

УДК 591.044

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ СБОРА НА СВЕТ ПРЕСНОВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ С ПОМОЩЬЮ ПОДВОДНОЙ СВЕТОЛОВУШКИ

Н.Е. Николаева

Тверской государственный университет

Анализируются результаты сборов на свет пресноводных беспозвоночных, проведенных в 2004–2005 гг. с помощью подводной светоловушки. В качестве источника света в ловушке были использованы светодиоды белого света. В результате собрано более 80 видов беспозвоночных, относящихся к различным систематическим группам (моллюски, ракообразные, клещи, насекомые). По количеству видов в сборах доминировали личинки и имаго насекомых, по абсолютному количеству особей – ракообразные. Проводилось сравнение с уловами, сделанными водным сачком. Для многих видов был установлен хорошо выраженный положительный фототропизм.

Ключевые слова: подводная светоловушка, гидробионты, водные беспозвоночные, методы изучения, лов на свет.

Изучение фототропических реакций водных беспозвоночных обычно проводится в лабораторных условиях, причем для исследований выбирается один или несколько модельных объектов, на которых ставится ряд экспериментов при определенных, довольно узко ограниченных условиях [1; 2]. Данная работа проводилась нами с целью изучения и сравнения фототропической реакции, по возможности, у наиболее широкого спектра видов водных беспозвоночных в естественных условиях. Параллельно велось выявление видового состава беспозвоночных, которые могут быть успешно собраны с помощью подводной светоловушки.

Сбор материала проходил в летний период 2004 г. в окрестностях г. Твери (д. Пуково) и в 2005 г. в д. Ферязкино (Тверская обл., Калининский р-н). В обоих случаях исследования проводились в небольших стоячих водоемах с обильной водной и прибрежной растительностью.

Специально для данных исследований нами была разработана оригинальная модель подводной светоловушки, которая представляла собой прозрачную конструкцию из оргстекла с мешком для сбора улова [3]. Внутри, в водонепроницаемом контейнере, располагались светодиоды белого света. Ловушка устанавливалась непосредственно под поверхностью воды, обычно с 23-00 до 4-00, в зависимости от продолжительности темного времени суток. Одновременно, для изучения количественного и качественного состава населения данных водоемов проводился регулярный лов сачком, при этом максимально тщательно облавливался водяной столб диаметром около 1 м. в месте расположения светоловушки. Лов сачком обычно проводился на следующий день (при интервалах в несколько дней между повторными установками ловушки) или раз в несколько дней (при ежедневном сборе ловушкой).

В результате проведенных исследований было собрано более 80 видов беспозвоночных, относящихся к различным систематическим группам (моллюски, ракообразные, клещи, насекомые), из них более 70 в водоеме д. Пуково (табл. 1) и более 50 видов в д. Ферязкино (табл. 2). По количеству видов во всех сборах доминировали личинки и имаго насекомых, по абсолютному количеству особей – ракообразные (табл. 3, 4).

О той или иной степени проявления фотореакции мы судили по процентному соотношению между количеством особей и числом видов беспозвоночных, пойманных на свет и собранных водным сачком. Отклонения в ту или иную сторону рассматри-

вались как проявление положительного или отрицательного фототропизма. Зависимость активности животных от каких либо факторов внешней среды в данном случае в расчет не принималась.

В результате проведенных исследований у легочных моллюсков в наибольшей степени положительный фототропизм был отмечен у *Segmentina montgazoniana* Bourg. и *Planorbis planorbis* Linne, хотя в сборах сачком их количество все же было значительно больше. У *S. montgazoniana* наблюдалась явно выраженная прямая зависимость между количеством особей, пойманных сачком, и особей, собранных светоловушкой (рис. 1). У остальных видов моллюсков положительная реакция на свет проявлялась в меньшей степени, что и подтверждается более низким процентом общего количества особей, отловленных на свет, по сравнению с ловом сачком (табл. 1, 2). Различий в качественном составе сборов не было, оба метода выявили одинаковое количество видов.

