства фауны инфузорий водохранилищ Камского каскада, включая камскую ветвь Куйбышевского водохранилища (весеннее половодье 2012 г.)

Обращает на себя внимание, что в период весеннего половодья 2012 г. различия видового состава инфузорий водохранилищ довольно четко проявились на уровне доминантов (табл. 2), тогда

как в межлетний период 2009 г. основную (большую) роль в своеобразии фауны играли лишь субдоминанты. Более того, в период половодья здесь вновь были обнаружены некоторые виды, отмеченные как массовые [4] в начале 90-х годов, но уже отсутствовавшие в 2009 г. В част-

ности, в 2012 г. лишь на одной станции в Камском водохранилище была обнаружена *Stokesia vernalis* Wenzich, 1929 (численность 49 экз./л); а также зарегистрирован в 30% проб *Rimostrombidium (Strobilidium) velox* (Faure - Fr., 1924).

Таблица 2. Некоторые показатели видового разнообразия инфузорий водохранилищ и притоков Камы

		интегр. показ.		средние удельные показ.					Доминирующие виды
		n	Hn	n	Hn	Hb	En	d	
незарегул. участок	р. Кама (1)	30	3,30	30	3,30	2,16	0,67	0,15	<i>Rimostrombidium</i> spp. (<i>humile</i> , <i>hyalinum</i>) (24,7%); <i>Rimostrombidium lacustris</i> (22,1%); <i>Rimostrombidium velox</i> (15,2%)
	р. Вишера (6)	45	3,60	14	2,78	3,07	0,82	0,20	<i>Coleps hirtus</i> subsp. <i>viridis</i> (24%); <i>Halteria grandinella</i> (20,0%); <i>Haplocaulus</i> sp. (12,1%)
притоки Камы	без Чусов. залива (7)	51	4,33	12	3,01	4,39	0,89	0,16	<i>Halteria grandinella</i> (14,4%); <i>Urotricha</i> spp. (14,4%); <i>Limnostrombidium pelagicum</i> (11,3%)
	Чусовской залив (3)	58	2,50	41	2,65	1,94	0,49	0,37	<i>Pseudohaplocaulus infravacuolatus</i> (60%)
водохранилища	КаВ (7)	58	4,52	26	3,72	3,43	0,80	0,12	<i>Codonella cratera</i> (14,9%); <i>Tintinnidium fluviatile</i> (10,4%)
	ВВ (8)	47	3,23	20	2,78	2,62	0,66	0,28	<i>Codonella cratera</i> (49,9%)
	НКВ (5)	28	3,62	12	2,88	2,71	0,80	0,20	<i>Rimostrombidium</i> spp. (<i>humile</i> , <i>hyalinum</i>) (32,1%); <i>Halteria grandinella</i> (10,1%); <i>Limnostrombidium viride</i> (10,1%)
	КуВ (3)	49	3,87	25	3,33	3,46	0,75	0,18	<i>Tintinnopsis cylindrata</i> (19%); <i>Phascolodon vorticella</i> (13,2%); <i>Urotricha</i> spp. (20-40 mk) (12,5%)

Обозначения. Водоохранилища: КаВ – камское, ВВ – Воткинское, НКВ – Нижнекамское, КуВ – камская ветвь Куйбышевского. Цифры в скобках – количество проб (станций), n – количество видов, Hn – индекс Шеннона по численности, Hb – индекс Шеннона по биомассе, En – индекс Пиелу, d – индекс доминирования Симпсона

Построенные нами кривые доминирования-разнообразия (рис. 3А) демонстрируют меньшее видовое богатство и видовое разнообразие сообщества планктонных инфузорий в Нижнекамском водохранилище, несмотря на не самые низкие (для водохранилищ) индексы Шеннона (табл. 2). Наибольшей выравненностью, меньшей степенью доминирования и максимальным видовым богатством отличается сообщество инфузорий Камского водохранилища (рис. 3А), что подтверждается и соответствующими индексами (табл. 2).

Связь количества видов с частотой их встречаемости по всему камскому каскаду имеет вид кривой (рис. 3В), показывающей, что встречаемость большинства видов низкая. Нами было зарегистрировано всего 12 видов (10% от общего числа видов) с частотой встречаемости выше 50 %. Это свидетельствует о высокой гетерогенности распределения инфузорий (пространственной и временной) по акватории водохранилищ и в их притоках.

