

УДК 574.587(556.5)

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА РАВНИННЫХ РЕК ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ БАСЕЙНА СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ©2016 Л.В. Головатюк¹, Е.В. Промахова²¹ Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, г. Тольятти² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Статья поступила в редакцию 24.11.2016

Представлены результаты многолетних (1985-2015 гг.) исследований макрозообентоса равнинных рек лесостепной зоны бассейна Средней и Нижней Волги. Выявлено 494 таксона из 26 отрядов, 106 семейств и 289 родов. Статистическая оценка полного видового богатства рек, выполненная непараметрическими методами, составила 650 видов. Осуществлен сравнительный анализ состава фауны, таксономической структуры и разнообразия макрозообентоса малых и средних равнинных рек. *Ключевые слова:* равнинные реки, макрозообентос, таксономическое разнообразие, лесостепная зона, Средняя и Нижняя Волга.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-04-03341.***ВВЕДЕНИЕ**

Таксономический состав и структура речных донных сообществ формируются под влиянием комплекса гидрологических и гидрохимических факторов, обусловленных ландшафтными, геоморфологическими и климатическими особенностями региона. На территории европейской части России при продвижении с севера на юг изменяются климатические условия, уменьшается количество осадков, что находит свое отражение в смене природных зон. Очевидно, что реки, расположенные в различных ландшафтных зонах, имеют характерные особенности фаунистического состава, структуры и распределения макрозообентоса.

К настоящему времени обобщены данные исследований зообентоса ряда рек бассейна Верхней [12] и Средней Волги [14], расположенных в лесной зоне. Сведения о составе и структурных особенностях донных сообществ отдельных рек лесостепной зоны представлены в публикациях [3, 4, 5, 6, 7, 13 и др.].

Цель работы - на основе многолетних исследований выявить видовой состав макрозообентоса равнинных рек лесостепной зоны бассейна Средней и Нижней Волги, выполнить сравнительный анализ таксономической структуры и разнообразия бентофауны малых и средних равнинных рек.

Головатюк Лариса Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии малых рек. E-mail: tdz@mail333.com

Промахова Екатерина Васильевна, кандидат географических наук, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И.Маккавеева. E-mail: promakhova@gmail.com

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал был собран в рамках мониторинговых исследований на 34 равнинных реках бассейна Куйбышевского и Саратовского водохранилищ в летний период 1985-2015 гг. Всего в рипали и медиали рек было собрано 370 качественных и количественных проб бентоса на 132 станциях (рис. 1). При отборе и обработке образцов бентоса руководствовались стандартными гидробиологическими методами [9, 10].

Согласно классификации, реки длиной менее 200 км относили к малым, от 200 до 500 км - к средним [2]. Были исследованы средние реки: Большой Черемшан, Сок, Кондурча и малые водотоки: Аманак, Анлы, Ахтушка, Байтуган, Буян, Гремячка, Дерягаль, Запрудка, Камышла, Крымза, Курумоч, Липовка, Маза, Малый Сок, Муранка, Сарбай, Сосновка, Сургут, Талкыш, Тайдаков, Тергала, Тростянка, Тукшумка, Турханка, Уса, Хорошенькая, Черновка, Чесноковка, Шлама, Шунгут, Юмратка.

Для оценки распределения донных беспозвоночных на различных биотопах использовали классификацию типов биотопов, выделенных по преобладающему грунту [7].

Анализ сходства фауны отдельных рек осуществлялся с использованием индекса видового сходства Жаккара [16].

Статистический анализ был выполнен с использованием пакета *vegan* [17] статистической среды R.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гидролого-гидрохимическая характеристика рек Исследованные реки имеют длину, не превышающую 375 км, а площадь водосбора - 11.9



Рис. 1. Карта-схема отбора проб на реках лесостепной зоны бассейна Средней и Нижней Волги (станции отбора обозначены точками)

км², и протекают по территории, где абсолютные отметки высот достигают 317 м. Малые водотоки характеризуются значительными уклонами речного дна - 1.9-7.7‰; уклоны средних рек находятся в пределах 0.5-0.7‰ (табл. 1). В период исследований скорость течения на различных участках рек изменялась от 0.05 до 1.2 м/с, ширина в верховьях варьировала от 0.2 до 12 м, а в устьевых участках - от 2 до 100 м.