Таблица 1

Беспозвоночные, собранные подводной светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

Вид	Ловушка, экз.	Сачок, экз.
Mollusca. Gastropoda		
<i>Limnea corvus</i> Gmel. + <i>L. stagnalis</i> Linne	19	173
<i>Segmentina montgazoniana</i> Bourg.	159	446
<i>Planorbis planorbis</i> Linne	96	639
<i>Planorbarius corneus</i> Linne	2	51
<i>Anisus perezi</i> Graells in Dupui	2	33
Crustacea		
<i>Chydorus sphaericus</i> Muller	26 436	2 486
<i>Simocephalus vetulus</i> Muller	4357	6 817
<i>Daphnia hyalina</i> Leydig + <i>D. longispina</i> Muller	1 312 372	8 289
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> Jurine	906	661
<i>Scapholeberis mucronata</i> Muller	706	0
<i>Eudiaptomus graciloides</i> Lilljeborg	5 036	982
<i>Acantocyclops vernalis</i> Fishcer	2 353	7 562
Подкласс Ostracoda	5 724	4 145
<i>Asellus aquaticus</i> Linne	1	969
Acarina. Hydracarina		
<i>Eylais</i> sp.	4	1
<i>Neumania</i> sp.	2	3
<i>Limnesia fulgida</i> C.Koch	1	1
<i>Piona carnea</i> Koch.	82	7
<i>Piona nodata</i> Muller	49	13
<i>Piona rotundoides</i> S. Thor.	14	6
<i>Piona coccinea</i> C.Koch.	5	4
<i>Piona uncatata</i> Koen.	7	3
<i>Piona rotunda</i> Kramer	2	0
<i>Piona</i> spp. (нимфа)	197	65

Продолжение табл. 1

Вид	Ловушка, экз.	Сачок, экз.
<i>Arrhenurus (Micruracarus) forpicatus</i> Neuman	18	38
<i>Arrhenurus (Megaluracarus) globator</i> Muller	14	15
<i>Arrhenurus caudatus</i> De Geer	6	4
<i>Arrhenurus</i> spp. (нимфа)	1	2
Odonata		
<i>Coenagrion hastulatum</i> Charp.	1	6
<i>Coenagrion</i> sp.	3	169
<i>Lestes sponsa</i> Hausemann	81	93
<i>Aeschna</i> sp.	0	2
<i>Cordulia aenea</i> Linne	0	5
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linne	0	11
<i>Sympetrum flaveolum</i> Linne	24	34
<i>Sympetrum vulgatum</i> Linne	25	55
<i>Sympetrum danae</i> Sulz. (<i>S. scoticum</i> Don.)	9	33
Ephemeroptera		
<i>Cloeon dipterum</i> Linne	225	3 778
Hemiptera		
<i>Corixa sahlbergi</i> Fieber	145	81
<i>Sigara praeusta</i> Fieber	4	0
<i>Sigara semistriata</i> Fieber	24	6
<i>Notonecta glauca</i> Linne	10	32
<i>Gerris</i> sp.	1	32
Coleoptera (личинки)		
<i>Haliplus</i> spp.	0	48
<i>Hyphydrus ovatus</i> Linne	19	186
<i>Agabus undulatus</i> Shrank	7	4
<i>Acilius canaliculatus</i> Nicolai	1	0
<i>Hydaticus transversalis</i> Pontopidan	3	0
п/сем. Colymbetinae	23	19
<i>Acilius sulcatus</i> Linne	37	0
<i>Dytiscus circumcinctus</i> Ahrens	17	2
<i>Berosus</i> sp.	0	2
Coleoptera (имаго)		
<i>Haliplus ruficollis</i> De Geer	96	26
<i>Haliplus fulvus</i> Fabricius	1	3
<i>Hyphydrus ovatus</i> Linne	1	2
<i>Graptodytes granularis</i> Linne	19	16
<i>Graptodytes pictus</i> Fabricius	6	3
<i>Hydroporus notatus</i> Sturm	0	3
<i>Hydroporus striola</i> Gyll. in Sahlb.	6	0
<i>Hydroporus erythrocephalus</i> Linne	0	4
<i>Porhydrus lineatus</i> Fabricius	17	18
<i>Hygrotus inaequalis</i> Fabricius	4	5
<i>Agabus</i> sp.	1	0
<i>Ilybius ater</i> De Geer	3	1
<i>Ilybius</i> sp. (<i>subaeneus</i> Er.?)	3	2
<i>Helochares obscurus</i> Muller	0	2