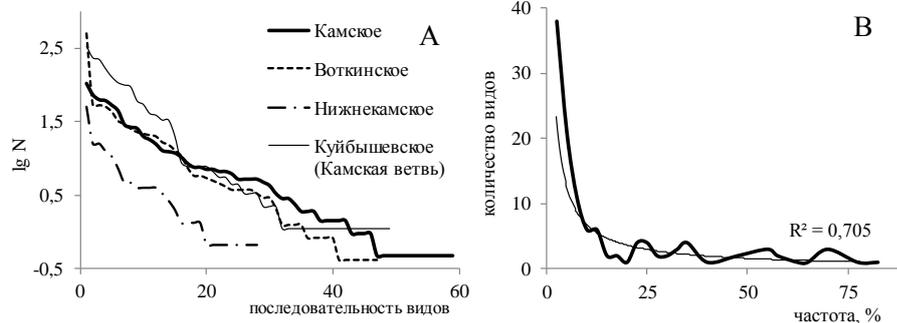


Рис. 3. Кривые доминирования-разнообразия сообществ инфузорий в планктоне водохранилищ Камского каскада (А) и связь количества видов с их встречаемостью (а также линии трендов) по всему району исследования в июне 2012 г. (В)

Аналогичная ситуация наблюдается в Воткинском и Нижнекамском водохранилищах. Связь числа видов инфузорий и частоты их встречаемости на незарегулированном участке Камы, в Камском и Куйбышевском водохранилищах напоминает U – образную кривую (рис. 4), что обычно

при «относительно однообразном распределении видов, когда большинство из них обладают либо незначительной, либо высокой встречаемостью, а видов со встречаемостью 40 - 60% очень мало» [1].

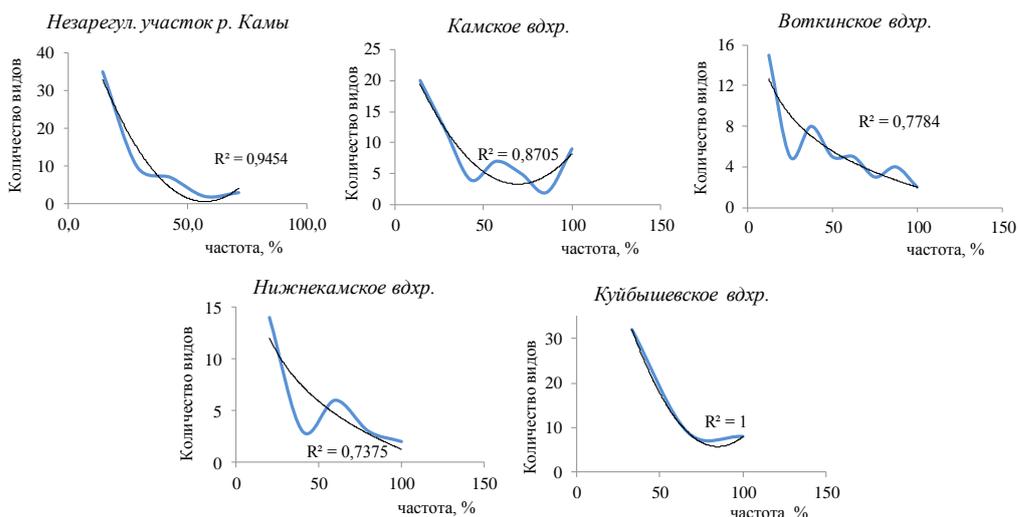


Рис. 4. Характер связи числа видов и частоты встречаемости инфузорий (и линии трендов) на незарегулированном участке р. Камы и в отдельных водохранилищах камского каскада (июнь 2012 г.)

Количественное развитие. Изменение видового разнообразия инфузорий в 2009 и 2012 гг. вдоль продольной оси происходило почти в противофазе. При этом показатели общей численности инфузорий в период весеннего половодья

(рис. 5) отличаются от таковых в меженный период отсутствием значительного повышения значений (за исключением Воткинского) в «озерной» части водохранилищ, вероятно из-за существенно большей скорости течения весной.

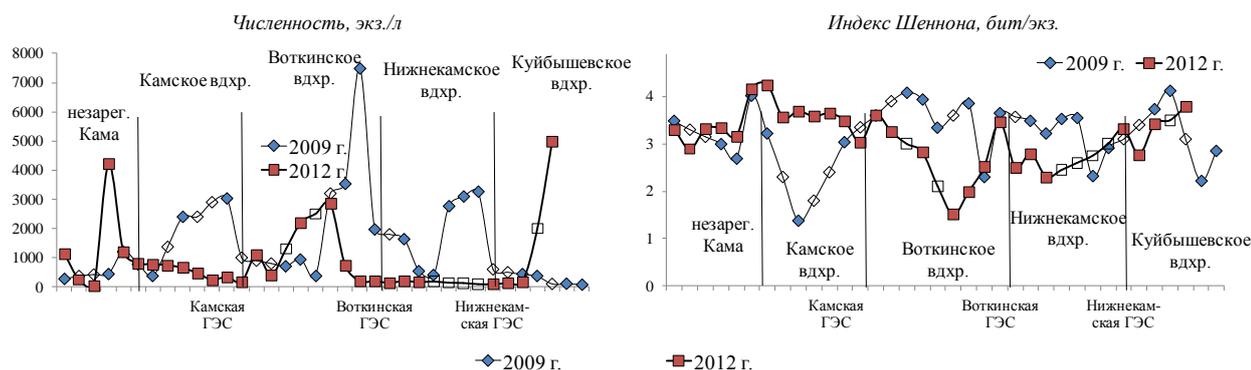


Рис. 5. Изменение численности и видового разнообразия инфузорий водохранилищ Камского каскада (экстраполированные значения указаны маркерами без заливки)

