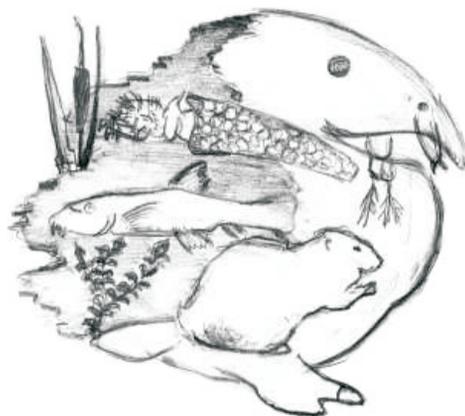




Российская Академия Наук  
Учреждение Российской Академии Наук  
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
Гидробиологическое Общество при РАН



Экосистемы малых рек:  
биоразнообразие,  
экология,  
охрана

БОРОК, 2008

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД ИМ. И.Д. ПАПАНИНА РАН**



**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ПРИ РАН**

**ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК:**  
**БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА**

**ЛЕКЦИИ И МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ**  
**ВСЕРОССИЙСКОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ**

**БОРОК 2008**

УДК 595.324:592/599

Коллектив авторов. **ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК: БИОРАЗНООБРАЗИЕ, ЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА.** Лекции и материалы докладов Всероссийской школы-конференции. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. 18–21 ноября 2008 г. Издательство ООО «Ярославский печатный двор» 2008. 368 с.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор *В.Г. Папченков*  
кандидат биологических наук *А.А. Прокин*  
кандидат биологических наук *Ю.В. Слынько*  
научный сотрудник ИБВВ РАН *А.И. Цветков*  
доктор биологических наук *А.В. Крылов*

В сборнике представлены лекции и материалы докладов по основным закономерностям гидрологического, химического и биологического режима малых рек России и стран СНГ. Для гидробиологов, экологов, зоологов, преподавателей и студентов ВУЗов.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке  
РФФИ (грант № 08-04-06123-г)*

*Оргкомитет школы-конференции выражает благодарность администрации Учреждения Российской академии наук Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН за оказанную поддержку в проведении школы-конференции*

ISBN

© 2008 г. Учреждение Российской академии наук  
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
макет, оформление, верстка  
© Коллектив авторов, текст  
© Издательство ООО «Ярославский печатный двор»

## ВОДНЫЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ (COLEOPTERA) МАЛЫХ РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ: РАЗНООБРАЗИЕ, БИОЦЕНОТИЧЕСКАЯ И ИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ

Прокин А.А.

Воронежский государственный университет  
394600, г. Воронеж, Университетская пл. 1. E-mail: prokina@mail.ru

В работе рассматривается таксономическое разнообразие водных жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) европейской части России, а также делается прогноз разнообразия данной группы в малых реках рассматриваемой территории на основании изучения фауны Центрально-Черноземного региона. Приводятся данные о представленности основных экологических групп водных жуков в фауне европейской части России, Центрально-Черноземного региона и малых реках региона. Описаны основные методы сбора водных жуков, процитированы доступные литературные источники о численности и биомассе данной группы в гидробиоценозах малых рек. На основании литературных данных приведено описание трофических групп личинок и имаго водных жесткокрылых фауны европейской части России. Сделан обзор существующих подходов к использованию водных жуков в биоиндикации состояния водных объектов.

Жесткокрылые или жуки (Coleoptera) наиболее разнообразный отряд животных на планете, около 400000 видов описано на сегодняшний день, с учетом неописанных таксонов реальный объем их разнообразия оценивается в 1000000 видов. Жуки также и один из наиболее разнообразных отрядов в континентальных водоемах. Около 12600 видов мировой фауны (3% общего числа видов жуков) связаны с водной средой обитания, а с учетом неописанных, их число оценивается в 18000 (Jäch, Balke, 2008). Таким образом, по видовому разнообразию жуки в континентальных водах намного превосходят моллюсков (5-6000 видов) и олигохет (около 700 видов), а сравнимы по разнообразию лишь с двукрылыми, число видов которых оценивается в 20000 (Lévêque *et al.*, 2005).

Жесткокрылые в ходе эволюции отряда не менее 10 (Crowson, 1981) или 20 раз (Jäch, Balke, 2008) независимо осваивали водную среду обитания. Таким образом, водные жуки являются сборной экологической группой, в которую входят представители всех подотрядов Coleoptera (Adephaga, Polyphaga, Mухophaga, Archostemata), характеризующиеся комплексами различных адаптаций к водной среде. Так, среди Mухophaga по-видимому отсутствуют по-настоящему наземные представители, водными являются 8 из 11 семейств Adephaga и около 20 из 150 семейств Polyphaga, среди Archostemata известно лишь одно водное семейство Jurodidae (=Sikhotealiniidae), включение которого в данный подотряд носит дискуссионный характер.

Наиболее разнообразными водными семействами мировой фауны, с учетом еще не описанных видов, являются Dytiscidae (4800 видов) и Hydraenidae (2500). К последнему семейству принадлежит и возможно наиболее разнообразный род водных жуков – *Hydraena* (570 описанных и более 1000 нуждающихся в описании видов), характеризующийся крайне высокой степенью эндемизма (Jäch, Balke, 2008).

При оценке общего видового разнообразия водных жесткокрылых в европейской части России нами были использованы данные Каталога жесткокрылых Палеарктики (Catalogue..., vol. 1-3), Определителя пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран (т.5., 2001), некоторые другие публикации (Jäch, Balke, 2008; Ryndevich, 2001; 2003; 2007; Hebauer, Ryndevich, 2005; Jäch, Prokin, 2005; Prokin, 2006; Prokin *et al.*, 2008 и др.) и собственные неопубликованные данные. При этом не учитывались виды преимущественно водных семейств, обитающие в наземных биотопах.

В европейской части России на сегодняшний день зарегистрировано 21 семейство жесткокрылых, тесно связанное с континентальными водами (табл. 1): 4 семейства подотряда Adephaga (Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae), 2 – Mухophaga (Hydroscaphidae, Sphaeriusidae), 15 – Polyphaga (Georisidae, Helophoridae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Scirtidae, Psephenidae, Elmidae, Dryopidae, Heteroceridae, Limnichidae, Chrysomelidae, Curculionidae (s.l.), Leiodidae (Platypyllinae=Leptiniinae)). Подотряд Polyphaga также доминирует в фауне европейской части РФ и по числу видов (52.09%), но значительно менее выражено, чем по числу семейств, тогда как представители Mухophaga на данной территории играют весьма незначительную роль, а в малых реках ЦЧР не зарегистрированы вовсе (табл. 2).

Для приблизительной оценки разнообразия водных жесткокрылых в малых реках европейской части России мы рассмотрели роль данных экосистем в сложении фауны Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) (Липецкая, Воронежская, Тамбовская, Курская, Орловская, Белгородская области), большая часть которого находится в зоне лесостепи, аккумулирующей как зональный широтный экотон фауны бореального и аридного происхождения.

**Таблица 1.** Видовое разнообразие водных жесткокрылых фауны европейской части России в Палеарктике и Центральном Черноземье

Семейства жуков	Число видов (n)			
	Палеарктика	Европ. часть РФ	ЦЧР	малые реки ЦЧР
Gyrinidae	50	16	10	8
Haliplidae	61	26	14	12
Noteridae	30	2	2	2
Dytiscidae	953	195	100	74
Hydroscaphidae	9	1 (Кавказ)	-	-
Sphaeriusidae	4	1	1	0
Georissidae	19	3	2	1
Helophoridae	150	31	15	8
Hydrochidae	22	6	6	5
Spercheidae	5	1	1	1
Hydrophilidae	380	56	42	37
Hydraenidae	692	33	13	5
Scirtidae	200	20	10	5
Psephenidae	92	1 (Чувашия)	-	-
Elmidae	240	19	5	5
Dryopidae	69	14	7	3
Heteroceridae	95	12	6	4
Limnichidae	63	4	1	0
Chrysomelidae (Donaciinae)	70	30	21	14
Curculionidae (s.l.)	?200	?30	8	3
Leiodidae (Platypsyllinae)	2	2	2	2
$\Sigma$	3406	503	266	189

В малых реках ЦЧР, к которым мы относили водотоки с площадью водосбора от 50 до 2000 км<sup>2</sup> (Дмитриева, 2008) и их пойменные водоемы, зарегистрировано 189 видов жуков, что составляет 71.05% региональной фауны данной группы.

**Таблица 2.** Видовое разнообразие подотрядов жесткокрылых в континентальных водах европейской части и Центрального Черноземья России

Подотряды жуков	Число видов		
	Европ. часть РФ, n (%n)	ЦЧР, n (%n)	малые реки ЦЧР, n (%n)
Adephaga	239 (47.51)	126 (47.37)	96 (50.79)
Polyphaga	262 (52.09)	139 (52.25)	93 (49.21)
Мухорhaga	2 (0.40)	1 (0.38)	0

Исходя из нашей оценки общего объема фауны европейской части России в 503 вида (табл. 1) можно предположить обитание в малых реках около 357 видов. При этом следует учитывать, во-первых, крайне недостаточную изученность фауны таких семейств как Hydraenidae, Elmidae, Dryopidae, Scirtidae и Georissidae на данной территории. Во-вторых, доля видов обитающих в малых реках будет увеличиваться в южном направлении, так как в засушливых условиях аридных ландшафтов малые реки являются убежищами для подавляющего большинства видов водных жуков из различных экологических группировок, что было убедительно показано при исследовании водотоков Одесской области (Дядичко, 2005а). В то же время на севере Европы возрастает роль облигатно лимнофильной и паллострофильной экологических группировок в фауне водных жуков, что лишь незначительно компенсируется увеличением разнообразия реофилов, в первую очередь за счет представителей семейств Hydraenidae и Elmidae и должно в результате приводить к уменьшению относительного разнообразия (% от всей фауны) данной группы в малых реках. Также в литературе отмечено преобладание на севере Европы представителей подотряда Adephaga над Polyphaga, в первую очередь за счет резкого снижения здесь разнообразия Hydrophiloidea (Зайцев, 1907; Захаренко, 1962).

Кроме перечисленных выше (табл. 1) водных семейств жуков, в ряде типично наземных, таких как Carabidae и Staphilinidae, встречаются виды, имаго которых способны погружаться под воду для охоты или имеют водно-развивающихся личинок (некоторые Lampyridae). В то же время многие водолубы (Hydrophilidae), морщинники (Helophoridae), водобродки (Hydraenidae), прицепыши (Dryopidae), речники (Elmidae) и даже плавунцы (Dytiscidae) ведут наземный образ жизни. Более того, у некоторых представителей Hydraenidae, Scarabeidae, Elmidae, Dryopidae в пределах ареала существуют преимущественно водные или наземные популяции, а некоторые виды, обитающие на границе

40 | Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана  
вода-суша вообще трудно определить в терминах «водный» или «наземный», так как для них неиз-  
вестны особенности жизненных циклов (Jäch, Balke, 2008).