Реки характеризуются разнообразием биотопов, чему способствуют интенсивно протекающие в большинстве водотоков эрозионные процессы [7]. Особенностью донных отложений является широкое распространение каменистых субстратов, составляющих в средних реках 20-46%, в малых - 25-82% (рис. 2). В составе русловых наносов таких рек, как Кондурча и Байтуган, большое значение имеют гравий и крупнозернистый песок [1].

Уровень минерализации воды рек в период исследований находился в диапазоне 55-970 мг/л. Приоритетными загрязняющими веществами, в разной степени превышающими нормативные показатели в воде рек, являются органическое вещество (ХПК, БПК₅), Р_{общ}, N-NO₂, N-NH₄, фенолы, нефтепродукты, Fe, Cu, Mn, Zn (табл. 1).

Характеристика макрозообентоса В составе макрозообентоса установлено 494 вида и таксона из 26 отрядов, 106 семейств и 289 родов. Преобладают амфибиотические насекомые, среди которых по числу видов лидируют двукрылые (233 вида и таксона) (табл. 2). Распространение подавляющего большинства зарегистрированных видов не выходит за пределы Палеарктики.

Наибольшая частота встречаемости (более 20%) характерна для личинок хирономид *Tanytarsus gr. gregarius*, *Cricotopus bicinctus*

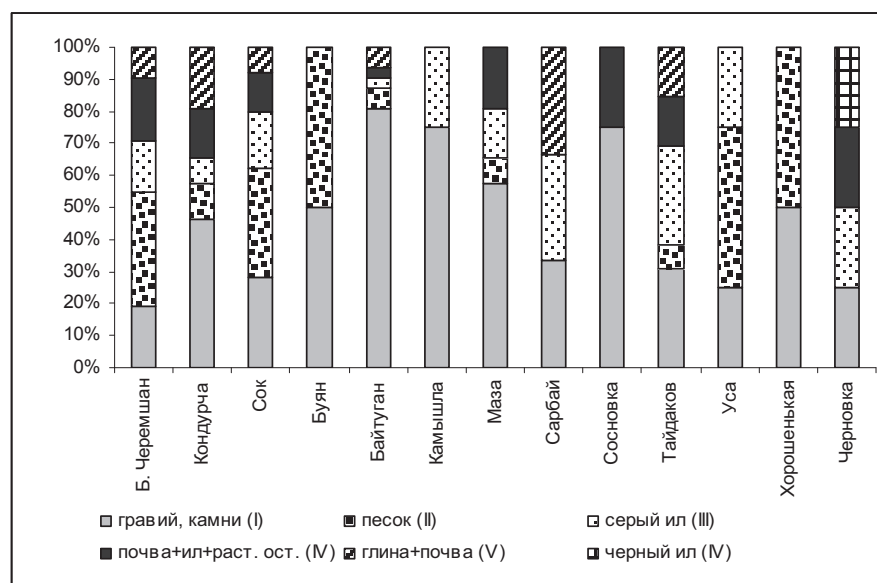


Рис. 2. Соотношение грунтов разного типа в некоторых реках лесостепной зоны

Таблица 1. Гидрографические, гидрологические и гидрохимические характеристики некоторых рек лесостепной зоны

Название реки	Площадь водосбора, тыс. км ²	Длина, км	Средний уклон, ‰	Скорость течения (межень) (min-max), м/с	Гидрохимические показатели, превышающие ПДК
Большой Черемшан	11.5	336	0.5	0.15-0.80	*ОВ, P _{общ.} , N-NO ₂ , НПП, фенолы, Cu, Fe
Кондурча	4.56	290	0.6	0.06-0.87	N-NH ₄ , ОВ, фенолы, медь
Сок	11.9	375	0.7	0.15-1.20	ОВ, P _{общ.} , N-NO ₂ , фенолы, **НПП, Cu, Fe, Mn, Zn
Буян	0.18	23	4.3	0.30-0.50	Fe
Байтуган	0.11	20	7.7	0.20-1.40	Cu, Mn
Камышла	0.10	20	7.9	0.10-0.60	ОВ
Маза	0.10	18	6.5	0.15-1.20	Fe
Сарбай	0.97	81	2.2	0.20-0.40	ОВ
Сосновка	0.09	16	5.2	0.25-0.30	ОВ
Тайдаков	0.07	11	5.0	0.20-0.30	N-NH ₄ , Fe
Уса	3.39	143	3.6	0.30-0.80	Fe
Хорошенькая	0.17	25	5.5	0.10-0.15	ОВ
Черновка	0.33	37	1.9	0.05-0.20	ОВ