Средние значения (табл. 3) основных показателей (численность, биомасса, продукция) были максимальны на незарегулированном участке Камы, в Камском водохранилище, Камской ветви Куйбышевского водохранилища и минимальны - в Нижнекамском водохранилище. Для сравнения: в летнюю межень 2009 г. максимальные показатели сообществ инфузорий зарегистрированы на водохранилищах в середине каскада. Наибольшие разбросы показателей свойственны притокам, характеризующимся значительным разнообразием условий в них. Роль миксотрофных инфузорий непосредственно в водохранилищах Камского каскада, по сравнению с озерами, была незначительна (в среднем от 6,5% до 14% от общей численности). Но на незарегулированном (речном) участке Камы и его притоках вклад миксотроф-

ных инфузорий более существен: 24% от общей численности и 37% от общей биомассы.

В целом, в весеннее половодье характер изменений количественных показателей сообщества инфузорий вдоль Камского каскада «расплывчатый», нечеткий. Тем не менее, в июне 2012 г. наибольшими значениями численности, биомассы и количества видов инфузорий, а также их разбросом характеризуются крайние водохранилища в каскаде, а не средние, как в период летней межени 2009 г. (рис. 6).

В соответствии с ранжированием видов по индексу Паляя-Ковнацки (в модификации Шитикова [6]) виды на Камском каскаде водохранилищ расположились (в порядке убывания индекса) следующим образом: *Codonella cratera* (Leidy, 1887), *Pseudohaplocaulus infravacuolatus* Foissner & Brozek, 1996, *Tintinnidium fluviatile* (Stein,

1863), *Halteria grandinella* (O.F. Muller, 1773), *Urotricha* spp. (20-40 мк), *Rimostrombidium* spp. (*R. humile* (Penard, 1922) + *R. hyalinum* (Mirabdu-laev, 1985), *Askenasia* spp., *Urotricha* spp. (<20 мк), *Rimostrombidium lacustris* Petz & Foissner, 1992, *Limnostrombidium pelagicum* (Kahl, 1932), *Pelagostrombidium mirabile* (Penard, 1916), *Tintinnopsis cylindrata* Kof. & Cam., 1892, *Vorticella* spp., *Epistylis procumbens* Zacharias, 1897, *Coleps hirtus* subsp. *viridis* Ehrenberg, 1831, *Spathidium viride*

Kahl, 1926, *Rimostrombidium velox*, *Pelagovorticella natans* (Faure-Fremiet, 1924), *Haplocaulus* sp., *Cyclidium* spp., *Limnostrombidium viride* (Stein, 1867), *Balanion planctonicum* Foissner et al., 1994, *Didinium chlorelligerum* Kahl, 1935, *Monodinium chlorelligerum* Krainer, 1995, *Enchelys simplex* Kahl, 1926, *Histiobalantium bodamicum* Krainer & Müller, 1995, *Pelagohalteria viridis* (Fromentel, 1876) Foissner, Skogstad & Pratt, 1988, *Phascolodon vorticella* Stein, 1859 и т.д.

Таблица 3. Средние по водохранилищам и притокам (\pm доверительный интервал) параметры развития сообщества инфузورий планктона (14-21 июня 2012 г.)

	N, экз./л	B, мкг/л	W, $\times 10^{-3}$	P, мкг/л сут ⁻¹	P/B сут.	Вклад миксотрофов, %	
						от N	от B
Незарег. участок, р. Кама	1148	51,7	0,045	36,7	1,4	24	37
притоки незарег. Камы	916 \pm 1475	29,6 \pm 49,6	0,027 \pm 0,005	21,9 \pm 37,0	1,3 \pm 0,2	14 \pm 13	24 \pm 29
Камское вдхр.	1574 \pm 1725	41,0 \pm 46,8	0,025 \pm 0,008	27,9 \pm 33,1	1,4 \pm 0,1	6,5 \pm 2,7	11 \pm 5,4
притоки Камского вдхр.	1892 \pm 2369	49,2 \pm 72,9	0,022 \pm 0,004	37,2 \pm 54,4	1,1 \pm 0,3	3,7 \pm 3,1	5,9 \pm 7,2
Воткинское вдхр.	1001 \pm 696	22,6 \pm 15,0	0,025 \pm 0,008	18,1 \pm 13,1	1,5 \pm 0,2	3,5 \pm 2,1	6,1 \pm 3,7
Нижнекамское вдхр.	156 \pm 38	4,7 \pm 2,6	0,029 \pm 0,014	3,2 \pm 1,2	1,6 \pm 0,3	13 \pm 11	27 \pm 26
Куйбышевское вдхр. (камская ветвь)	1764 \pm 3151	43,2 \pm 79,6	0,019 \pm 0,006	38,3 \pm 70,2	1,8 \pm 0,1	14 \pm 5	30 \pm 5