В силу данных обстоятельств, для выделения наиболее крупных экологических групп связан-  
ных с водой жуков М. Йех (Jäch, 1998; Jäch, Balke, 2008) предложил учитывать: 1) время, проводимое  
в контакте с водой; 2) степень погружения; 3) степень зависимости от воды; 4) мотивацию контакта с  
водой (пища, убежище и др.). Рассмотрев под этим углом зрения особенности жизненных циклов ви-  
дов, были выделены 6 экологических групп жесткокрылых.

1. Настоящие водные жуки (True Water Beetles) – имаго ведут преимущественно погруженный образ жизни. К данной группе относится большинство видов семейств Gyridae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Hydroscaphidae, Helophoridae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Spercheidae, Hydraenidae, Elmidae, Dryopidae.
2. Ложные водные жуки (False Water Beetles) – личинки ведут в основном погруженный образ жизни, имаго, как правило, – наземный. На рассматриваемой территории к данной группе относятся Scirtidae и Psephenidae.
3. Фитофильные водные жуки (Phytophilous Water Beetles) – живут и питаются на водных растениях (моно- и олигофаги), оставаясь погруженными некоторое время на всех стадиях развития. В данную группу у нас входят Chrysomelidae, за счет специализированного подсемейства Donaciinae (радужницы) и единичных представителей других подсемейств (Alticinae, Chrysomelinae, Criocerinae, Galerucinae) и жуки надсемейства Curculionoidea (Curculionidae в основном за счет Bagoinae, Ceutorhinchinae и Tanysphyrinae, а также некоторые Apionidae и Dryophthoridae).
4. Паразитические водные жуки (Parasitic Water Beetles) – обитатели водных млекопитающих. К ним относятся представители специализированного подсемейства Platypyllinae (=Leptininae) семейства Leiodidae. В Палеарктике и европейской части России встречаются 2 вида *Silphosyllus desmanae* Olsufiev, 1923, обитающий на русской выхухоли и *Platypyllus castoris* Ristema, 1869, обитающий на бобрах (Prokin, Kirejtshuk, 2007; Прокин, Землянхин, 2008). Для последнего вида доказано питание имаго и личинок чешуйками ороговевающего эпидермиса (Winter, 1979 и др.), так что его следует считать скорее комменсалом бобров. Пока нет убедительных данных о паразитизме *S. desmanae*, данную группу, возможно, стоит назвать «Водные жуки-комменсалы» (Commensal Water Beetles).
5. Факультативные водные жуки (Facultative Water Beetles) – активно погружающиеся или передвигающиеся по поверхности воды ограниченный период времени для охоты, питания, в поисках убежища хотя бы на одной стадии развития в определенной популяции. На рассматриваемой территории к данной группе относятся многие представители родов *Carabus*, *Agonum*, *Elaphrus*, *Blethisa*, *Acupalpus*, *Bembidion* (Carabidae), трибы Psammodiini подсемейства Aphodiinae (Scarabeidae) и огромное количество видов Staphilinidae (*Stenus*, *Lesteva*, представители десятков других родов). Среди последних, например, только к переувлажненным подушкам сфагновых мхов на болотах ЦЧР приурочены 43 вида (определение И.В. Гусарова).
6. Прибрежные водные жуки (Shore Water Beetles) – обитатели линии уреза воды на всех стадиях развития, но не проникающие под воду добровольно. К данной группе у нас относятся Sphaeriidae, Georissidae, Heteroceridae и Limmichidae, а также некоторые представители Hydraenidae, Hydrophilidae, Dryopidae. Возможно, список семейств может расшириться при тщательном изучении данных местообитаний за счет представителей Elateridae, Ptiliidae, Histeridae, Tenebrionidae и других.

В отношении данной группы, являющейся хорошим маркером экотона на границе раздела вода-суша, можно не согласиться с мнением, что ее представители добровольно не проникают под воду. В частности, нам неоднократно приходилось наблюдать пилоусов (Heteroceridae) под водой на значительном удалении от берега и встречать их в бентосных пробах.

Основываясь на приведенной выше классификации экологических групп жуков, мы внесли в нее некоторые изменения при рассмотрении фауны европейской части России в целом, и малых рек ЦЧР в частности. Так Ложные водные, которых по-русски удачнее назвать «Настоящие амфибионты», и Фитофильные водные жуки были объединены в надгруппу Амфибиотических (Amphibiotic Water Beetles), так как имаго подавляющего большинства видов нашей фауны ведут наземный образ жизни и погружаются под воду лишь на непродолжительное время. Водные жуки-комменсалы и Прибрежные водные жуки были объединены в надгруппу Полуводных (Semiaquatic Water Beetles) (табл. 3). При этом мы не рассматривали группу Факультативных водных жуков в связи с недостатком информации о них на исследуемой территории. По той же причине мы формально включили всех связанных с водой Hydrophilidae, Dryopidae, Elmidae и Hydraenidae в группу Настоящих водных жуков, а всех Donaciinae и Curculionoidea в группу Фитофильных.

**Таблица 3.** Видовое разнообразие экологических групп водных жесткокрылых европейской части и Центрального Черноземья России

Экологические группы жуков	Число видов		
	Европ. часть РФ, n (%n)	ЦЧР, n (%n)	малые реки ЦЧР, n (%n)
<b>Водные (True Water Beetles)</b>	<b>400 (79.52)</b>	<b>215 (80.83)</b>	<b>160 (84.66)</b>
<b>Амфибиотические (Amphibiotic Water Beetles)</b>	<b>81 (16.10)</b>	<b>39 (14.66)</b>	<b>22 (11.63)</b>
Настоящие амфибионты (False Water Beetles)	21 (4.17)	10 (3.76)	5 (2.64)
Фитофильные (Phytophilous Water Beetles)	60 (11.93)	29 (10.90)	17 (8.99)
<b>Полуводные (Semiaquatic Water Beetles)</b>	<b>22 (4.38)</b>	<b>12 (4.51)</b>	<b>7 (3.70)</b>
Комменсалы (Commensal Water Beetles)	2 (0.40)	2 (0.75)	2 (1.06)
Прибрежные (Shore Water Beetles)	20 (3.98)	10 (3.76)	5 (2.64)

Проанализировав данные о представленности крупных экологических групп жуков в фауне малых рек ЦЧР (табл. 3) можно сделать вывод, что в данных экосистемах сохраняется структура доминирования данных групп, свойственная как фауне ЦЧР, так и европейской части России в целом. В фауне преобладают Водные жесткокрылые, составляющие более  $\frac{3}{4}$  ее общего разнообразия, Амфибиотические жуки составляют около 10%, при доминировании фитофильных форм, другие группы представлены ограниченным числом видов (табл. 3). Вероятно, такое соотношение экологических групп жуков будет характерно и для малых рек других регионов Европейской части, с выпадением в ряде из них группы Комменсалов, зависящих от своих хозяев – млекопитающих, распространенных на рассматриваемой территории неравномерно.

Кроме вышеперечисленных крупных экологических групп жуков, существует множество классификаций по отношению к различным абиотическим и биотическим факторам, действующим в водной среде – проточности, температуре, солености, pH, отношению к водной растительности, грунтам (Грамма, 1974б; Миноранский, Джумайло, 1974; Мателешко, 1977; Беляшевский, 1989; Грамма, Шатровский, 1992; Федоров, 2000; Петров, 2004; Рындевич, 2004; Дядичко, 2005а; Nebauer, 1994), типам водных объектов и биотопов (Eyre, Ball, Foster, 1986; Eyre, 2006 и др.). При выделении таких экологических групп достаточно сложно, а порой и невозможно выделить ведущий фактор. Кроме того, для водных жуков характерны географическая, сезонная и возрастная смены стадий (Грамма, 1974б; Мателешко, 1977), различный образ жизни личинок и имаго, что не позволяет создать единую обобщенную иерархию экологических группировок для фауны достаточно крупной территории. При необходимости такая задача решается каждым исследователем самостоятельно на основе конкретного фактического материала по экологии изучаемых видов.

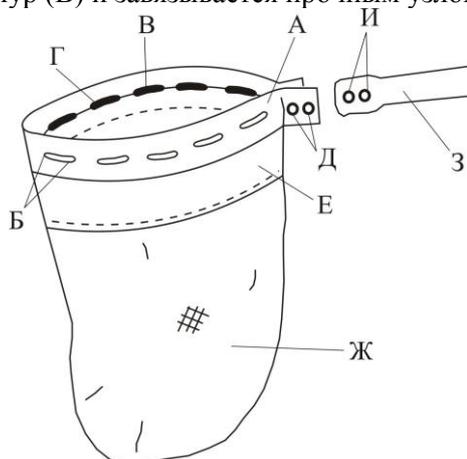
Из 700 работ, написанных за последние 100 лет о водных жуках России и сопредельных стран (в границах бывшего СССР), лишь 28 (4%) посвящены фауне малых рек или рассматривают их как части более крупных бассейнов, хотя конечно некоторые данные о данных экосистемах в фаунистических сводках для отдельных территорий. Работы Ф.А. Зайцева (1929), В.Б. Захаренко, В.Н. Граммы (1977) посвящены бассейну Северского Донца, бассейну реки Занга (Армения) – статья Ф.А. Зайцева (1947), бассейну реки Воронеж – работа С.Ю. Мокеевой, В.В. Негрובה (1998).

Рекам севера европейской части посвящены работы Е.К. Роговцовой и некоторых других авторов: р. Мезень (Роговцова, 1999; 2001), р. Уса (Захаренко, 1962; Роговцова, Петров, 2004), р. Ижма (Роговцова, 1996), р. Илыч (Роговцова, 1997), р. Ухта (Роговцова, 2000), бассейну Печоры (Rogovtsova, 2001), рекам Урала и Тимана (Роговцова, Шубина, 1998), р. Пышма (Назаров, 1989). В обзорной работе по водным жукам Республики Коми Е.К. Роговцева (1998) по гидробиологическим данным, предоставленным В.Н. Шубиной, приводит частоту встречаемости, среднюю численность и биомассу личинок и имаго жуков в бентосе рек, которые составили соответственно: 60-100 и 33-78%; 0.16-2.8 и 0.01-0.41 тыс. экз./м<sup>2</sup>; 0.09-0.77 и 0.02-0.35 г/м<sup>2</sup>. При этом наиболее благоприятными биотопами для развития данной группы беспозвоночных являются стабильные каменистые грунты с моховыми обрастаниями, где численность может достигать 34.2 тыс. экз./м<sup>2</sup> (Роговцова, 1998).