Примечание: *ОВ – органическое вещество (по БПК₅, ХПК), **НПП – нефтепродукты, *** – данные отсутствуют

(Meigen, 1818), *Prodiamesa olivacea* (Meigen, 1818), *Cladotanytarsus mancus* (Walker, 1856), *Procladius ferrugineus* (Kieffer, 1918), *Polypedilum nubeculosum* (Meigen, 1804), *Cryptochironomus gr. defectus*, лимонид *Dicranota bimaculata* (Schummel, 1829). Большинство из указанных таксонов относятся к числу широко распространенных в реках бассейна Верхней и Средней Волги [7, 12, 13].

Общее число таксонов в малых реках изменяется в пределах от 21 до 255, в средних - от 113 до 292 (табл. 3). Наибольшим видовым богатством отличаются более детально изученные реки

Байтуган и Сок, характеризующиеся высоким качеством воды (преимущественно II-III классы качества согласно расчету Биотического индекса Вудивисса).

Проведенный анализ показывает, что вклад видов из основных таксономических групп в состав бентофауны средних и малых рек примерно одинаков. Исключение составляют веснянки, разнообразие которых формируется в основном за счет развития личинок в малых водотоках и ракообразные (табл. 3), чье видовое богатство в средних реках вдвое выше, чем в малых, что об-

Таблица 2. Таксономическая структура донных сообществ рек лесостепной зоны

Класс	Число таксонов			
	Отряд	Семейство	Род	Вид
Hydrozoa	1	1	1	1
Oligochaeta	1	4	21	33
Polychaeta	1	1	1	1
Nematoda	1	1	1	1
Hirudinea	2	3	7	9
Gastropoda	2	8	9	16
Bivalvia	3	5	17	38
Arachnida	2	13	13	22
Crustacea	4	5	13	18
Insecta	9	65	206	355
Odonata	-	5	7	7
Ephemeroptera	-	7	11	27
Plecoptera	-	5	8	13
Heteroptera	-	7	10	14
Coleoptera	-	8	24	28
Megaloptera	-	1	1	1
Trichoptera	-	14	26	31
Diptera	-	17	118	233
Collembola	-	1	1	1
Всего	26	106	289	494

условлено проникновением чужеродных видов амфипод, кумовых раков и корофиид в устьевые участки таких равнинных рек как Б. Черемшан, Сок, Уса, впадающих в водохранилища [3, 8].

Сравнительная оценка числа видов S , зарегистрированных в сообществах зообентоса малых и средних рек, выполнялась путем построения кривых разрежения с последующей аппроксимацией данных степенной функцией. На рис. 3 показано, что видовое богатство бентофауны в малых водотоках (411 видов) несколько превышает как фактически установленное в средних реках (364 вида), так и прогноз для равного числа сделанных проб $n = 200$ по модели Аррениуса $S = 33.6n^{0.46}$ (387 видов). Статистическая оценка полного видового богатства при $n \rightarrow \infty$, выполненная имитацией по алгоритму Chao2, составила 650 видов, в том числе в малых реках – 540 и в средних – 496 видов [11].

Оценка видового разнообразия макрозообентоса рек проведена с выделением уровней α -, β - и γ -составляющих (табл. 4). Как было отмечено, в формировании γ -разнообразия принимают участие 494 вида макрозообентоса. Отличия в показателях общего разнообразия средних и малых рек невелики, что подтверждает рассчитанный нами индекс видового разнообразия Шеннона, составляющий для фауны малых и средних рек водотоков 3.9-4.0 бит/экз. соответственно. Удельное разнообразие в малых и средних реках также отличается незначительно, составляя в среднем 12-13 на одну пробу соответственно. Существенная разница наблюдается только в среднем показателе α -разнообразия для

водотока в целом, который для средних рек (177 видов) в три раза выше, чем для малых (45 видов), что обусловлено их большей протяженностью и закономерной сменой экологических условий в продольном направлении. Обращает на себя внимание факт развития в реках видов, встреченных нами единично, что отражают высокие значения β -разнообразия.