Обозначения: N – численность, B – биомасса, W – средний вес особи в сообществе, P – продукция

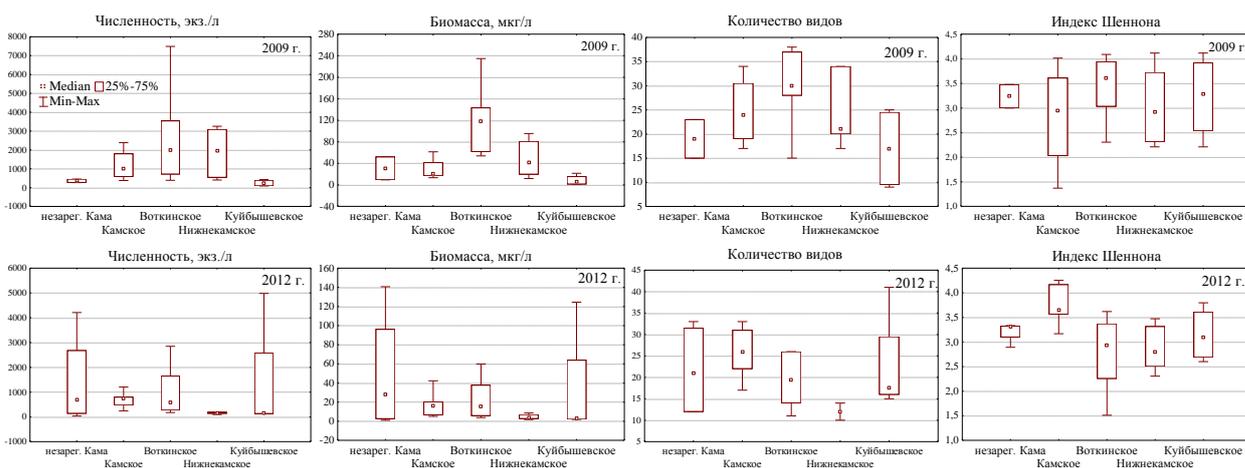


Рис. 6. Диапазоны показателей развития сообществ инфузورий в водохранилищах Камского каскада в летнюю межень 2009 г. (верхний ряд) и в весеннее половодье 2012 г. (нижний ряд)

Изменение численности и вклада близкородственных видов на продольной оси Камского каскада (рис. 7). Среди тинтинид в незарегулированной части Камы и верховьях Камского водохранилища по вкладу в общую численность преобладает *T. fluviatile*, далее вплоть до нижней части Нижнекамского водохранилища – *C. cratera*, в камской ветви Куйбышевского водохранилища – *T. cylindrata* (рис. 7а). Из олиготрих, помимо *H. grandinella*, часто входящей в доминирующий комплекс, в верхней части каскада значительную роль играют инфузории р. *Pelagostrombidium*, в нижней – р. *Limnostrombidium* (рис. 7с). На протяжении всего каскада мелкие хореотрихиды *Rimostrombidium* spp. (максимальная численность зарегистрирована в Камском и Куйбышевском водохранилищах) преобладают над более крупными *R. velox* (максимальная численность зарегистрирована на речном участке Камы) и *R. lacustris*.

В целом, суммарный вклад хореотрихид увеличивается в мелководном Нижнекамском водохранилище (рис. 7б). По всему каскаду, за исключением Камского водохранилища, довольно синхронно изменяется численность разных размерных групп инфузورий р. *Urotricha* (прородонтиды) (рис. 7е). Другой вид из данной группы – *C. hirtus viridis* – играет существенную роль (27%) лишь на незарегулированном участке (точнее, в притоке р. Кама – р. Вишере). *B. planctonicum* вносит заметный вклад в численность инфузورий лишь в Камском (до 9,5%) и Воткинском (13%) водохранилищах. Перитрихи в планктоне представлены эупланктонными (колониальными и одиночными) и эпипланктонными видами. Первые, как правило, малочисленны. Например, вклад *Pelagovorticella natans* в численность дос-