В последнее время также вышли обстоятельные статьи по фауне и экологии водных жуков рек Одесской области (Дядичко, 2003; 2005а,б; 2007; 2008) и Белоруссии (Рындевич, 2001; 2004). Кроме того, существуют работы в которых рассматривается влияние загрязнения рек на фауну водных жесткокрылых (Миноранский, Джумайло, 1975; Федоров, 1999; 2000; Брехов, 2003; Петров, 2005; Прокин, 2005).

В гидробиологической литературе вообще не принято рассматривать жуков хотя бы в качестве отдельной значимой группы в составе макрозообентоса или зоофитоса, традиционно включая их в группу «прочие Insecta», хотя представители данной группы могут вносить весьма существенный вклад не только в общее разнообразие водных макробеспозвоночных, но и в показатели обилия – численность и биомассу. В частности Н.Н. Жгаревой (2007) при изучении малой реки Латка (Ярославская обл.) с площадью водосбора всего 35 км<sup>2</sup>, в составе фитофильной фауны было выявлено 56 видов жуков (18.5% общего видового разнообразия), а при помощи электролова на узком участке протяженностью 5 м было собрано 83 экз. крупных и средних жуков 9 видов, биомасса которых составила около 220 г/м<sup>2</sup>. Такие результаты показывают, что традиционный недоучет водных жуков в гидробиологических исследованиях вызван, скорее всего, несовершенством применяемых методик сбора. Ниже мы приведем основные методики и устройства для сбора водных жесткокрылых.

**Сачок** может иметь вид обычного энтомологического сачка, но с обручем меньшего диаметра (не более 25 см). Однако целесообразнее использовать гидробиологический сачок Бальфура-Брауна (рис. 1). Обруч изготавливается из полоски нержавеющей металла (А). Диаметр обруча 20 - 25 см, ширина – 3-5 см. По всей длине обруча через равные промежутки сверлятся четное число отверстий (чтобы оба конца пропущенной в них веревки оказались наружи) диаметром 0.5 см (Б), сквозь которые продевается капроновый шнур (В) и завязывается прочным узлом напротив ручки.



**Рис. 1.** Сачок Бальфур-Брауна (По Рындевичу, 2004)

К капроновому шнуру с внутренней стороны обруча пришивается мешок (Г). Мешок состоит из верхней части шириной 8 см, которая изготавливается из плотной бязи (Е). Нижняя часть шириной 25 см изготавливается из мельничного газа (Ж). Все швы мешка промазываются водоустойчивым клеем. Обруч с мешком крепится к металлической ручке двумя болтами (Д, И). Ручка сачка (З) изготавливается из алюминиевой трубки, часто используют разборную ручку из нескольких состыкованных частей (Balfour-Browne, 1928; Шатровский, 1999; Рындевич, Цинкевич, 2000; Рындевич, 2004). Кроме мельничного газа для изготовления сачка можно использовать мешок для мягкой стирки белья. Он сделан из крепкого материала с подходящей ячейей (Брехов, 2006).

Надо отметить, что некоторые преимущества имеет сачок Бальфур-Брауна с квадратной рамкой, так как позволяет использовать сачок как скребок для сбора перифитонных организмов с крупных погруженных предметов – камней, свай и т.д. К тому же, для сачка с квадратной рамкой проще рассчитать площадь одного зачерпывания, что может использоваться при изучении зоофитоса плавающих растений (например, рясковых).

**Кошение сачком.** Сачок опускают в воду на нужную глубину так, чтобы отверстие было перпендикулярно ее поверхности, и ведут в сторону, несколько отклонив обруч (описывают плавные восьмерки). Закончив облов на заданной глубине, поворачивают сачок отверстием вверх (параллельно поверхности воды) и по возможности быстро вынимают. При индивидуальном отлове для того, чтобы сачок двигался в воде быстрее, его разворачивают ребром и лишь в непосредственной близости от объекта поворачивают в нормальное положение (Ярошенко и др., 2006).

При работе на течении всегда следует двигаться против течения, чтобы поднятая со дна муть не отпугивала жуков на еще не обловленных участках. При этом на каменистом грунте следует взмучивать грунт впереди ног или шестом, выгоняя их из укрытий. Стоит передвигаться против солнца, чтобы падающая тень также не отпугивала жуков.

При кошении по зарослям макрофитов взмахи следует делать параллельно берегу, постепенно приближаясь к нему. Рекомендуется делать не более 10 взмахов за один отбор проб и не проводить кошения по дну, так как сачок очень быстро заполняется грунтом и водными растениями (Рындевич, Цинкевич, 2000). При количественном учете делается 100 двойных взмахов с выемкой из сачка по

мере наполнения не более чем на 1/3, чтобы не портить материал, части пробы складываются в отдельный полиэтиленовый пакет для последующей обработки в лабораторных условиях. Иногда стоит ограничить пробную площадку колышками, а еще лучше – стенками из мелкого мельничного газа.

**Взмучивание.** Наиболее эффективный метод при сборе плохо плавающих жуков (*Helophoridae*, *Hydrochidae*, *Hydraenidae*, часть *Hydrophilidae*, *Dryopidae*) на небольших глубинах. Ногой, шестом или ручкой сачка взмучивается донный грунт и растительность, после чего всплывшие жуки собираются с поверхностной пленки небольшим сачком из мелкого газа или аквариумным сачком. Для сбора жуков, обитающих на плавающих растениях и кочках, необходимо погрузить эти растения в воду и слегка встряхнуть. Находящиеся на них жуки всплывают на поверхность, после чего собираются при помощи сачка (Рындевич, Цинкевич, 2000).

**Выплескивание.** Необходимый метод для сбора интерстициальных обитателей линии уреза (*Georgyssidae*, *Heteroceridae*, *Limnichidae* и др.). Наиболее удобен на открытых мелководьях. Руками или любой емкостью вода выплескивается на берег, после чего вымытые из почвы жуки собираются аквариумным сачком. На заросших мелководьях следует с корнем выдергивать растения, которые сразу же осматривать, а лишь потом переходить к выплескиванию, оставляя растения в зоне исследования. Как правило, линия уреза обитаема жуками не более чем на 1 м от уреза воды. На крупных реках зона может распространяться и далее, но, как правило, в таких случаях маркируется наносами, остающимися после вхождения реки в межень.

**Вороночные ловушки.** Для изготовления такой ловушки (рис. 2) от пластиковой бутылки отрезается верхняя треть и вставляется горловиной во внутрь нижней части. Затем две составные части скрепляются тугими металлическими зажимами (К) как показано на рисунке. На дно ловушки можно положить приманку (небольшие кусочки мяса, печени, рыбы и т.д.) (Л) для того, чтобы привлечь хищных насекомых. Насекомые скапливаются в задней части ловушки. Для изъятия насекомых необходимо снять металлические зажимы и вынуть часть ловушки с горловины (Aiken, Roughley, 1983; Рындевич, Цинкевич, 2000; Рындевич, 2004). Перед изъятием насекомых бутылку необходимо слегка встряхнуть, чтобы насекомые не могли спрятаться в приманке (Ярошенко и др., 2006).

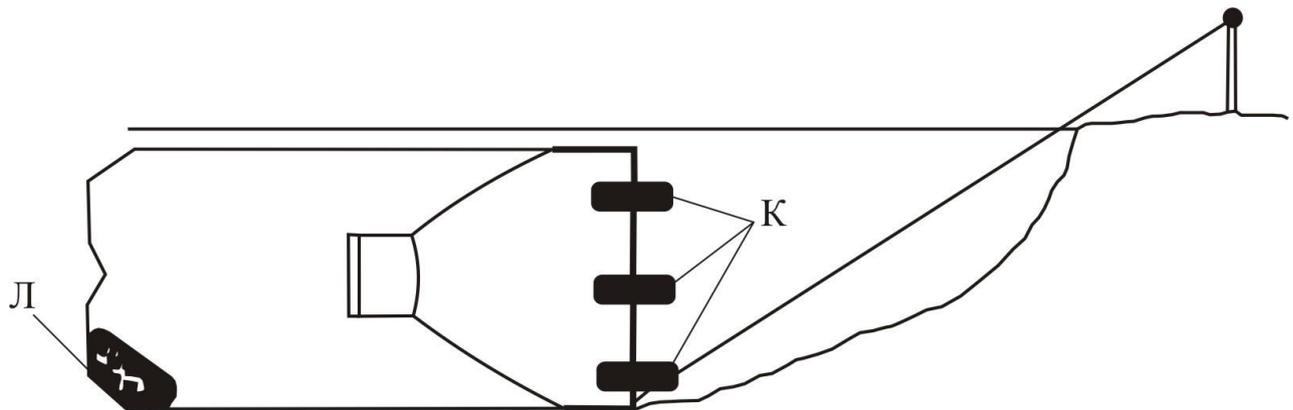


Рис. 2. Вороночная ловушка (По С.К. Рындевичу, 2004)

Как правило, используют 1.5-2 л. бутылки, но для сбора крупных насекомых следует использовать бутылки с диаметром горлышка более 3 см (5 л., бутылки от соков и молочных продуктов). Всегда следует отмечать на берегу ленточкой или буйком место установки ловушки, закреплять ее шнуром или проволокой. Располагать ловушку следует входом по течению, чтобы во-первых, она не забивалась дрейфом, во-вторых – чтобы по течению распространялся запах приманки.

Бесприманочные ловушки используются, когда нет возможности часто посещать водоем (Дядичко, 2004) или в случаях изучения редких видов водных насекомых. В частности, в Европе для изучения динамики численности плавунцов *Dytiscus latissimus* L., 1758 и *Graphoderus bilineatus* (De Geer, 1774), занесенных в Красную книгу МСОП используются именно такие ловушки (Dijk, 2006; Koese, Cuppen, 2006; Kalnins, 2006). Особенно удачна ловушка конструкции М. Хольмена (Anonymous, 2005), состоящая из двух пластиковых бутылок и закрепленная на шесте (рис. 3) которая позволяет пойманному насекомому наиболее долгое время оставаться живыми.