Анализ сходства фауны отдельных рек, выполненный с использованием индекса видового сходства Жаккара и метода главных координат, показывает объединение водотоков в два основных кластера. В состав первого входят средние реки и малая р. Байтуган, в состав второго – все малые водотоки. Характерно также, что в пределах первого кластера можно выделить наиболее детально изученные рр. Сок и Байтуган, в составе бентофауны которых отмечается большое число видов, найденных только в одной пробе (рис. 4а).

Для проверки нулевой гипотезы о близости видового состава бентофауны малых и средних рек использовался непараметрический дисперсионный анализ Андерсона (Anderson, 2006). Проведенный рандомизационный тест показал ($F = 3.26$, $p = 0.068$), что нельзя отклонить гипотезу об однородности таксономического состава макрозообентоса между пробами из малых и средних рек, хотя найденное p -значение близко к критическому порогу значимости (рис. 4б).

Особенности состава и структуры донных сообществ формируются под влиянием гидрологических различий отдельных участков рек, из которых целесообразно выделить зоны ри-

Таблица 3. Таксономическая структура макрозообентоса рек лесостепной зоны

Река	OI	Hi	MI	Cr	Ep	Od	He	Pl	Tr	Co	Ch	Di	прочие	всего	n
средние реки															
Б. Черемшан	16	2	11	1	13	2	2	-	4	7	41	10	4	113	31
Сок	13	7	40	19	14	4	5	4	17	10	119	18	22	292	105
Кондурча	11	3	15	1	6	2	3	-	9	7	52	13	5	127	26
Всего в средних реках	24	9	44	18	20	7	6	4	21	19	145	34	13	364	162
малые реки															
Аманак	7	1	-	1	5	-	1	-	2	1	12	4	-	34	2
Анлы	2	-	1	1	2	-	1	-	3	2	9	3	1	25	2
Ахтушка	3	-	-	1	2	-	-	-	2	1	16	2	-	27	2
Байтуган	16	4	15	1	15	1	5	13	15	15	114	19	22	255	72
Буян	2	2	1	1	3	-	-	-	5	2	14	2	-	32	2
Гремячка	4	1	1	-	2	-	-	1	3	2	16	2	-	32	2
Дерягаль	4	-	-	1	3	-	-	-	1	4	19	4	1	37	2
Запрудка	2	1	1	-	3	-	-	-	1	2	18	2	1	31	2
Камышла	4	1	2	-	2	-	1	1	1	-	24	7	2	45	4
Крымза	2	1	1	-	2	-	1	-	2	2	13	4	-	28	2
Курумоч	4	1	1	1	3	-	1	-	3	2	12	1	-	29	2
Липовка	3	1	4	-	3	2	2	-	4	4	25	6	2	56	2
Маза	11	-	3	-	4	-	-	1	3	1	36	5	3	67	23
Малый Сок	1	1	-	1	2	-	2	1	4	1	9	2	-	24	2
Муранка	9	1	10	-	3	-	-	-	2	2	36	6	1	70	21
Сарбай	1	2	8	1	1	-	2	1	4	1	25	4	1	51	3
Сосновка	4	1	-	-	3	-	-	1	1	-	26	6	1	43	4
Сургут	3	1	1	-	3	-	2	1	3	3	16	3	-	36	2
Талкыш	1	-	-	-	4	-	1	-	2	1	15	2	1	27	3
Тайдаков	10	-	2	1	2	1	1	-	-	-	28	5	3	53	13
Тергала	7	-	-	-	4	-	-	-	3	1	10	5	3	33	2
Тростянка	4	-	1	-	1	1	-	-	1	-	11	2	-	21	2
Тукшумка	2	-	-	1	2	-	-	-	2	-	16	3	1	27	2
Турханка	3	1	1	-	5	-	1	-	2	3	18	3	1	38	2
Уса	14	1	13	5	2	1	2	-	2	2	23	2	3	70	12
Хорошенькая	6	-	1	-	2	-	1	-	-	1	23	4	1	39	4
Черновка	5	2	5	-	1	-	1	-	-	1	22	2	2	41	5
Чесноковка	4	1	1	-	3	1	1	1	1	3	14	3	1	34	3
Шлама	7	-	2	1	4	1	-	-	2	5	16	3	2	43	2
Шунгут	4	2	2	2	1	-	-	-	2	4	22	2	2	43	4
Юмратка	3	1	-	-	2	-	1	-	1	-	17	-	-	25	2
Всего в малых реках	31	9	41	7	21	2	11	14	27	24	182	34	8	411	208
Всего	33	9	54	18	27	7	14	13	31	28	192	42	25	494	370