тигает лишь 4-5% (верхний и нижний бьефы Пермской ГЭС), а *Pelagovorticella mayeri* (Faure-Fremiet, 1920) вообще встретилась единично лишь в Воткинском водохранилище (п. Усть-Качка). Также малочисленны и колониальные *Epicarchesium pectinatum* (Zacharias, 1897) и *Epistylis procumbens* (рис. 7f). Более существенную роль в сообществе играют эпиланктонные виды

перитрих, т.е. развивающиеся на планктонных водорослях. В Чусовском заливе отмечен максимум численности *P. infravacuolatus* (3366 экз./л), кроме того, значителен вклад этого вида (53%) и в Паньково (Воткинское водохранилище). Роль эпиланктонных *Vorticella* spp. значительно возрастает (51%) перед плотиной Воткинской ГЭС (в районе г. Чайковский) (рис. 7f).

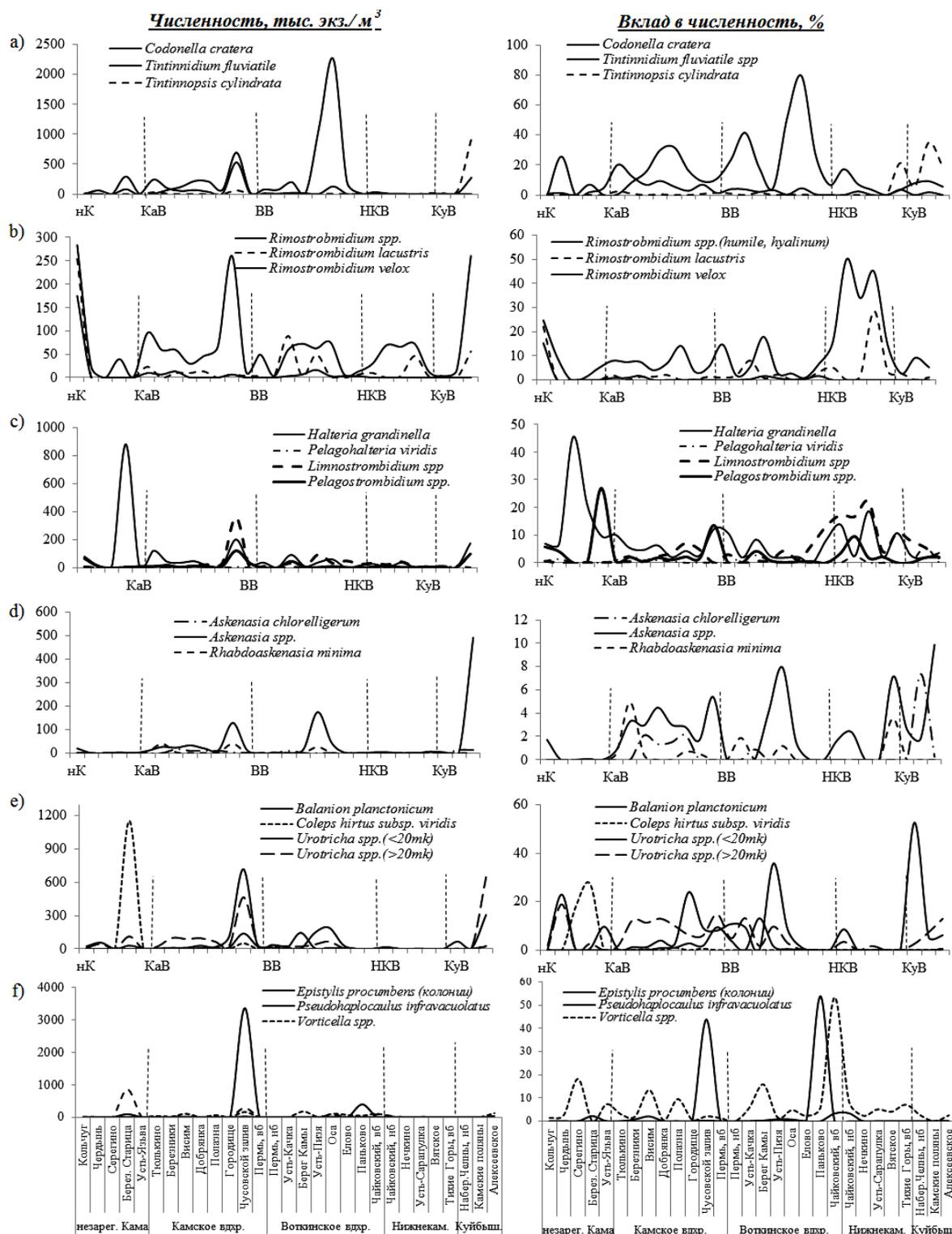


Рис. 7. Изменение вдоль каскада Камских водохранилищ численности и вклада видов отдельных групп: а) тинтиниды (отр. Tintinnida), б) хореотрихиды (отр. Choreotrichida), в) олиготрихи (п/кл. Oligotrichia), д) хартории (п/кл. Nartoria), е) прородонтиды (отр. Prorodontida), ф) перитрихи (п/кл. Peritrichia). Обозначения: нК