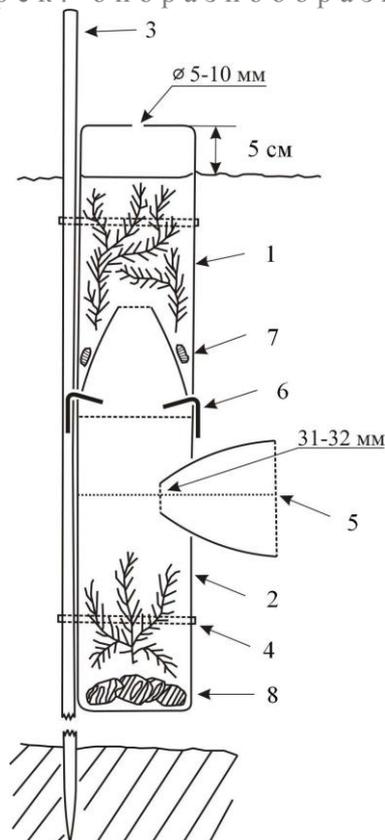


Рис. 3. Вороночная ловушка Хольмена (По Anonymus, 2005)

Пластиковые бутылки (1, 2) крепятся к шесту (3), погруженному в донный грунт, двумя эластичными резиновыми креплениями (4). От второй пластиковой бутылки отрезается верхняя часть (5) без горлышка, чтобы диаметр внутреннего входного отверстия был 31-32 мм. Между собой бутылки скрепляются металлическими зажимами-скобами (6), которые страхуются стопорными камнями (7). На дно первой пластиковой бутылки помещается груз (8), водные растения помещаются в обе бутылки. Дно второй пластиковой бутылки, снабженное отверстием для доступа атмосферного воздуха диаметром 5-10 мм должно находиться не менее чем в 5 см над поверхностью воды.

Для сбора количественных проб водных жесткокрылых В.Г. Дядичко (в настоящем сборнике) сконструирована специальная гидроэнтомологическая **драга ДГЭ**, позволяющая наиболее адекватно оценить показатели обилия водных жесткокрылых.

В результате использования данной драги были рассчитаны численность и биомасса водных жуков подотряда Aderphaga пересыхающей реки Тилигул в Одесской области. В среднем за весенний период численность таксоценоза в русловых станциях составила 12.09 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 95.01 мг/м<sup>2</sup>; в весенних разливах – 3.54 экз./м<sup>2</sup>, 21.67 мг/м<sup>2</sup>; пойменных лужах – 26.67 экз./м<sup>2</sup>, 116.92 мг/м<sup>2</sup>. В летний период, во время пересыхания реки в остаточных водоемах русла численность Aderphaga составляла 12.45 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 625.14 мг/м<sup>2</sup>, а в искусственных карьерах в пойме – 2.03 экз./м<sup>2</sup>, 1232.81 мг/м<sup>2</sup>. В осенний период, после окончания засухи, численность в русловых станциях пришла к значению 21.12 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 391.0 мг/м<sup>2</sup> (Дядичко, в настоящем сборнике).

Кроме перечисленных методик очень хорошие результаты дает сбор водных жуков на свет. при котором необходимо размещать под источником света горизонтальную простыню на почве, так как многие жуки с плавательными конечностями не способны садиться на вертикальную поверхность. Существуют также подводные светоловушки (Николаева, 2001; 2005), однако при их использовании остается неясным, что привлекает жуков – свет, увеличение температуры воды (в случае применения ламп накаливания) или скопления планктонных беспозвоночных. Водных жуков привлекают горизонтальные красные и черные поверхности, в то время как желтые и белые – не привлекают. В частности, они хорошо летят на автомобили соответствующих «привлекательных» цветов (Kriska et al, 2006 и др.).

Для сбора и изучения окрыленных стадий амфибиотических насекомых (в том числе – жуков) исследователями сконструирован ряд специальных ловушек-имагоуловителей (Савицкий и др., 1986; Ettinger, 1979; Girikumar, Venkateswara, 1984; Cushman, 1983 и др.), дающих представление об обилии вылета на единицу площади или объема воды. Необходимо отметить, что громоздкие стационарные конструкции на плотках, или заглубленные до дна водоема, дают большую погрешность при исследо-

ваниях вылета насекомых, чем погруженные лишь на незначительную глубину, так как сами являются подходящим субстратом для заселения организмами перифитона, компонентом которого являются многие виды.

При изучении видов окукливающихся или зимующих на суше можно применять почвенные ловушки (Петров, Толстикова, 1999; Петров, Никитский, 2005), разборку почвенных проб (Юферев, 1983; Цуриков, 2004) или непосредственное наблюдение в природе. Так по данным Н.К. Дексбаха (1959) во время массового выхода личинок *Hydroporus* sp. (Dytiscidae) для окукливания на протяжении 1 метра береговой линии озера в секунду проходило около 1000 личинок, что за 3 часа массового выхода в течение суток на данном протяжении составляло 1080000 личинок. Средняя масса одной личинки составляла 4.25 мг, что давало потерю биомассы 4.6 кг на 1 м береговой линии, а на все озеро, окружность 10 км – 46 т (Дексбах, 1959).

Несмотря на существование ряда методик сбора водных жуков, позволяющих количественно оценить их обилие, из приведенного выше обзора видно, что таких оценок для малых рек на территории европейской части России практически не проводилось. Данная ситуация является весьма досадным упущением в изучении гидробиологического режима данных экосистем, учитывая высокое видовое разнообразие водных Coleoptera, представленность среди них различных трофических групп и гильдий и определенное хозяйственное значение.

Водные жуки известны как постоянный пищевой объект ряда видов рыб, в первую очередь хариуса, семги, сига (Захаренко, 1962; Роговцева, 1998; 2000), пресмыкающихся (Шаповалов, Ярошенко, 2006), земноводных и птиц; вредители и конкуренты молоди рыб, особенно в прудовых хозяйствах (Березина, 1951; 1955; 1968; Дексбах, 1954), где их биомасса, за счет личинок Dytiscidae, может достигать 250 кг/га (Дексбах, 1954). Водные жесткокрылые являются важными регуляторами численности личинок кровососущих комаров (Валентюк, Ковалюк, 1977; Назаров, Ахметбекова, 1978; Николаева, 1979 и др.). В последнее время ряд видов водных фитофильных жуков используются в борьбе с адвентивными растениями – водным гиацинтом, пистией и другими (Jäch, Balke, 2008).

Достаточно широкий спектр хозяйственного значения водных жуков и их ролей в гидробиоценозах, в первую очередь определяются разнообразием трофических предпочтений этой группы беспозвоночных. В фундаментальной монографии А.В. Монакова (1998) приводятся некоторые данные о питании водных Coleoptera, однако далеко не для всех семейств фауны рассматриваемой нами территории, и без разделения на личинок и имаго, которые часто относятся к различным трофическим группам, что побудило нас еще раз обратиться к этому вопросу.

На основании литературных данных (Рындевич, 2004; Beerbower, 1943; Rothmeier, Jäch, 1986; Brown, 1987; Stehr, 1991; Nilsson, 1996а,б,в,г,д; Jäch *et al.*, 2002) составлена таблица, в которой приводятся трофические группы и особенности питания личинок и имаго водных жесткокрылых фауны европейской части России (табл. 4).

**Таблица 4.** Трофические группы водных жесткокрылых фауны европейской части России

Семейства жуков	личинки	имаго
Gyrinidae	хищники (преимущественно хирономиды, олигохеты)	хищники (насекомые поверхностной пленки, в основном – двукрылые)
Haliplidae	альгофаги ( <i>Brychius</i> , <i>Peltodytes</i> , <i>Haliplus s.str.</i> , <i>Neohaliplus</i> – нитчатые водоросли; <i>Liaphlus</i> , <i>Haliplidius</i> – харовые)	фитозоофаги (водоросли + беспозвоночные от кишечнорастворимых и яиц хирономид до личинок поденок, причем молодые жуки более хищные)
Noteridae	питаются мертвыми насекомыми, реже нападают на живых хирономид, олигохет	хищники (двукрылые, преимущественно хирономиды)
Dytiscidae	хищники (размер преобладающих жертв зависит от размера личинок)	хищники с широким размерным диапазоном жертв; также питаются падалью, а иногда в незначительных количествах – растительной пищей
Hydroscaphidae	?альгофаги	?альгофаги
Sphaeriidae	фитодетритофаги собиратели	фитодетритофаги собиратели
Georissidae	?	детритофаги собиратели
Helophoridae	хищники и падальщики (наземные представители подрода <i>Empleurus</i> – фитофаги)	фитодетритофаги собиратели
Hydrochidae	хищники и падальщики	фитодетритофаги собиратели
Spercheidae	хищники и падальщики	активные фильтраторы

Hydrophilidae	хищники и падальщики	фитодетритофаги собиратели, наиболее крупные представители родов <i>Hydrochara</i> и <i>Hydrophilus</i> иногда питаются падалью и личинками двукрылых. <i>Coelostoma</i> , <i>Cercyon</i> - детритофаги
Hydraenidae	полуводные личинки <i>Limnebius</i> , <i>Ochthebius</i> фитодетритофаги (преимущественно – альгофаги), <i>Hydraena</i> – хищники	фитодетритофаги и альгофаги (диатомовые) собиратели
Scirtidae	фитодетритофаги цедители	фитофаги (наземные)
Psephenidae	фитодетритофаги собиратели	?фитофаги (наземные)
Elmidae	фитодетритофаги собиратели и соскребатели	фитодетритофаги собиратели
Dryopidae	питаются грибами и бактериями в разлагающейся древесине или растительном опаде	фитодетритофаги собиратели
Heteroceridae	фитодетритофаги и альгофаги (диатомовые) собиратели	фитодетритофаги и альгофаги (диатомовые) собиратели
Limnichidae	фитодетритофаги собиратели	фитодетритофаги собиратели
Chrysomelidae (Donaciinae)	фитофаги	фитофаги
Curculionidae (s.l.)	фитофаги	фитофаги
Leiodidae (Platyp-syllinae)	питаются чешуйками ороговевающего эпидермиса водных млекопитающих, при массовом развитии способны питаться кровью, выступающей в местах раздражения кожи	питаются чешуйками ороговевающего эпидермиса водных млекопитающих

Группа водных жесткокрылых (Coleoptera) по многим параметрам подходит для использования её в качестве животных-биоиндикаторов различных форм антропогенной нагрузки (Грамма, 1993; Федоров, Брехов, 2002; Jäch, 2008) и сукцессионной зрелости водоема (Рындевич, 1998).

Уровень видового разнообразия жуков коррелирует с таковым других групп макробеспозвоночных (Plecoptera, Trichoptera, Mollusca, Heteroptera, Ephemeroptera) и может составлять большую часть общего разнообразия сообщества определенного биотопа. Показано, что высшие таксоны (роды и семейства) могут использоваться в биоиндикации (Sánchez-Fernández *et al.*, 2006). Кроме того, при биоиндикации состояния водных объектов предлагается использовать особенности жизненных циклов видов (Richoux, 1997) или рассматривать виды определенных функциональных групп, выделенных с учетом жизненной стратегии, способов дыхания и питания (Usseglio-Polatera *et al.*, 2001).

Существует ряд публикаций в которых рассматриваются процессы, происходящие в популяциях и таксоценозах водных жуков при действии на них антропогенных факторов и при сукцессионных изменениях среды обитания.