Окончание табл. 1

Вид	Ловушка, экз.	Сачок, экз.
<i>Berosus luridus</i> Linne	5	2
Diptera		
подсем. Chironominae	219	741
подсем. Tanypodinae	22	185
сем. Chaoboridae	276	1 015
сем. Ceratopogonidae	48	56

Таблица 2

Беспозвоночные, собранные подводной светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

Вид	Ловушка, экз.	Сачок, экз.
Mollusca. Gastropoda		
<i>Planorbis planorbis</i> Linne	86	80
Crustacea	0	0
сем. Chydorida	42 818	2 687
<i>Simocephalus vetulus</i> Muller	596	1 342
<i>Daphnia galeata</i> Sars. + <i>hyalina</i> Leydig	13 838	196
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	569	859
<i>Eudiaptomus</i> sp.	9 707	278
<i>Acantocyclops vernalis</i> Fischer	1002	1 201
<i>Macrocyclops albidus</i> Surine	501	128
<i>Eucyclops serrulatus</i> Fischer	9 918	3198
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	8 294	12 197
Подкласс Ostracoda	2 530	4 912
Acarina. Hydracarina		
<i>Diplodontus</i> sp.	2	0
<i>Arrhenurus</i> (<i>Micruracarus</i>) <i>forpicatus</i> Neuman	1	2
<i>Arrhenurus</i> (<i>Megaluracarus</i>) <i>globator</i> Muller	9	4
<i>Arrhenurus</i> spp. (нимфа)	3	4
<i>Piona</i> spp. (нимфа)	7	0
<i>Limnesia</i> spp. (нимфа)	3	0
Odonata		
<i>Lestes sponsa</i> Hausemann	57	31
<i>Lestes virens</i> Charpentier	113	55
<i>Coenagrion</i> sp.	7	47
<i>Aeshna</i> sp.	3	10
<i>Libellula quadrimaculata</i> Linne	0	8
<i>Sympetrum flaveolum</i> Linne	5	7
<i>Sympetrum vulgatum</i> Linne	5	21
<i>Sympetrum danae</i> Sulz. (<i>S. scoticum</i> Don.)	44	81
Ephemeroptera		
<i>Cloeon dipterum</i> Linne	405	2 370
Hemiptera		
<i>Plea minutissima</i> Leach	32	75
<i>Sigara praeusta</i> Fieber	11	2
<i>Sigara semistriata</i> Fieber	8	1
<i>Corixa sahlbergi</i> Fieber	2	0

Окончание табл. 2

Вид	Ловушка, экз.	Сачок, экз.
<i>Liocoris cimicoides</i> Linne	99	22
<i>Notonecta glauca</i> Linne	27	5
<i>Notonecta lutea</i> Linne	2	0
<i>Gerris</i> sp.	1	14
Coleoptera (личинки)		
<i>Haliphus</i> spp.	0	8
<i>Hyphydrus ovatus</i> Linne	5	4
<i>Hydrophilus</i> sp.	5	0
<i>Acilius sulcatus</i> Linne	1	0
<i>Graphoderus cinereus</i> Linne	8	0
<i>Dytiscus circumcinctus</i> Ahrens	12	0
Coleoptera (имаго)		
<i>Haliphus fulvus</i> Fabricius	1	0
<i>Haliphus ruficollis</i> De Geer	38	2
<i>Porhydrus lineatus</i> Fabricius	7	1
Trichoptera		
Личинки	36	10
Diptera		
подсем. Chironominae	735	571
подсем. Tanypodinae	7	388
сем. Chaoboridae	709	161
сем. Ceratopogonidae	310	26

Таблица 3

Соотношение систематических групп беспозвоночных, собранных подводной светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