Примечание: OI – Oligochaeta, Hi – Hirudinea, MI – Mollusca, Cr – Crustacea, Ep – Ephemeroptera, Od – Odonata, He – Heteroptera, Pl – Plecoptera, Tr – Trichoptera, Co – Coleoptera, Ch – Chironomidae, Di – прочие Diptera; прочие – Aranei, Hydridae, Hydrachnidia, Nematoda, Sialidae; n – число отобранных проб

трали, потамали и устьевые зоны средних рек, находящиеся под влиянием подпорных вод водохранилищ.

В ритрали малых и средних рек отмечается высокое таксономическое разнообразие литореофильных и оксифильных личинок амфибиотических насекомых из отрядов Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera и Diptera. Основу чис-

ленности бентоса обеспечивают Chironomidae, Oligochaeta и Ephemeroptera, доля которых соответственно равна 66%, 17% и 7%. Биомасса донных сообществ определяется развитием личинок Chironomidae (46%), Ephemeroptera (14.5%) и Trichoptera (11%) (табл. 5). Структурной особенностью бентоса ритрали является преобладание в составе хирономидофауны литореофильных личи-

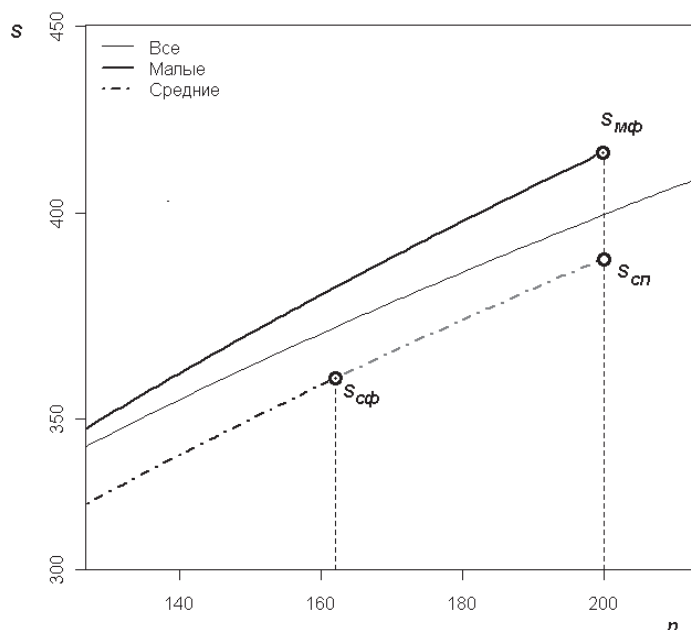


Рис. 3. Фрагмент кривых зависимости видового богатства S от числа проб n :
 $S_{\text{мф}} = 411$ и $S_{\text{сп}} = 364$ – фактически зарегистрированное число видов в малых и средних реках соответственно,
 $S_{\text{сп}} = 387$ – прогноз видового богатства средних рек при $n = 200$

Таблица. 4. Разложение видового разнообразия сообществ макрозообентоса рек лесостепной зоны на α - и β -составляющие; S – число видов, H – индекс Шеннона

Составляющие видового разнообразия		Всего 362 пробы в 34 реках	Малые реки (200 проб)	Средние реки (162 пробы)
Общее γ -разнообразие	S	494	411	364
	H	4.2	3.9	4.0
Среднее α -разнообразие реки в целом	S	59	45	177
	H	2.5	2.4	3.4
β -разнообразие между реками	S	435	366	188
	H	1.7	1.5	0.8
Среднее α -разнообразие пробы	S	13	12	13
	H	2.3	2.3	2.4
β -разнообразие между пробами	S	481	399	352
	H	1.9	1.6	1.0

нок из подсемейств Prodiamesinae и Orthocladiinae, доля которых достигает 60% от общей численности и 75% - от общей биомассы хирономид.