– незарегулированный участок Камы, КаВ – Камское водохранилище, ВВ – Воткинское водохранилище, НКВ – Нижнекамское водохранилище, КуВ – камская ветвь Куйбышевского водохранилища

Трофическая структура сообщества инфузорий в планктоне верхней части Камского каскада (Камское водохранилище и верхняя часть Воткинское водохранилища) сохраняется относительно однообразной. По вкладу в общую численность трофические группы инфузорий значимы в следующем порядке: бактерио-детритофаги (26-63%), неселективные всеяды (6-48%), альгофаги (12-29%), хищники (2-21%) и гистофаги (0,4-1%). В Воткинском водохранилище, начиная от п. Оса, возрастает роль бактерио-детритофагов (75-89%). В Нижнекамском водохранилище на первое место по вкладу в численность выходят альгофаги (за счет инфузорий р. *Rimostrombidium* и *Limnostrombidium* 41-82% от численности и 39-77% от биомассы); в Куйбышевском водохранилище – неселективные всеяды (44-71% и 22-46%, соответственно) за счет *T. cylindrata*. В верхних и нижних водохранилищах каскада все трофические группы (за исключением хищников) в целом представлены одними и теми же видами. Видовой же состав хищников существенно отличается: в верхней части каскада в состав хищников входят редко встречающаяся суктория *Staurophrya elegans* Zacharias, 1893 (15%) и *Bryophyllum* sp. (9%); в камской ветви Куйбышевского водохранилища – обычные для водохранилищ Волжско-Камского каскада инфузории родов *Didinium* и *Monodinium* (>10%).

Сообщества инфузорий отдельных участков Камского каскада

На незарегулированном участке р. Камы и ее притоках разброс показателей развития сообщества инфузорий довольно велик (в р. Кама численность достигает 1148 тыс. экз./м³, в р. Колва – 244 тыс. экз./м³, в р. Вишере колеблется до 4211 тыс. экз./м³ (рис. 6, табл. 3). При этом в районе моста у с. Рябино (р. Вишера) инфузорий не обнаружено вовсе, вследствие содержания мелкодисперсной взвеси в толще воды, образовавшейся в результате размыва пород выше по течению (возможно, из-за ливневого потока или активного таяния снега в горах). Вероятно, по той же причине воды Вишеры в местах слияния с др. реками отличаются значительно меньшими показателями видового разнообразия, численности и биомассы. Так, у с. Усть-Язьва сходство видового состава инфузорий двух потоков от р. Усть-Язьвы и от р. Вишеры составило всего 17% (общим являлся только 1 вид). Всего же «в половине от р. Вишеры» зарегистрировано 3 вида (индекс Шеннона, $H_p = 1,37$), в половине от р. Усть-Язьвы – 10 видов ($H_p = 3,24$). Вклад миксотрофных инфузорий в незарегулированной части Камы значительно выше, чем в зарегулированной (водохранилищной): в р. Кама – до 24% от численности и до 37%

от биомассы, в р. Колва – до 5,4% и 11%, а в р. Вишера – до 32% и 86%, соответственно. Немногочисленны и редко встречаются следующие виды *Placus* sp. (*P. luciae?* (Kahl, 1926)), *Stentor coereleus* (Pallas, 1766), *Stichotricha secunda* Perty, 1852, *Spathidium* sp., *Vasicola* sp., *Nassula picta* Greef 1888.