Тип, класс	Светоловушка				Сачок			
	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%
Mollusca. Gastropoda	278	0,02	5	7,94	1 342	3,33	5	7,69
Crustacea	1 357 891	99,85	10	15,87	31 911	79,28	11	16,92
Acarina. Hydracarina	369	0,03	12	19,05	162	0,40	11	16,92
Insecta	1422	0,10	36	57,14	6838	16,99	38	58,46
Итого	1 359 960	100	63	100	40 253	100	65	100

В классе Crustacea большинство присутствующих видов проявляли ярко выраженный положительный фототропизм, особенно представители ветвистоусых рачков (р. *Chydorus*, р. *Simocephalus*, р. *Daphnia* и др.) (рис. 2, 3) и, в меньшей степени, веслоногих (р. *Eudiaptomus*, р. *Acanthocyclops*, р. *Macrocyclus*, р. *Eucyclops*, р. *Mesocyclops*) (рис. 4). В сборах светоловушкой ракообразные составляли основную массу по количеству особей и значительно превышали аналогичные показатели при лове сачком. При анализе видового состава уловов следует отметить отсутствие в сборах на свет *Asellus aquaticus* L., что подтверждает его фотонегативную реакцию [4].

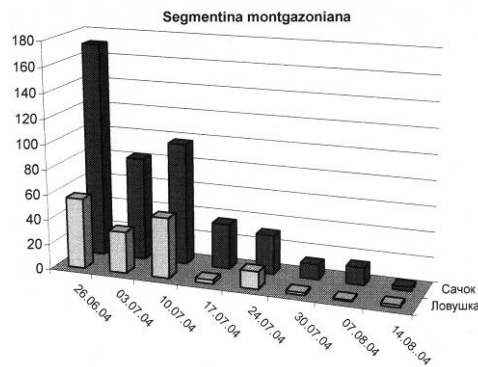


Рис. 1. Соотношение количества особей *Segmentina montgazoniana* Bourg., собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

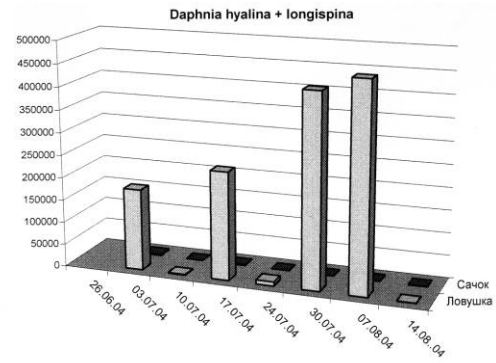


Рис. 2. Соотношение количества особей *Daphnia hyalina* Leyd. + *longispina* Mull., собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

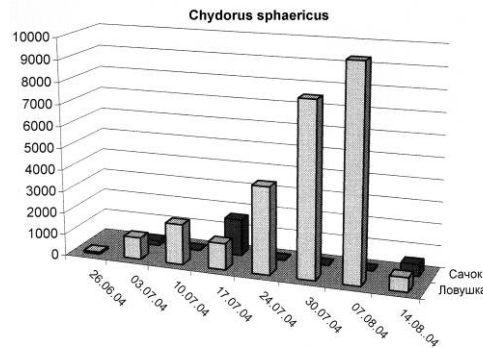


Рис. 3. Соотношение количества особей *Chydorus sphaericus* Mull., собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

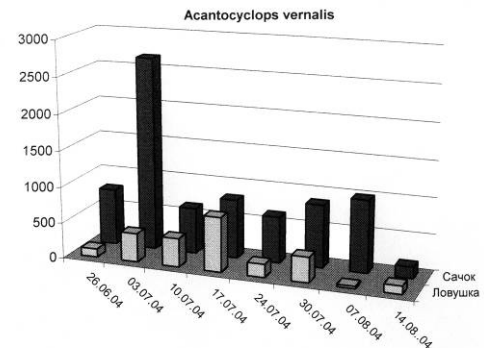


Рис. 4. Соотношение количества особей *Acanthocyclops vernalis* Fisc., собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

Представители Hydracarina в большинстве случаев также положительно реагировали на свет и были более обильно представлены, как количественно, так и качественно, в сборах светоловушкой (табл. 3, 4). Особенно следует отметить некоторые виды рода *Piona* (*P. carnea* Koch., *P. nodata* Mull., *P. rotundoides* S. Thor.) и рода *Arrhenurus* (*A. forpicatus* Neum. и *A. globator* Mull.).