В работах В.М. Емеца (1983а; 1983б; 1993) показано изменение многолетней и сезонной динамики размерного состава имаго, возрастной структуры, пространственного распределения имаго и личинок желобчатого полоскуна *Acilius canaliculatus* (Nicolai, 1822) в популяциях озер на заповедной и рекреационной территориях. В работе О.Г. Брехова (2002) показано изменение соотношения полов и размерного состава группировок *Laccophilus poecilus* Klug, 1834 в городских водных объектах г. Волгограда и водных объектах, находящихся за пределами города.

В других работах отмечено, что группировки водных жесткокрылых, населяющие естественные и искусственные водоёмы заметно различаются между собой (Грамма, 1974а; Калюжная, Кукарека, 1987). Различия касаются фаунистической структуры, видового разнообразия, суммарного обилия, состава константных и доминантных видов, трофической структуры.

Известны изменения в региональных фаунах водных жесткокрылых, возможно вызванные регулированием стока рек (Захаренко, Грамма, 1977) и антропогенной ксеротизацией территорий (Прокин, 2002; Рындевич, 2004). В частности, жесткокрылые тетийского происхождения (*Berosus frontifoveatus* Küwert, 1888 *Hydrochara flavipes* (Steven, 1808) *Haliplus zacharenkoi* Gramma et Prisny, 1973 *Gyrinus distinctus* Aubé, 1838, *Hydrovatus cuspidatus* (Kunze, 1818), *Hygrotus nigrolineatus* (Steven, 1808), *Peltodytes caesus* (Duftschmid, 1805), *Enochrus nigrinus* Sharp, 1872), предпочитающие различные отстойники, пруды и временные водоемы, подвергающиеся засолению вследствие бездумного землепользования в последнее время распространились до севера лесостепной зоны в ЦЧР, а виды *Hygrotus nigrolineatus* (Steven, 1808), *Enochrus bicolor* (F., 1792), *Helophorus paraminutus* Angus, 1986, *Berosus bispina* Reiche & Saulcy, 1856, *B. spinosus* (Steven, 1808) до зоны широколиственных лесов в Белоруссии, где также заселяют преимущественно искусственные водоемы (Рындевич, 2004).

Показано, что при поступлении в проточный водоём даже небольшого количества загрязнителей, фауна плавунцовых резко деградирует и происходит её рудерализация. При антропогенном за-

грязнении малой речки органическими веществами и нефтепродуктами прослеживается общее снижение численности и видового богатства водных жуков, замена реобионтных форм жуков на эврибионтов; стенотермные виды уменьшают численность; исчезают или уменьшают численность планктонные и эпипнейстонные жизненные формы жуков; увеличивается число особей мелких гипонейстонных жуков. (Федоров, 1999; Федоров, Брехов, 2002).

При антропогенном загрязнении небольшого эвтрофного озера органикой наблюдаются следующие тенденции изменения фауны: общее снижение численности и видового богатства; замена лимнобионтных форм жуков на эврибионтов; уменьшение доли крупных зоофагов и увеличение численности отдельных видов мелких зоофагов; исчезновение эпипнейстонных форм жуков. Стресс загрязнения ведет к выпадению из таксоценоза крупных зоофагов, мелкие зоофаги, напротив, увеличивают численность (Федоров, 2000).

В.С. Солодовниковой с соавторами (1981) отмечен факт массового развития в пойменных озерах р. Сев. Донец *Cercyon convexiusculus* Stephens, 1829, *C. tristis* (Illiger, 1801) и других водолюбов этого рода, обычно обитающих в речных наносах или навозе, вследствие перевыпаса скота, вносящего дополнительные органические вещества в пойму реки.

Существует ограниченное число работ, в которых указываются конкретные виды-индикаторы состояния водоема.

М.А. Мороз и И.К. Лопатин (1980) приводят в качестве индикаторов загрязненных вод виды *Colymbetes paykulli* Erichson, 1837, *Acilius sulcatus* L., 1758, *A. canaliculatus* (Nicolai, 1822), *Haliplus ruficollis* (De Geer, 1774).

С.К. Рынчевич (1998) выделяет виды-индикаторы обмеления водоема (*Helophorus granularis* (L., 1761), *H. discrepans* Rey, 1885, *Anacena lutescens* (Stephens, 1829), *Hydrobius fuscipes* (L., 1758)), причем последний считает также и индикатором органического загрязнения.

В работах Д.В. Федорова с соавторами (Фролова, Федоров, Баянов, 1999; Федоров, 2000; Федоров, Брехов, 2002) выделены виды индикаторы чистоты воды в проточных водоемах: *Brychius cristatus* Sahlbegr, 1873, *B. elevatus* (Panzer, 1794), *Laccophilus hyalinus* (De Geer, 1774), *L. minutus* (L., 1758), *Platambus maculatus* (L., 1758), *Hydroporus nigrita* (F., 1792), *Graptodytes granularis* (L., 1767), *Nebrioporus airumilus* (Kolenati, 1845), *Deronectes latus* (Stephens, 1829), *Agabus paludosus* (F., 1801), *Ilybius fenestratus* (F., 1781), р. *Dytiscus*, *Orectochilus villosus* (Müller, 1776) и индикаторы чистоты вод небольших эвтрофных озер: *Dytiscus marginalis* L., 1758, *D. circumcinctus* Ahrens, 1811, *D. circumflexus* F., 1801, *Gyrinus minutus* F., 1798, *G. natator* (L., 1758). Индикаторами загрязнения проточных водоемов по мнению автора являются *Hydroporus angustatus* Sturm, 1835, *Graptodytes bilineatus* (Sturm, 1835), *Ilybius fuliginosus* (F., 1792); загрязнения непроточных – *Haliplus ruficollis* (De Geer, 1774), *Noterus crassicornis* (Müller, 1776), *Hyphydrus ovatus* (L., 1761), *Hygrotus inaequalis* (F., 1777), *H. impressopunctatus* (Schaller, 1783).

Региональные особенности экологии и биологии видов могут существенно повлиять на использование их в качестве индикаторов. В связи с этим для более адекватной оценки водных экосистем по населению водных жуков необходима разработка региональной системы индикации, учитывающей многообразие водоемов в различных эколого-географических районах. Для успешного решения данной задачи требуются тщательные многолетние исследования фауны и экологии водных жуков определенной территории.

Выделение видов-индикаторов загрязнения не кажется нам оправданным, так как в сильно загрязненных водоемах по нашим наблюдениям обитают наиболее экологически пластичные в данном регионе виды и для выявления их возможной индикаторной роли необходим количественный подход.

Использование сапробности в качестве подхода при определении степени загрязнения по фауне водных жуков затруднено, так как существующие атласы сапробности (Унифицированные методы..., 1997) практически не содержат указаний на точную видовую принадлежность представителей родов, а именно она должна иметь определенное индикаторное значение вследствие различной экологической пластичности даже систематически близких видов. В атласах также не учитываются региональная специфика водоемов и изменение чувствительности видов к загрязнению в пределах ареала (Афанасьев, 2001). Региональной адаптации требуют и более подробные зарубежные атласы (Mauch, 1976; Jäch *et al.*, 2002) и публикации (Telnov, Kalnins, 2000).

Из обзора В.П. Семенченко (2004) также видно, что водные жуки крайне редко используются в методах экспресс-оценки качества вод. Индикаторными группами при расчетах индексов FBI и BMWP являются семейства Dryopidae, Elmidae и Psephenidae; IBGN и IWLA – Elmidae. При расчетах индексов BBI, ICI, CMBI жесткокрылые вообще не учитываются.

Следует отметить, что на территории европейской части России облигатно-реофильные, требовательные к содержанию кислорода в воде виды семейства Dryopidae крайне редки, а единственный вид Psephenidae – *Eubria palustris* Germar, 1818 встречается в закисленных болотных ручьях. В то же

48 | Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана  
время Elmidae действительно негативно реагируют на загрязнение и ацидификацию водотоков, но как было показано в Швеции за последнее столетие распространение обычных видов не изменилось, более редки стали лишь наиболее чувствительные – *Normandia nitens* (P.W.J. Müller, 1817) и *Riolus cupreus* (P.W.J. Müller, 1806) (Engblom, Lingdell, Nilsson, 1990).

Учитывая трудности в определении индикаторного значения или уровня сапробности определенного вида, при работе на водных объектах юга Воронежской области мы решили применить для оценки их состояния показатели структуры таксоценозов водных насекомых (жуков и клопов), широко используемые для оценки воздействия антропогенного фактора на наземные экосистемы по фаунистической структуре отдельных систематических групп (Зверева, 1993; Стриганова, 1995; Голуб, Коротева, 1996; Стриганова, Емец, Стародубцева и др., 2001 и др.):

- число видов в пробе;
- число семейств в пробе;
- общая численность водных насекомых в пробе;
- индекс информационного разнообразия Шеннона, бит/экз, причем как исходные величины использовались численность видов ( $H$ ), численность семейств ( $H_{\text{сем}}$ ), численность трофических групп ( $H_T$ );
- индекс Бергера-Паркера для доминирующих семейств ( $d_{\text{сем}}$ ) и для трофических групп ( $d_T$ ).

В количественных пробах, собранных сачком Бальфур-Брауна (100 двойных взмахов) определялись доминанты, к которым относили 1 или 2 вида, численность которых составляла  $> 30\%$  общей численности таксоценоза. Также учитывалось присутствие видов-индикаторов чистоты водоема (Фролова, Федоров, Баянов, 1999; Федоров, 2000; Федоров, Брехов, 2002 и др.).

При работе с биотическими индексами основной проблемой остается неоднозначность количественной интерпретации при оценке только относительного обилия (Афанасьев, 2001) и высокая погрешность определения индекса Шеннона при единичных выборках (Алимов, 2001). Однако, использование единой методики отбора и обработки проб одними и теми же исследователями должно обеспечить сходный уровень погрешности.

В результате использования данной методики было установлено, что наиболее сложная структура таксоценозов водных насекомых характерна для ненарушенных участков малых рек, таксоценозы крупных стоячих водоемов обычно беднее. При антропогенном загрязнении, вероятно превышающем потенциал самоочищения водотока, выпадает ряд видов и групп, вплоть до сохранения только наиболее эврибионтных хищников в низкой численности. При ослаблении нагрузки при удалении от источника загрязнения вниз по реке увеличивается роль фитофагов плавунчиков (Halipilidae), очевидно за счет постепенного вовлечения аллохтонной «антропогенной» органики в пастбищные цепи при общем разбавлении воды, снижающем концентрации токсических веществ (Прокин, 2005).