Сообщества инфузорий притоков Камского водохранилища тоже очень неоднородны. Все притоки, кроме сильно отличающихся Чусовского залива и впадающих в него малых рек – Талицы и Сылвы, характеризуются невысокими значениями численности и биомассы: в среднем 171 тыс. экз./м³ и 3,49 мг/м³ (максимум зарегистрирован в русловой части р. Мошевица – 709 тыс. экз./м³ и в прибрежной, в зарослях макрофитов – 1772 тыс. экз./м³). Видовое разнообразие в среднем довольно высокое ($H_p = 3,01$), но ниже, чем в Камском водохранилище (табл. 2). Помимо представленных (табл. 2) доминантов, важную роль играют субдоминанты: *Hypotrichia* spp., *Peritricha* spp., *L. viride*, *Glaucoma scintillans* Ehrb., 1830, *Lembadion lucens* Maskell, 1877 и скутокоцилиаты (п/кл. Scuticociliatia) *Cyclidium* spp., *Cinetochilum margaritaceum* Perty, 1852, *Ctedoctema acanthocrypta* Stokes, 1884. Единичны находки *Calyptotricha pleuronemoides* Phillips, 1882. *Metacineta cuspidata* (Kellcott, 1885) Matthes, 1988, *Tritigmostoma srameki* Foissner, 1988. Лишь сообщества инфузорий Чусовского залива и его притоков кардинальным образом отличаются от остальных исследованных притоков. Именно здесь зарегистрированы максимальные значения численности и биомассы: 3713-12236 тыс. экз./м³ и 69,4-378,5 мг/м³, соответственно, и количества видов: по 42 вида в р. Талица и у моста под Пермью в Чусовском заливе и 39 видов – в Сылвинском заливе. В сообществе инфузорий последнего сильно выражено доминирование (доля основного доминанта *P. infravacuolatus* составляла до 89% численности и 93% биомассы). Выравненность в сообществе по Пиелу, составила всего 0,18, в результате индекс Шеннона тоже минимален – всего лишь 0,97. В р. Талице и непосредственно в Чусовском заливе видовое разнообразие выше ($H_p = 3,19-3,77$), за счет относительно высокой выравненности ($E = 0,59-0,70$) значительного количества видов. Основной доминант *P. infravacuolatus*, развивающийся на цианобактериях р. *Anabaena*, вероятно, привносится в Чусовский залив его притоками: в р. Сылве на его долю приходится 89% численности, в р. Талице – 44%, в Чусовском заливе – 18%. Помимо данного вида, значимы виды: *C. hirtus viridis*, *Membranicola tamari* Foissner et al, 1999 (идентификация последнего требует уточнения).

Сверху вниз на акватории *Камского водохранилища* наблюдается постепенное снижение численности, биомассы и количества видов инфузорий: численность максимальна в п. Тюлькино (1205 тыс. экз./м³), биомасса – в г. Березниках (42,2 мг/м³), минимальные же значения этих показателей зарегистрированы в верхнем бьефе Камской ГЭС (244 тыс. экз./м³ и 5,0 мг/м³, соответственно). Помимо указанных видов-доминантов (табл. 2), на разных станциях структуру сообщества определяют *Cyclidium* sp., *H. grandinella*, *Urotricha* spp. (20-40 мк), *Rimostrombidium* spp. (*humile*, *hyalinum*), *Vorticella* spp., *Askenasia* spp. В Березниках в состав доминантов и субдоминантов вошли довольно редкий (частота встречаемости 7,5%) вид - *Staurophrya elegans* (суктория, 15% от общей численности) и *Stokesia vernalis*, зарегистрированная в 2012 г. единственный раз (6,2% от общей численности) и отсутствовавшая в летнюю межень 2009 г., хотя была массовым видом в 1989 г. Начиная с п. Висим, где сплавина близко подходит к водам Камского водохранилища, и далее, вплоть до плотины Камской ГЭС и верхней части Воткинского водохранилища (до г. Оса) в субдоминирующий комплекс входит явно поступающий с прилегающей заболоченной территории и пока не определенный вид, близкий к роду *Bryophyllum* (5,4%-8,8% от общей численности). Кроме того, на этих же станциях зарегистрирован не встречавшийся ранее *H. bodamicum* (до 5,6% от общей численности). На этом же отрезке Камского каскада чаще встречается и *Membranicola tamari*, достигающая 3,6% от общей численности. Вклад инфузорий миксотрофов составляет 3,0-7,6% от общей численности, увеличиваясь лишь непосредственно перед плотиной (до 14,9%).

В средней части *Воткинского водохранилища*, по сравнению с другими водохранилищами каскада, сильнее выражено повышение численности, биомассы и количества видов: в районе Оса-Елово зарегистрированы максимумы (до 2848 тыс. экз./м³ и 59,8 мг/м³ и 26 видов) при минимальном видовом разнообразии по индексу Шеннона ($H_p = 1,51$). Помимо указанных в табл. 2 доминантов, в комплекс структурообразующих видов на разных станциях входили: *B. planctonicum*, *Cyclidium* sp., *H. grandinella*, *L. pelagicum*, *Rimostrombidium* spp. (*R. humile*, *R. hyalinum*), *R. lacustris* и т.д. Из интересных находок следует отметить *Zosterodasys* sp., *P. mayeri* и перешедшие из Камского водохранилища *Bryophyllum* sp. и *H. bodamicum*. Вклад миксотрофов был минимален (0,9-3%), за исключением ст. Берег Камы (напротив г. Оханск) – 8% от общей численности.