Таблица 4

Соотношение систематических групп беспозвоночных, собранных подводной светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

Тип, класс	Светоловушка				Сачок			
	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%
Mollusca. Gastropoda	90	0,10	1	2,13	82	0,26	1	2,56
Crustacea	89 773	96,85	11	23,40	26 998	87,01	11	28,21
Acarina. Hydracarina	25	0,03	6	12,77	10	0,03	3	7,69
Insecta	2 804	3,03	29	61,70	3 940	12,70	24	61,54
Итого	92 692	100	47	100	31 030	100	39	100

Среди насекомых в сборах на свет значительно преобладали личиночные стадии двукрылых (подсем. Chironominae, подсем. Tanypodinae, сем. Chaoboridae, сем. Ceratorogonidae), что объясняется не только их положительным фототаксисом [1; 2; 4], но и большим количеством особей в водоеме во время проведения исследования (табл. 5, 6; рис. 5–7).

Таблица 5

Соотношение основных отрядов насекомых, собранных подводной светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

Семейство	Светоловушка				Сачок			
	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%
Odonata	143	10,05	6	16,67	410	6,00	9	23,68
Ephemeroptera	225	15,81	1	2,78	3 778	55,25	1	2,63
Hemiptera	185	13,00	5	13,89	170	2,49	4	10,53
Coleoptera (личинки)	107	7,52	7	19,44	261	3,82	6	15,79
Coleoptera (имаго)	162	11,38	12	33,33	91	1,33	13	34,21
Diptera	601	42,23	5	13,89	2 128	31,12	5	13,16
Итого	1 423	100	36	100	6 838	100	38	100

Сходный результат был получен для Ephemeroptera – выявлен умеренно положительный фототаксис при наличии большого количества особей в водоемах, что и привело в итоге к большой доле процента особей в сборах на свет.

У представителей Odonata положительный фототропизм проявляли равнокрылые стрекозы р. *Lestes* (*L. sponsa* Haus. и *L. virens* Charp.), были незначительные находки ранних личиночных стадий р. *Coenagrion*. Среди разнокрылых в большей степени положительный фототропизм проявляли особи *Sympetrum flaveolum* L., в меньшей – *S. vulgatum* L. и *S. danae* Sulz. Практически не встречались в уловах на свет виды родов *Aeschna*, *Cordulia*, *Libellula*. У трех видов стрекоз – *S. flaveolum* (рис. 8, 9), *L. sponsa* (рис. 10, 11) и *L. virens* (рис. 12), так же как и у *S. montgazoniana*, была обнаружена прямая зависимость между количеством особей, собранных на свет, и с помощью сачка.

Таблица 6

Соотношение основных отрядов насекомых, собранных подводной светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г

Семейство	Светоловушка				Сачок			
	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%	Кол-во экз.	%	Кол-во видов	%
Odonata	234	8,45	7	24,14	260	6,62	8	33,33
Ephemeroptera	405	14,63	1	3,45	2 370	60,31	1	4,17
Hemiptera	182	6,58	8	27,59	119	3,03	6	25,00
Coleoptera (личинки)	33	1,19	5	17,24	13	0,33	2	8,33
Coleoptera (имаго)	46	1,66	3	10,34	3	0,08	2	8,33
Diptera	1 868	67,49	5	17,24	1 165	29,64	5	20,83
Итого	2 768	100	29	100	3 930	100	24	100