Наиболее массовыми среди Ephemeroptera являются личинки *Baetis gr. rhodani*, *Caenis macrura* Stephens, *Ephemerella ignita* (Poda), Plecoptera - *Capnia bifrons* Newman, *Amphinemura standfussi* Ris, Trichoptera - *Hydropsyche pellucidula* Curtis, *Hydropsyche ornatula* MacLachlan, Chironomidae - *Cricotopus bicinctus*, *Eukiefferiella gr. gracei*, *Micropsectra gr. praecox*, Simuliidae - *Simulium sp.*, Athericidae - *Atherix ibis*, Oligochaeta - *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, *Potamothrix hammoniensis* (Michaelson).

В потамали на песчаных, илисто-песчаных, илистых и глинистых биотопах отмечается сокращение фаунистического разнообразия представителей отрядов Plecoptera и Trichoptera за счет выпадения из состава фауны литореофильных таксонов и возрастает значение поденок (Ephemeroptera), моллюсков (Mollusca), малоце-

тинковых червей (Oligochaeta) и стрекоз (Odonata). Преимущественное развитие получают типичные потамобионты, виды равнинно-речного комплекса. Количественные показатели бентоса обеспечивают малоцетинковые черви, хирономиды и моллюски. Особенно велика роль олигохет, доля которых в общей численности и биомассе достигает 59-45% соответственно (табл. 5).

Среди Ephemeroptera наиболее многочисленны личинки *Caenis horaria* (Linnaeus), Mollusca - *Rivicoliana rivicola* (Lamarck), *Euglesa acuminata* (Clessin in Westerlund), *Pisidium amnicum* (Müller), Chironomidae - *Tanytarsus gr. gregarius*, *Prodiamesa olivacea*, *Paracladius conversus*, *Paratendipes albimanus* (Meigen), *Cladopelma gr. lateralis*, Oligochaeta - *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, *L. udekemianus* Claparede, *Tubifex tubifex* (Müller).

В устьевых участках средних рек, находящихся в зоне подпора водами водохранилищ, где основные площади дна заняты илами

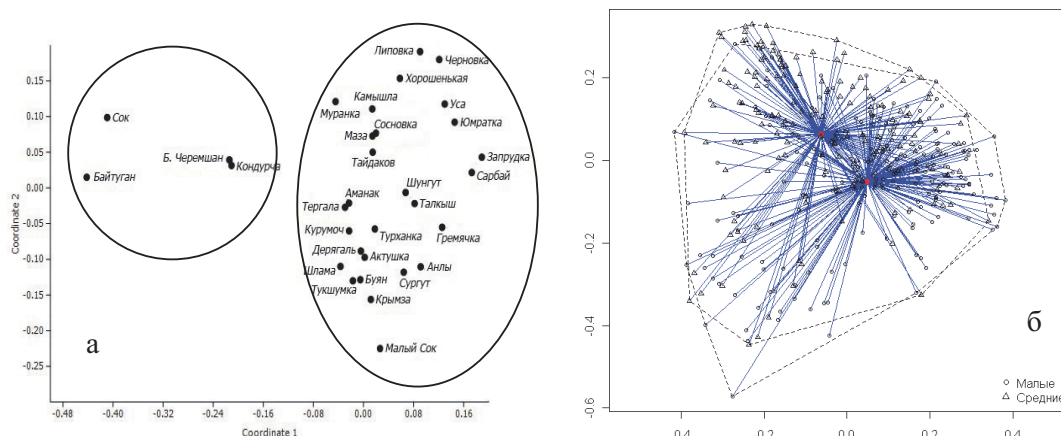


Рис. 4. Диаграмма сходимости (а) фауны макрозообентоса средних и малых рек лесостепной зоны в осях двух главных координат (эллипсы показывают объединение рек в два основных кластера); внутригрупповая дисперсия (б) видового состава проб макрозообентоса относительно центроидов для малых и средних рек