По продольной оси *Нижнекамского водохранилища* также выражена тенденция снижения численности к нижележащей плотине с небольшим ее увеличением в средней части (максималь-

ная численность (198 тыс. экз./м³) зарегистрирована в Усть-Сарапулке, максимальная биомасса (8,5 мг/м³) – в Вятском. Кроме указанных доминантов (табл. 2), на разных станциях структуру сообщества определяют и *P. viridis*, *P. mirabile*, *L. pelagicum*, *Peritricha* spp., *Rhabdoaskenasia minima* Krainer & Foissner, 1990, *Vorticella* spp., *Chilodonella* sp., *R. lacustris*. По сравнению с вышележащими водохранилищами, на протяжении всего Нижнекамского водохранилища в соотношении гетеротрофы/миксотрофы несколько усилена роль миксотрофов (вклад до 31%).

Сообщества инфузорий *Камской ветви Куйбышевского водохранилища* по многим показателям отличаются от сообществ водохранилищ непосредственно Камского каскада (табл. 3). Вспышка численности и биомассы (4980 экз./л и 124,5 мкг/л, соответственно) в Камской ветви зарегистрированы в районе с. Алексеевское. Здесь же сообщество инфузорий характеризуется наибольшим видовым составом (41 вид) и видовым разнообразием ($H_p = 3,79$). В целом, по видовому разнообразию сообщества инфузорий Камской ветви Куйбышевского водохранилища занимают второе место (интегральный индекс Шеннона – 3,87, средний удельный – 3,33) после сообществ Камского водохранилища (4,52 и 3,72, соответственно) (табл. 2). В состав комплекса доминирующих и субдоминирующих видов, помимо указанных (табл. 2), входят и *Askenasia* spp., *Didinium chlorelligerum* Kahl, 1935, *T. fluviatile*, *Rimostrombidium* spp. (*humile*, *hyalinum*). На разных станциях на долю миксотрофов приходится 11-18% от общей численности и 26-34% от общей биомассы, что в среднем выше, чем в других водохранилищах каскада.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные материалы показали, что для периода весеннего половодья максимальные значения численности, биомассы, продукции, видового разнообразия характерны для сообщества инфузорий незарегулированного участка Камы и водохранилищ Камы, крайних в каскаде. При этом, в условиях весеннего половодья, в отличие от периода летней межени, для каждого из водохранилищ Камского каскада в направлении от верхней плотины к нижней проявился тренд понижения показателей количественного развития, с незначительным возрастанием (исключение: Воткинское водохранилище) в средней «озерной» части водохранилищ. Существенно и то, что наиболее различающиеся по показателям сообщества инфузорий формируются в речных притоках, характеризующихся более разнообразными условиями.

Таким образом, тенденции трансформации сообщества инфузорий вдоль Камского каскада в период летней межени и весеннего половодья во многом не совпадают. Не исключено, что в пери-

од весеннего половодья из-за высоких скоростей течения и привнесения водных масс с прилегающей заболоченной территории, сообщества инфузорий ещё не успевают сформироваться. Закономерности формирования и трансформации сообществ инфузорий в период весеннего половодья вдоль акватории отдельных водохранилищ и всего Камского каскада могут выявить лишь регулярные наблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баканов А.И.* Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть VI: Учебное пособие / Под ред. проф. Д.Б. Гелашвили. Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006. С. 61-116.
2. *Жариков В.В.* Специфика водохранилищ Волги как среды обитания гидробионтов (На примере свободноживущих инфузорий) // Теоретические проблемы экологии и эволюции (Третьи Люблинские чтения). Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. С. 64-72.
3. *Жариков В.В., Быкова С.В.* Инфузории (Ciliophora) планктона мелководной зоны водохранилищ Камского каскада // Изв. СНИЦ РАН. Т.14, № 5, 2012. С. 172-178.
4. *Мильникова З.М.* Планктонные инфузории камских водохранилищ // Биология внутренних вод. Информ. бюл. Л., Наука. 1990. № 86. С. 38-41.
5. *Уманская М.В., Краснова Е.С., Горбунов М.Ю.* Химический состав воды и трофический статус прибрежных участков водохранилища Камского каскада в 2009 г. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии: Бюлл. 2011. Т. 20, № 3. С. 39-49.
6. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

CILIATES OF SHALLOW ZONE OF RESERVOIRS OF THE KAMSKY CASCADE AND INFLOWS KAMSKY RESERVOIR IN A SPRING SNOW MELT FLOOD

© 2014 S.V. Bykova, V.V. Zharikov

Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti

The first data on abundance, a biomass, species diversity, composition of predominant species of free living ciliates of the Kamsky cascade reservoirs and some inflows of the Kamsky reservoir in a spring snow melt flood are cited. It was showed, that in a summer low-water and a spring snow melt flood of the tendency of transformation of assemblage of ciliates along water basins of the Kamsky cascade do not coincide.

Key words: ciliates, species diversity, plankton, the cascade of water basins, a spring snow melt flood