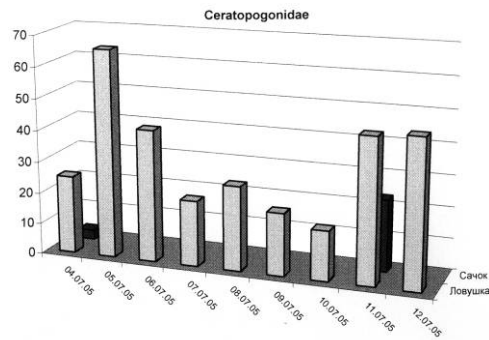


Рис. 5. Соотношение количества особей сем. Ceratopogonidae, собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

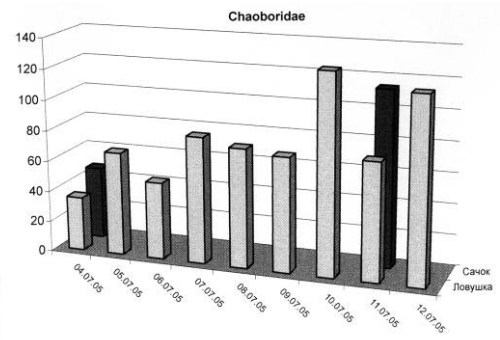


Рис. 6. Соотношение количества особей сем. Chaoboridae, собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

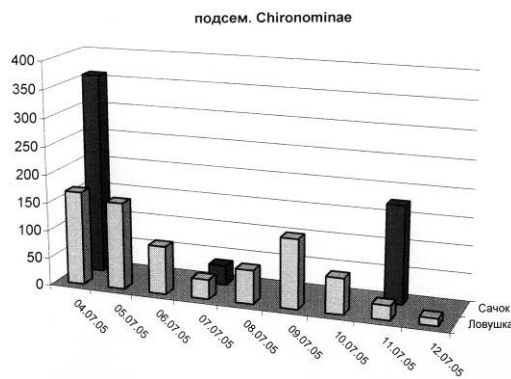


Рис. 7. Соотношение количества особей п/сем. Chironominae, собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

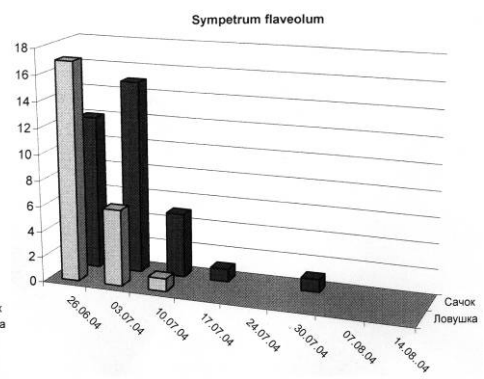


Рис. 8. Соотношение количества особей *Sympetrum flaveolum* L., собранных при ловле светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

Отчетливый положительный фототропизм был отмечен у имаго и личинок жесткокрылых и полужесткокрылых (табл. 5, 6).

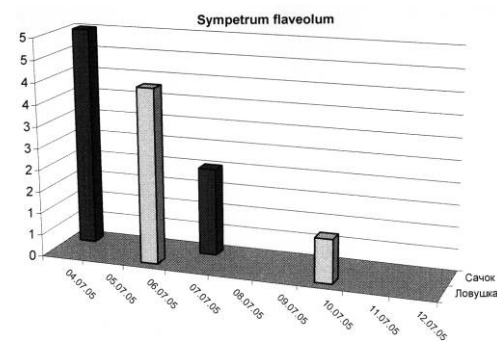


Рис. 9. Соотношение количества особей

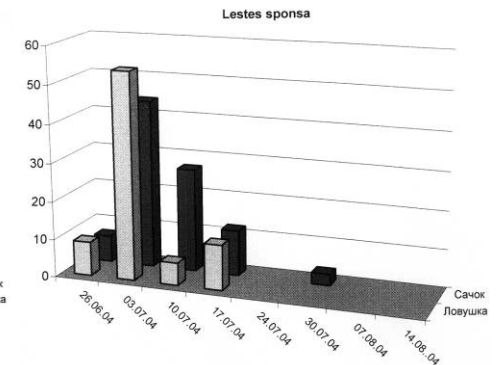


Рис. 10. Соотношение количества особей

Sympetrum flaveolum L., собранных при лове светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

Lestes sponsa Haus., собранных при лове светоловушкой и сачком (д. Пуково), 2004 г.