Таблица 5. Соотношение числа видов (n, %), численности (N, %) и биомассы (B, %) таксономических групп бентоса на различных участках рек

Таксономическая группа	ритраль			потамаль			устьевые участки средних рек (зона подпора)		
	n	N	B	n	N	B	n	N	B
Oligochaeta	6	17.0	6.0	8	59	45.0	7	23.0	11.0
Hirudinea	1	0.5	3.0	2	0.1	0.2	2	0.2	0.3
Mollusca	8	1.0	3.0	12	3.5	11.0	18	2.3	38.0
Crustacea	1	0.1	1.5	2	0.1	0.3	12	2.8	1.0
Ephemeroptera	6	7.0	14.5	9	1.3	2.4	2	1.2	1.2
Odonata	1	0.1	0.5	3	0.2	1.6	1	0.1	0.3
Heteroptera	3	0.2	0.5	2	0.1	0.2	1	1.0	0.3
Plecoptera	3	1.0	1.0	1	0.1	0.1	-	-	-
Trichoptera	7	1.0	11.0	4	0.3	2.0	1	0.2	0.5
Coleoptera	6	1.0	1.5	5	0.2	0.5	1	0.1	1.0
Chironomidae	44	66.0	46.0	44	34.0	36.0	51	68.0	48.0
Diptera (прочие)	10	5.0	10.0	5	1.0	0.6	2	1.0	0.3
*Прочие	4	0.1	1.5	3	0.1	0.1	2	0.1	0.1

* Прочие - Aranei, Hydridae, Hydrachnidia, Nematoda, Sialidae

и заиленными песками, фауна макрозообентоса представлена видами, характерными для стоячих водоемов. По числу таксонов (88% от общего состава фауны), численности (96%) и биомассе (98%) преобладают личинки Chironomidae, а также Oligochaeta, Mollusca и Crustacea. Доля остальных групп бентоса как в составе фауны, так и в общих количественных показателях не превышает 2% (табл. 5). Особенностью этих участков рек является распространение видов-вселенцев понто-каспийского и понто-азовского комплексов [3, 8].

Значительное развитие получают пело- и псаммофильные, характерные для фауны водохранилищ представители семейства Chironomidae - *Polypedilum nubeculosum*, *Cladotanytarsus mancus*, *Cryptochironomus gr. defectus*, *Procladius ferrugineus*, *C. obtusidens* Goetghebuer, *Lipiniella araenicola* Shilova и Oligochaeta - *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex newaensis* (Michaelson), *Tubifex tubifex*.

Большое значение в устьевых участках рек имеют крупные моллюски из семейства Unionidae: *Unio*, *Anodonta*, *Tumidiana*. Не достигая высокой численности в составе донных сообществ, эти моллюски обеспечивают значительную биомассу бентоса. Так, биомасса *Unio pictorum* в устьевом участке р. Сок достигает 4360 г/м². Зарегистрированы моллюски - вселенцы понто-каспийского комплекса: *Dreissena p. polymorpha* (pp. Сок, Уса, Б. Черемшан), *Dreissena r. bugensis*, *Lithoglyphus naticoides* (Сок, Уса), ракообразные *Dikerogammarus caspius*, *D. haemobaphes*, *Shablogammarus chablensis*, кумовые раки *Schizorhynchus bilamellatus* (Сок).

Таким образом, нами выявлено высокое фаунистическое богатство макрозообентоса рек лесостепной зоны бассейна Средней и Нижней Волги. Фактически зарегистрированное число таксонов в малых и средних реках составляет 411 и 364 соответственно с прогностическим возрас-

танием числа видов в зависимости от увеличения количества отобранных проб.

Не отмечено существенных различий в показателях общего и удельного разнообразия между малыми и средними реками, за исключением α -разнообразия для водотока в целом, который для средних рек в три раза выше, чем для малых, что обусловлено их большей протяженностью и закономерной сменой экологических условий в продольном направлении. Все исследованные реки характеризуются высокими значениями β -разнообразия.