Нам представляется, что данная методика вполне применима и к таксоценозам водных жесткокрылых, без учета клопов, хотя, безусловно, требует дальнейшей апробации в различных регионах и на различных типах водных объектов.

Таким образом, из данного обзора становится явственно виден разрыв между огромным разнообразием и важной биоценотической ролью водных жуков с одной стороны, и степенью изученности данной группы в малых реках европейской части России и регионе в целом – с другой. Особенно актуальными видятся исследования количественных характеристик данной группы в различных водных объектах и разработки в области использования водных жуков в биоиндикации.

Автор благодарен М.Н. Цурикову (заповедник «Галичья гора» Воронежского госуниверситета) за компьютерную обработку рисунков и В.Г. Дядичко (Одесский Филиал Института биологии южных морей, г. Одесса, Украина) за разрешение использовать частично не опубликованные материалы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 08-04-99024-р\_офи).

### Список литературы

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. – СПб: Наука, 2001 – 147 с. – (Тр. ЗИН РАН; Т. 283).
- Афанасьев С.А. Развитие европейских подходов к биологической оценке состояния гидроэкосистем в мониторинге рек Украины // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 37, № 5. – С. 3–18.
- Беляшевский Н.Н. Хищные водные жуки (Coleoptera, Hydradephaga) Словечанско-Овручского кряжа и смежных районов Полесской низменности // Энтомол. обозр. – 1989. – Т. 68, вып.1. – С.68–85.
- Березина Н.А. Питание водных жуков и их личинок, как вредителей и конкурентов молоди рыб // Тр. Московского технического института рыбной промышленности и хозяйства им. А.И. Микояна. – 1951. – Вып. 4. – С. 69–81.
- Березина Н.А. Питание зарослевых форм жуков как конкурентов и вредителей молоди рыб // Тр. Московского технического института рыбной промышленности и хозяйства им. А.И. Микояна. – 1958. – Вып. 9. – С. 63–69.

- Березина Н.А. Роль некоторых групп хищных водных насекомых в трофике водоемов // Ихтиология и рыбоводство. – 1968. – Вып. 20. – С. 158–168. – (Тр. Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства).
- Брехов О.Г. Эколого-фаунистический анализ жесткокрылых (Coleoptera, Hydrophilidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae) водных экосистем урбанизированной территории степной зоны юго-запада России (на примере города Волгограда) – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Волгоград, 2002. – 16 с.
- Брехов О.Г. Использование водных жесткокрылых для предварительной оценки экологического состояния водоемов // Экологические проблемы бассейнов крупных рек-3, Тольятти, 2003. – С. 43
- Брехов О.Г. Методические рекомендации по выполнению научно-исследовательских работ по энтомологии (для студентов отделений очного и заочного обучения). – Волгоград: Перемена, 2006. – 28 с.
- Валентюк Е.И., Ковалюк Н.Н. Выявление естественных врагов личинок кровососущих комаров методом радиомаркировки // Вестник зоологии. – 1977. – №5. – С. 75–77
- Голуб В.Б., Коротеева О.А. Опыт сравнительной оценки состояния природных экосистем рекреационной и заповедной зон Воронежской области на основе состава их энтомокомплексов // Состояние и проблемы экосистем Среднего Подонья – Воронеж, 1996 – С. 48–56 (Тр. биол. учебн. – науч. центра Воронеж. гос. ун-та «Веневитиново»; вып. 8).
- Грамма В.Н. Особенности формирования фауны водных жесткокрылых (Coleoptera) левобережной Украины // Матер. VII Съезда ВЭО. – Л., 1974а. – Ч. 1. – С. 24.
- Грамма В. Н. Эколого-фаунистический обзор водных Aderphaga (Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Gyridae) Левобережной Украины. – Автореф. ... канд. биол. наук. – Харьков, 1974б. – 21 с.
- Грамма В.Н. Насекомые как зооиндикаторы определенных биотопов и различного уровня антропогенного влияния. // Вестник Днепрпетровского ун-та. Биология и экология. – 1993. – Вып. 1. – С. 54–55.
- Грамма В.Н., Шатровский А.Г. Эколого-фаунистическая характеристика водных насекомых (Hemiptera, Coleoptera) Черноморского заповедника. // Природные комплексы Черноморского гос. биосферного заповедника. – Киев, 1992. – С. 77–82.
- Дексбах Н.К. Враги рыб в прудах Свердловской области // Зоол. журн. – 1954. – Т. 33, вып. 5. – С. 1111–1115.
- Дексбах Н.К. Материалы по динамике биомассы жука-нырялки *Hydroporus* sp. в соленом озере Горьком Курганской области Щучанского района // Тр. Урал. отд. МОИП. – 1959. – Т.2. – С.147–149.
- Дмитриева В.А. Гидрологическая изученность Воронежской области. Каталог водотоков. – Воронеж: Воронеж. гос. ун.-т., 2008. – 225 с.
- Дядичко В.Г. Плавунцы (Coleoptera, Dytiscidae) нижнего течения р. Тилигул // Матер. IV Съезда Украинского Энтомологического общества, Белая Церковь, 8–11 сентября 2003 г. – Нежин, 2003. – С. 63–65.
- Дядичко В.Г. Водяные плотоядные жуки (Coleoptera, Hydradephaga) Чернолесского сфагнового болота // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных стран: Материалы III Всероссийского симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. – Воронеж, 2007. – С. 101–106.
- Дядичко В.Г. Эколого-фаунистический обзор водных плотоядных жуков (Coleoptera: Hydradephaga) Одесской области // Известия Харьковского энтомологического общества. – 2004 (2005а). – Т.12, вып. 1–2. – С. 45–60.
- Дядичко В.Г. Фауна и экология водных плотоядных жуков (Coleoptera, Hydradephaga) некоторых рек Одесской области // Вісн. Дніпропетров. ун-ту. – 2005б. – №3/2. – С. 78–84.
- Дядичко В.Г. Сезонная динамика видового состава водяных плотоядных жуков (Coleoptera, Hydradephaga) в реках Юго-западной Украины // Проблемы и перспективы общей энтомологии: тез. докл. XIII съезда Русского энтомологического общества, Краснодар, 9–15 сентября 2007 г. – Краснодар, 2007. – С. 98–99.
- Дядичко В.Г. Сезонные изменения видового состава водных плотоядных жуков (Coleoptera, Hydradephaga) пересыхающих рек юга Украины // Вестник зоологии. – 2008. – Т. 42, № 3. – С. 255–261.
- Емец В.М. О годовой динамике размерного состава имаго в популяциях желобчатого полоскуна - *Acilius canaliculatus* из озер на рекреационной и заповедной территориях // Бюлл. МОИП. Отд. биол. – 1983а – Т.88 – С.56–58.
- Емец В.М. Многолетняя динамика пространственной структуры популяций желобчатого полоскуна (Coleoptera, Dytiscidae) в озерах на рекреационной и заповедной территориях // Экология. – 1983б. – №4. – С. 80–82.
- Емец В.М. Типы динамики структурных показателей популяций насекомых в условиях антропогенных воздействий // Успехи энтомологии в СССР: экология и фаунистика, небольшие отряды насекомых: Матер. X Съезда ВЭО – СПб, 1993 – С. 18–19.
- Жгарева Н.Н. Фауна зарослей // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. – С. 249–268.
- Зайцев Ф.А. Жуки-водолюбы С.-Петербургской губернии // Ежегодник Зоолог. Музея Императ. Акад. наук. – 1907. – Т. 12, №12. – С. 144–176.
- Зайцев Ф.А. Заметки о водяных жуках бассейна реки Сев. Донца // Тр. Харьк. товар. досл. природы. – 1929. – Т. 52. – С. 275–285.
- Зайцев Ф.А. Водяные жуки бассейна реки Занги и некоторых других водоемов Армянской ССР // Тр. Севанской гидробиол. станции. – 1947. – Т.8. – С. 87–95.
- Захаренко В.Б. Водные жуки бассейна р. Усы и их значение в питании рыб // Рыбы бассейна реки Усы и их кормовые ресурсы. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 248–252.
- Захаренко В.Б., Грамма В.Н. Водные Aderphaga (Coleoptera) бассейна реки Северского Донца // VII Междунар. симпозиум по энтомофауне Средней Европы. – Л., 1979 – С. 197–199.