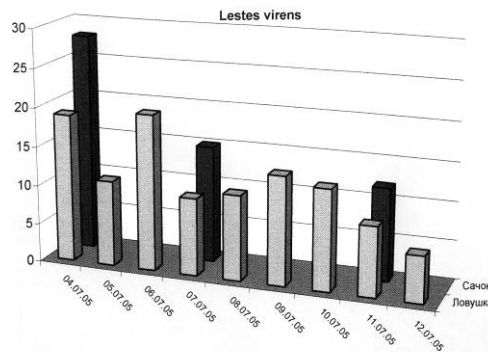
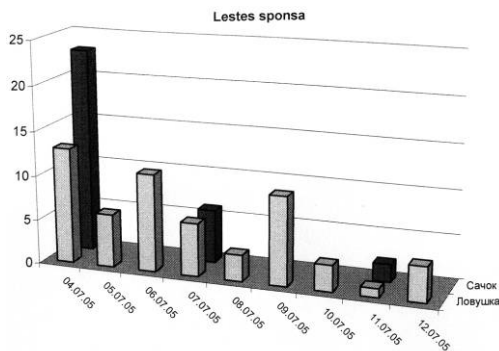


Рис. 11. Соотношение количества особей *Lestes sponsa* Haus., собранных при лове светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

Рис. 12. Соотношение количества особей *Lestes virens* Charp., собранных при лове светоловушкой и сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

У полужесткокрылых особенно активно двигались на свет *Corixa sahlbergi* Fieber, *Sigara semistriata* Fieber, *Plea minutissima* Leach и ранние личиночные стадии *Iliocoris cimicoides* L. и *Notonecta glauca* L. При сборах сачком в большем количестве, чем в ловушке, наблюдались особи р. *Gerris*.

Из представителей Coleoptera преобладали в уловах на свет имаго *Haliphys ruficollis* De Geer, *Graptodytes granularis* L., *Hydroporus striola* Gyll., *Porhydrus lineatus* F. и *Berosus luridus* L. На личиночной стадии положительный фототропизм проявляли большинство видов, особенно личинки *Dytiscus circumcinctus* Ahrens, *Acilius sulcatus* L. и *Graphoderus cinereus* L. У двух видов (*Haliphys spp.* и *Hyphydrus ovatus* L.) наблюдалось значительное превышение количества личинок, пойманных сачком, несмотря на то, что имаго обоих родов проявляют выраженный положительный фототаксис.

В результате обобщения и сравнения результатов были получены очень близкие показатели по обоим участкам, несмотря на некоторые различия в сроках проведения исследований, погодных условиях и в условиях среды обитания. В процентном соотношении у насекомых по количеству особей в сборах на свет доминировал отряд Diptera (42–67 %), на втором месте оказался отряд Ephemeroptera (15–16 %), далее Hemiptera (7–8 %) и Odonata (8–10 %) (рис. 13, 15). В уловах сачком первое место занимали Ephemeroptera (56–60 %), второе Diptera (30–31 %), далее также Odonata (6–7 %) и Hemiptera (2–3 %) (рис. 14, 16). Следовательно, руководствуясь результатами сборов на свет и делая некоторые поправки на степень проявления положительного фототропизма теми или иными систематическими группами насекомых, можно примерно судить о соотношении данных групп в водоеме, даже не учитывая возможное влияние внешней среды на активность организмов. Если сравнивать между собой более крупные таксоны (таб. 3, 4), то такой картины не наблюдается главным образом из-за значительных колебаний в численности у Crustacea и нестабильности их фотореакции, которая может довольно быстро меняться в зависимости от изменения внешних условий или физиологического состояния [4].