Состав фауны отдельных участков малых и средних рек, из которых следует выделить зоны ритрали, потамали и устьевые области, определяется гидрологическими и биотопическими особенностями водотоков.

Полученные данные имеют практическое значение для проведения мониторинговых исследований в условиях природных климатических изменений и антропогенного воздействия на речные экосистемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозерова Е.В. Гидрологические и морфометрические характеристики рек Байтуган и Кондурча // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 22-26.
2. Водогрецкий В.Е. Антропогенное изменение стока малых рек. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 176 с.
3. Головатюк Л.В. Видовой состав и структура сообществ макрозообентоса р. Сок // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна. Тольятти: Кассандра, 2011а. С. 128-146.
4. Головатюк Л.В. Биоразнообразие донных сообществ притоков р. Сок // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна. Тольятти: Кассандра, 2011б. С. 146-160.
5. Зинченко Т.Д. К характеристике малых рек // Экологическая ситуация в Самарской области: состояние и прогноз. Тольятти, 1994. С. 82-97.
6. Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Реофильные гидробиоценозы. Река Байтуган // Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара: СамНИЦРАН, 2007. С. 121-126.
7. Зинченко Т.Д. Эколого-фаунистическая характеристика хирономид (Diptera, Chironomidae) малых рек бассейна Средней и Нижней Волги (Атлас). Тольятти: «Кассандра», 2011. 258 с.
8. Курина Е.М. Распространение чужеродных видов макрозообентоса в притоках Куйбышевского и Саратовского водохранилищ // Изв. САМ НЦ РАН. 2014. Т. 16, №1. С. 236-242.
9. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука. 240 с.
10. Методические рекомендации по обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Под ред. Г.Г. Винберга и Г.М. Лаврентьевой. Л.: ЗИН АН СССР, 1984. 52 с.
11. Шитиков В.К., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С. 2012. Макроэкология речных сообществ: кон-цепции, методы, модели. Тольятти: СамНИЦ РАН, Кассандра, 257 с.
12. Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья / Под ред В.Г. Папченкова. М.: Наука, 2003. 389 с.
13. Яковлев В.А. Зообентос реки Свияга // Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан. - Казань: Изд-во «Фэн», 2003. - С. 184-189.
14. Яковлев В.А., Ахметзянова Н.Ш., Кондратьева Т.А. Зообентос реки Казанка // Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан. Казань: Изд-во «Фэн», 2003. С. 181-184.
15. Anderson M.J. Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. // Biometrics. 2006. V. 62. P. 245-253.
16. Jaccard P. Distribution de la florine alpine dans la Bassin de Dranses et dans quelques regions voisines. Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles 37. 1901. P. 241-272.
17. Oksanen J., Blanchet G., Kindt R., ierre Legendre P., Minchin P., O'Hara R., Simpson G, Solymos P., Stevens M., Wagner H. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-2. 2011.

STATISTICAL ANALYSIS TAXONOMIC DIVERSITY OF MACROZOOBENTHOS FLAT RIVER BASIN FOREST-STEPPE ZONE OF MIDDLE AND LOWER VOLGA

© 2016 L.V. Golovatyuk¹, E.V. Promahova²

¹ Institute of Ecology of Volga River Basin of Russian Academy of Sciences, Togliatti

² Lomonosov Moscow State University

The results of long-term (1985-2015 gg.) Research macrozoobenthic lowland rivers basin steppe zone of Middle and Lower Volga. Revealed 494 taxa of 26 orders, 106 families and 289 genera. Statistical evaluation of the total species richness of rivers, made nonparametric methods amounted to 650 species. The comparative analysis of the composition of the fauna, taxonomic structure and diversity of macrozoobenthos of small and medium-sized lowland rivers.

Larisa Golovatyuk, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Small Rivers Ecology Laboratory.

E-mail: tdz@mail333.com

Ekaterina Promahova, Candidate of Geography, Associate Research Fellow at the Research Laboratory of Soil Erosion and Sediment Processes named after. N.I.Makkaveev.

E-mail: promakhova@gmail.com