- 50 | Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана
- Зверева Е.Л. Влияние загрязнения среды промышленными выбросами на комплексы короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera) // Энтомол. обозр. – 1993. – Вып. 3. – С. 558–569.
- Калужная Н.С. Кукарека В.Н. Водные жесткокрылые Калмыцкой АССР // Животные водных и околоводных биогеоценозов полупустыни – Элиста, 1987 – С.55–68.
- Мателешко М.Ф. Водные жуки и их распределение в водоемах Закарпатской области // Вестник зоологии. – 1977. – №3. – С. 67–73.
- Миранский В.А., Джумайло Н.Б. К фауне водяных жуков Ростовской области // Вестник зоологии. – 1974. – №5. – С. 25–32.
- Миранский В.А., Джумайло Н.Б. Влияние загрязнения рек на водных жесткокрылых // Известия СКНЦ ВШ. Естеств. науки. – 1975. – №3. – С. 92–93.
- Моисеева С.Ю., Негроров В.В. К изучению водных жесткокрылых (Coleoptera, Adepaha) бассейна р. Воронеж // Состояние и проблемы экосистем Среднего Подонья. – Воронеж, 1998. – С. 56–59. (Тр. биол. учеб.-науч. ба-зы Воронеж. гос. ун.-та «Веневитиново»; вып. 11.)
- Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных – М.: ИПЭЭ РАН, 1998 – 322 с.
- Мороз М.Д. Лопатин И.К. Связь водных жуков с типами водоемов и степенью их загрязненности в Минской области // Влияние хозяйственной деятельности человека на беспозвоночных. – Минск, 1980 – С.95–97.
- Назаров А.К. Материалы по фауне жесткокрылых р. Пышмы // Водные экосистемы Урала, их охрана и рациональное использование. – Свердловск, 1989. – С. 93.
- Назаров В.В. Ахметбекова Р.Т. Экология некоторых водных жуков и перспективы использования в биологической борьбе // Фауна и биология основных регуляторов численности гнуса в аридной зоне Казахстана. – Алма-Ата, 1978. – С. 42–60.
- Николаева Н.В. О насекомых, истребляющих личинок кровососущих комаров на Южном Ямале // Зоол. журн. – 1979. – Т. 58., вып. 4. – С. 505–508.
- Николаева Н.Е. Новая конструкция подводной светоловушки и некоторые возможности ее использования // Тез. докл. науч. конф. аспирантов и студентов. – Тверь, 2001. – С. 57–58.
- Николаева Н.Е. Возможности использования светодиодов (LED) в качестве источника света в подводной светоловушке для изучения гидробионтов // Вестник ТвГУ. – 2005. Сер. «Биология и экология», вып. 1. – С. 103–107.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 5. Высшие насекомые: Ручейники, Бабочки, Жуки, Большекрылые, Сетчатокрылые. – СПб., 2001. – 836 с.
- Петров К.А. Антропогенное воздействие города на сообщества водных жуков малой реки на примере города Москвы // Современные аспекты экологии и экологического образования: Матер. Всерос. науч. конф. – Казань, 2005. – С. 276.
- Петров П.Н. Водные жесткокрылые подотряда Adepaha (Coleoptera) Урала и Западной Сибири. – Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004. – 23 с.
- Петров П.Н., Толстикова А.В. Жуки-плавунцы (Coleoptera, Dytiscidae) побережья оз. Кучак // Проблемы почвенной зоологии: Матер. II (XII) Всерос. совещ. по почвенной зоологии «Биоразнообразие и жизнь почвенной системы». – М., 1999. – С. 110–111.
- Петров П.Н., Никитский Н.Б. Водные жесткокрылые подотряда Adepaha в почвенных ловушках в Московской области // Экологическое разнообразие почвенной биоты и биопродуктивность почв: Матер. докл. IV (XIV) Всерос. совещ. по почвенной зоологии, III Всерос. симпозиума по панцирным клещам-орибатидам с участием зарубежных ученых. – Тюмень, 2005. – С. 194–196.
- Прокин А.А. К фауне и экологии водных жесткокрылых (Coleoptera) Центрального Черноземья // XII Съезд Русского Энтомологического Общества: тез. докл. – С.-Петербург, 2002. – С. 295–296.
- Прокин А.А. Попытка биоиндикации состояния водных экосистем в южных районах Воронежской области по составу и структуре фауны водных насекомых (Coleoptera; Heteroptera) // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи. – Воронеж, 2005. – С. 91–104. – (Тр. биол. учеб.-науч. центра Воронеж. гос. ун.-та «Веневитиново»; вып. 19).
- Прокин А.А., Землянухин А.И. О нахождении *Silphosyllus desmanae* Olsufiev, 1923 (Coleoptera, Leiodidae, Platysyllinae) в Липецкой области // Состояние и проблемы экосистем Среднерусской лесостепи. – Воронеж, 2008. – С. 121–123. – (Тр. биол. учеб.- науч. центра Воронеж. гос. ун.-та «Веневитиново»; вып. 21).
- Роговцова Е.К. Водные жуки текучих вод бассейна р. Ижма (Тиманский кряж) // Актуальные проблемы биологии: тез. докл. IV молодеж. науч. конф. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 1996. – С. 102.
- Роговцова Е.К. Жуки текучих водоемов бассейна р. Илыч // Материалы XIII Коми респ. молодеж. науч. конф. – Сыктывкар, 1997. – С. 145.
- Роговцова Е.К. Водные жуки (Coleoptera) Республики Коми // Эколого-фаунистические исследования на европейском Северо-Востоке России. – Сыктывкар, 1998. – С. 138–150. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 157).
- Роговцова Е.К. Водные жесткокрылые (Coleoptera) р. Мезень // Актуальные проблемы биологии и экологии: тез. докл. VI молодеж. науч. конф. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 1999. – С. 201–202.
- Роговцова Е.К. Водные жуки в пище рыб Европейского Северо-Востока России // Сохранение биоразнообразия и рациональное использование биологических ресурсов. – М., 2000. – С. 83.
- Роговцова Е.К. К экологии водных жуков (Coleoptera) р. Ухта // Актуальные проблемы биологии и экологии: тез. докл. VII молодеж. науч. конф. – Сыктывкар, 2000. – Т. 2. – С. 184.
- Роговцова Е.К. Водные жуки (Coleoptera) верхнего течения реки Мезень // Фауна и экология беспозвоночных животных европейского Северо-Востока России. – Сыктывкар, 2001. – С. 165–168. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; №166).

- Роговцова Е.К., Петров П.Н. К фауне водных жесткокрылых (Coleoptera) бассейна р. Уса // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл XV Коми республиканской молодежн. науч. конф. – Сыктывкар, 2004. – С. 248–249.
- Роговцова Е.К., Шубина В.Н. Водные жуки (Insecta, Coleoptera) рек Урала и Тиммана // Беспозвоночные животные Южного Зауралья и сопредельных территорий: Матер. Всеросс. конф. – Курган: изд-во Курганского университета, 1998. – С. 276–278.
- Рындевич С.К. Водные жесткокрылые Беларуси. Автореф. .... канд. биол. наук – Минск, 1998. – 17с.
- Рындевич С.К. Водные жесткокрылые рек Беларуси (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Elmidae) // Разнообразие животного мира Беларуси: итоги изучения и перспективы сохранения: Матер. Междунар. науч. конф. – Минск, 2001. – С. 31–33.
- Рындевич С.К. Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyridae, Helophoridae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limmichidae, Dryopidae, Elmidae). Часть. I. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 272 с.
- Рындевич С.К., Цинкевич В.А. Сбор и определение водных и околводных жесткокрылых. – Барановичи, 2000 – 146 с.
- Савицкий Б.П., Гончаров М.А., Залеская Л.Ф., Силина А.Е. Ловушка-конус для изучения вылета водноразвивающихся насекомых. Инструкция по применению. – Гомель, 1986. – 16 с.
- Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод. – Минск: Орех, 2004. – 125 с.
- Солодовникова В.С., Грамма В.Н., Прудкина Н.С., Максимова Ю.П., Наглова Г.И., Шатровский А.Г. О связности некоторых компонентов биогеоценозов на примере изучения энтомофауны Юго-восточной Украины // Вопр. общ. энтомол. – Л., 1981. – С. 22 – 24. – (Тр. ВЭО. Т. 63)
- Стриганова Б.Р. Изменения структуры и биоразнообразия животного населения почвы на лесостепной катене в Центральной России // Известия АН. Сер. биол., 1995. – №3 – С. 95–106.
- Стриганова Б.Р., Емец В.М., Стародубцева Е.А., Емец Н.С. Современный тренд динамики разнообразия биотических сообществ лесостепных дубрав // Известия АН. Сер. биол., 2001. – №5 – С. 597–606.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. – М.: Секретариат СЭВ, 1997. – 227 с.
- Федоров Д.В. Экологические особенности реофильных Hydradephaga (Coleoptera) как показатель антропогенной нагрузки на малые реки и их притоки // Любимцевские чтения. Сб. докл. – Ульяновск, 1999. – С.146–149.
- Федоров Д.В. Экологический подход к анализу фауны водных плотоядных жуков (Coleoptera, Hydradephaga) Среднего Поволжья и сопредельных территорий. – Автореф. .... канд. биол. наук. – Н.Новгород, 2000 – 24 с.
- Федоров Д.В., Брехов О.Г. Использование ряда видов жесткокрылых насекомых (Coleoptera, Hydradephaga) в качестве видов-индикаторов антропогенного загрязнения водоемов // XII Съезд Русского Энтомологического Общества: тез. докл. – С.-Петербург, 2002. – С. 358–359.
- Фролова Е.А. Федоров Д.В. Баянов Н.Г. Первые результаты инвентаризации фауны водных жесткокрылых Керженского заповедника // Изучение и охрана биологического разнообразия природных ландшафтов русской равнины: тез. докл. – Пенза, 1999 – С. 287–290.
- Цуриков М.Н. К изучению мест зимней локализации имаго водных жесткокрылых (Coleoptera) в условиях среднерусской лесостепи // Фауна, вопросы экологии, морфологии и эволюции амфибиотических и водных насекомых России. Матер. II Всеросс. симпози. по амфибиотическим и водным насекомым. – Воронеж, 2004. – С. 226–233.
- Шаповалов М.И., Ярошенко В.А. Водные жесткокрылые в пищевых цепях и их взаимоотношение с позвоночными животными // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XIX межреспубл. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2006. – С. 109–110.
- Шатровский А.Г. Предложения по оптимизации гидробиологической экипировки // Известия Харьковского Энтомологического Общества. – 1999. – Т. 7, вып. 2. – С. 168–169.
- Юферев Г.И. О зимовке жуков-плавунцов (Coleoptera, Dytiscidae) в лесах Кировской области // Зоол. журн. – 1983. – Т. 62., вып. 9. – С. 1429–1430.
- Ярошенко В.А., Замотайлов А.С., Тхабисимова А.У., Шаповалов М.И. Полевая практика по зоологии беспозвоночных. – Майкоп: редакц.-изд. отдел Адыгейского гос. ун.-та., 2006. – 90 с.
- Aiken R.B., Roughley R.E. An effective trapping and marking method for aquatic beetles. // Proc. Acad. Natur. Sci. Phila. – 1985. – 137. – P. 5–7.
- Anonymous. Live trapping in Denmark // Latissimus. – 2005. – № 20. – P. 31.
- Balfour-Browne F. 'The Balfour-Browne' water net // Entomol. Mon. Mag. – 1928. – Ser. 3, Vol. 14(64), № 157/158. – P. 58–61.
- Beerbower F.V. Life history of *Scirtes orbiculatus* Fabius (Coleoptera: Helodidae) // Annales Entomological Society of America. – 1943. – Vol. 36. – P. 672–680.
- Brown H.P. Biology of Riffle Beetles // Ann. Re. Entomol. – 1987. – Vol. 32. – P. 253–273.
- Catalogue of Palearctic Coleoptera. – Vol.1. Archostemata – Mxophaga – Adepaga. – Stenstrup: Apollo Books, 2003. – 818 pp.
- Catalogue of Palearctic Coleoptera. – Vol.2. Hydrophiloidea – Histeroidea – Staphilinoidea. – Stenstrup: Apollo Books, 2004. – 950 pp.
- Catalogue of Palearctic Coleoptera. – Vol.3. Scarabaeoidea – Scirtoidea – Dascilloidea – Buprestoidea – Byrrhoidea. – Stenstrup: Apollo Books, 2006. – 690 pp.

- Crowson R.A. The biology of Coleoptera. – London: Academic Press, 1981. – 802 pp.
- Cushman R.M. An inexpensive, floating, insect-emerging trap // Bull. Environ. Contam. Toxicol. – 1983. – Vol. 31. – P. 547–550.
- Dijk G van. De brede geelgerande waterroofkeer *Dytiscus latissimus* na 38 jaar weer in Nederland opgedoken (Coleoptera: Dytiscidae) // Ned. faun. Meded. – 2006. – 24. – P. 1–6.
- Engblom E., Lingdell P.-E & Nilsson A.N. Sveriges backbaggar (Coleoptera, Elmidae) – artbestamning, utbredning, habitatval och värde som miljöindikatorer // Ent. Tidskr. – 1990. – Vol. 111. – P. 105–121.
- Ettinger W.S. A collapsible insect emergence trap for use in shallow standing water // Entomological news. – 1979. – Vol. 90 (2). – P. 114–117.
- Eyre M.D. A strategic interpretation of beetle (Coleoptera) assemblages, biotopes, habitats and distribution, and the conservation implications // Journal of Insect Conservation. – 2006. – Vol. 10. – P. 151–160.
- Eyre M.D., Ball S.G. & G.N. Foster. An initial classification of the habitats of aquatic Coleoptera in north-east England // Journ. of Applied Ecol. – 1986. Vol. 23. – P. 841 – 852.
- Girikumar A., Venkateswara P.R. A low cost floating cage to trap emerging mosquitoes under urban or rural conditions // Mosquito news. – 1984. – Vol. 44, № 3. – P. 416–417.
- Hebauer F. Entwurf einer Entomosoziologie aquatischer Coleoptera in Mitteleuropa (Insecta, Coleoptera, Hydradephaga, Hydrophiloidea, Dryopoidea) // Lauterbornia. – 1994. – Vol. 19. – P. 43–57.
- Hebauer, F., Ryndevich, S.K. New data on the distribution of Old World Hydrophilidae (Coleoptera) // Acta Coleopterologica. – 2005. – Vol. 21. – P. 43–51.
- Jäch M.A. Annotated check-list of aquatic and riparian/littoral beetle families of the world (Coleoptera) // Water Beetles of China. 1998. – Vol. 2. – P. 25–42.
- Jäch, M.A. Water beetles as bioindicators // International River Festival, February 23–25, 2008. – Bandrabhan (Hoshangabad, Madhya Pradesh, India), 2008. – P. 68.
- Jäch M.A., Balke M. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater // Hydrobiologia. – 2008. – Vol. 595. – P. 419–442.
- Jäch M.A., Kodada J., Moog O., Schödl S. Coleoptera (aquatic beetles). – Part. III. – 44pp. // Moog O. (Ed.). Fauna Aquatica Austriaca, Edition 2002. – A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes. – Vienna: Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2002.
- Jäch, M.A., Prokin, A.A. Faunistic notes on the Hydraenidae, Elmidae, and Dryopidae of the Middle Russian Forest-Steppe Zone (Coleoptera) // Entomological Problems. – 2005. – 35 (1). – P. 5–10.
- Kalnins M. Protected Aquatic Insects of Latvia – *Graphoderus bilineatus* (DeGeer, 1774) (Coleoptera: Dytiscidae) // Latvijas Entomologs. – 2006. – Vol. 43. – P. 132–137.
- Kriská G., Csabai Z., Boda P., Malik P., Horváth G. Why do red and dark-colored cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection-polarization signals // Proceedings of the Royal Society Brit. – 2006. – Vol. 273. – P. 1667–1671.
- Koese B., Cuppen J. Sampling methods for *Graphoderus bilineatus* (Coleoptera: Dytiscidae) // Ned. faun. Meded. – 2006. – Vol. 24. – P. 41–47.
- Lévêque C., Balian E.V., Martens K. An assesment of animal species diversity in continental waters // Hydrobiologia. – 2005. – Vol. 542. – P. 39–67.
- Mauch E. Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg. – 1976. – Vol. 21 (5). – P. 688–695.
- Nilsson A.N. Coleoptera, Introduction // Aquatic Insects of North Europe – A Taxonomic Handbook. – Stenstrup, 1996a. – P. 115–122.
- Nilsson A.N. Coleoptera Gyrinidae, Whirligig beetles // Ibid. 1996b – P. 124 – 129.
- Nilsson A.N. Coleoptera Haliplidae, Crawling water beetles // Ibid. 1996b – P. 131–138.
- Nilsson A.N. Coleoptera Dytiscidae, Diving water beetles // Ibid. 1996g – P. 145–172.
- Nilsson A.N. Coleoptera Dryopoidea, Riffle beetles // Ibid. 1996d. – P. 195–202.
- Prokin A.A. New records of water beetles (Coleoptera: Haliplidae, Gyrinidae, Dytiscidae, Hydrochidae, Hydrophilidae) from the Middle Russian forest-steppe // Latvijas Entomologs. – 2006. – Vol. 43. – P. 138–142.
- Prokin A.A., Kirejtshuk A.G. On *Platypyllus castoris* Ristema, 1869 (Coleoptera, Leiodidae, Platypyllinae) in Voronezh Province and notes on other leiodid beetles connected with mammals // Problems and perspectives of general entomology: Abstracts of the XIII-th Congress of Russian Entomological Society, Krasnodar, September 9–15, 2007. – Krasnodar, 2007. – P. 296–297.
- Prokin A.A., Ryndevich S.K., Petrov P.N. & Andrejeva T.R. New data on the distribution of Helophoridae, Hydrochidae and Hydrophilidae (Coleoptera) in Russia and adjacent lands // Russian Entomol. Journal. – 2008. – Vol. 17(2). P. 1–4.
- Richoux P. Les insectes: bio-indicateurs de la qualité des milieux aquatiques continentaux // Actes du Colloque «Les insectes, bio-indicateurs de la qualité des milieux», Dijon, 2–4 décembre 1997. – Cahiers de l'ALDEC, 1997. – P. 93–101.
- Rogovtsova E.K. Water beetles (Coleoptera) of the Pechora river basin in Russia // Norweg. J. Entomol. – 2001. – Vol. 48, № 1. – P. 185–190.
- Rothmeier, G., Jäch, M.A. Spercheidae, the only filter-feeders among Coleoptera // Proceedings of the 3rd European Congress of Entomology. – Amsterdam, 1986. – P. 133–137.
- Ryndevich, S.K. New data on distribution of Palaearctic Helophoridae and Hydrophilidae // Latissimus. – 2001. – № 13. – P. 13.
- Ryndevich, S.K. Some records of Dytiscidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae and Hydraenidae in Russia and other regions. // Latissimus. – 2003. №16. – P. 17–20

- Ryndevich, S.K. New records of Palaearctic water beetles (Coleoptera: Dytiscidae, Helophoridae and Hydrophilidae) // Questions of aquatic entomology of Russia and adjacent lands: Materials of the third All-Russian Symposium on Amphibiotic and aquatic Insects. – Voronezh, 2007. – P. 284–287.
- Sánchez-Fernández D., Abellán P., Mellado A., Velasco J. & Millan A. Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterranean aquatic ecosystems? The case of the Sigura river basin (SE Spain) // Biodiversity and Conservation. – 2006. – Vol. 15. – P. 4507–4520.
- Stehr F.W. (ed.) Immature Insects. – Vol. 2. Order Coleoptera. – Kendall/Hunt Publishing company, 1991. – 658 pp.
- Telnov D., Kalnins M. Fauna and ecology of the Elmidae of Latvia, Estonia & Lithuania // Latissimus. – 2000. - № 12. – P. 7–9.
- Usseglio-Polatera P., Richoux P., Bournaud M. & Tachet H. A functional classification of benthic macroinvertebrates based on biological and ecological traits: application to river condition assesment and stream management // Archiv für Hydrobiologie suppl. – 2001. – Vol. 139 (1). – P. 53–83.
- Winter G. Untersuchungen zur Morphologie des Biberkäfers *Platypusyllus castoris* Ristema, 1869 (Coleoptera), eines extrem gut angepassten Vertreters des Lebensformtyps fellbewohnender Insecten // Zool. Jb. Anat. – 1979. – 101. – P. 456–471.

## WATER BEETLES (COLEOPTERA) IN SMALL RIVERS OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA: DIVERSITY, BIOCOENOTICAL AND INDICATIONAL ROLE

A.A. Prokin

Voronezh State University

394600, Voronezh, Universitetskaya square. 1. E-mail: prokina@mail.ru

In paper is considered taxonomical diversity of water beetles (Insecta, Coleoptera) of the European part of Russia, and also the forecast a diversity of this invertebrates in the small rivers of considered territory on the basis of studying fauna of Central Black-Soil region. Data about abundance of the basic ecological groups of water beetles in the fauna of the European part of Russia, Central Black-Soil region and the small rivers of region are provided. The basic methods of water beetles trapping are described, accessible references about number and a biomass of the aquatic Coleoptera in communities of small rivers are cited. On the basis of literary data the description of trophic groups of larvae and adult water beetles of the fauna of the European part of Russia is given. The review of existing approaches to use of water beetles in bioindication of a condition of water objects is made.

УДК 582.2/3 (282:470)

## РЕЧНЫЕ КРИПТОГАМНЫЕ МАКРОФИТЫ НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

Е.В. Чемерис, А.А. Бобров

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок

E-mail: lechem@ibiw.yaroslavl.ru; lsd@ibiw.yaroslavl.ru

В работе в кратком виде изложены методические рекомендации по изучению речных криптогамных макрофитов: водорослей (*Chlorophyta*, *Xanthophyta*, *Rhodophyta*, *Charophyta*), лишайников (*Lichenes*), печёночников (*Hepaticophyta*) и мхов (*Bryophyta*) с макроскопическим строением талломов в полевых и лабораторных условиях. Приведены некоторые результаты многолетних исследований криптогамов ручьёв, малых и средних рек Архангельской, Вологодской, Тверской, Ярославской, Костромской, Ивановской и Кировской обл. Разнообразие этой группы составляет около 100 видов. Обсуждены их экология, распространение, особенности биологии, выявлены обычные и редкие виды. Фитоценозы криптогамных макрофитов в водотоках региона представлены более 20 ассоциациями классификации направления Браун-Бланке. Отмечены обычные и редкие сообщества. Рассматриваются продукционные возможности некоторых наиболее распространённых ценозов, а также место и значение криптогамных макрофитов в функционировании речных экосистем. Показано, что криптогамы избегают прямой конкуренции с сосудистыми растениями, смещая пики своего развития на весну или осень и занимая недоступные условия и субстраты. При продвижении на север и северо-запад региона роль криптогамных макрофитов и их сообществ в растительном покрове ручьёв и рек возрастает.

### Введение

Криптогамные макрофиты — это группа эукариотных фотосинтезирующих организмов представителей разных систематических групп (водорослей, лишайников, мохообразных) с макроскопическим строением таллома/спорофита/гаметофита. Этот термин широко используется европейскими, прежде всего немецкими исследователями (Sauer, 1937; Roll, 1939; Gams, 1969; Weber-Oldesop, 1974; и др.), из работ которых мы его и заимствовали. На первый взгляд, объединённые по формальному признаку размера и имеющие мало общего с эволюционной и систематической точек зрения, эти растения занимают очень чётко очерченную экологическую нишу — условия и субстраты недоступные для сосудистых растений. Применительно к рекам это прежде всего экотопы с высокими скоростями