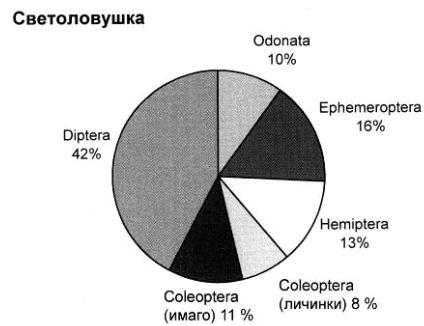


Рис. 13. Соотношение основных отрядов насекомых, собранных подводной светловушкой (д. Пуково), 2004 г.

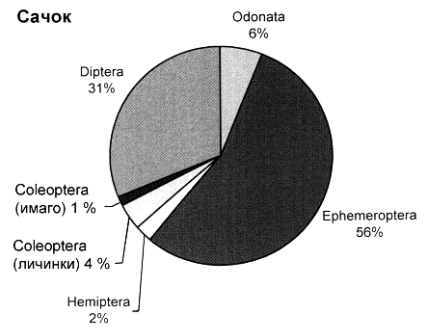


Рис. 14. Соотношение основных отрядов насекомых, собранных водным сачком (д. Пуково), 2004 г.

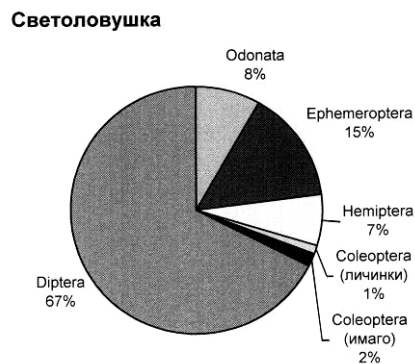


Рис. 15. Соотношение основных отрядов насекомых, собранных подводной светловушкой (д. Ферязкино), 2005 г.

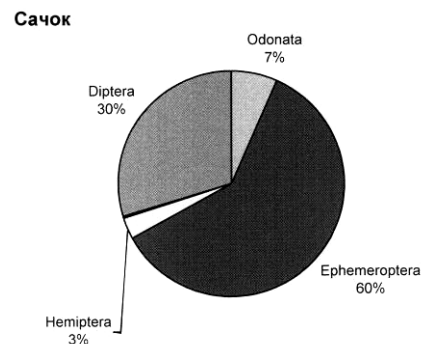


Рис. 16. Соотношение основных отрядов насекомых, собранных водным сачком (д. Ферязкино), 2005 г.

Автор статьи выражает благодарность руководителю лаборатории экологии водных беспозвоночных ИБВВ РАН, ведущему научному сотруднику, д-ру биол. наук А.В.Крылову, научному сотруднику биологического учебно-научного центра ВГУ «Веневетиново», канд. биол. наук А.А.Прокину и канд. биол. наук Е.В.Шикову за оказанную помощь в определении собранного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заболоцкий А.А. Термо- и фототаксисы личинок Chironomidae // Зоол. журн. 1939. Т. 18, вып. 6. С. 976–987.
2. Кауфман Б.З. Суточный ритм фотопреферендума у личинок Chironomus plumosus L. // Докл. Академии наук СССР. 1977. Т. 236, № 1. С. 261–263.
3. Николаева Н.Е. Возможности использования светодиодов (LED) в качестве источника света в подводной светловушке для изучения гидробионтов // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2005. Вып. 1. С. 103–107.

[Электронный ресурс] - Электрон. дан. - Кафедра зоологии ТвГУ, 2007 – Режим доступа: <http://zoology.tversu.ru/img/vest.pdf>, свободный. Загл. с экрана.

4. Кауфман Б.З. Суточные ритмы фото- и термопреферендумов и топические связи некоторых гидробионтов // Журн. общей биологии. 1984. Т. 45, № 3. С. 358–363.

ANALYSIS OF FRESH-WATER INVERTEBRATES' FAUNA, CAUGHT IN UNDERWATER LIGHT-TRAP

N.E. Nikolaeva

Tver State University

Fresh-water invertebrates' fauna, caught in 2004–2005 in underwater light-trap, is analysed. White-light diodes have been used as a source of light in trapst. More than 80 species of invertebrates, belonging to various taxa (mollusks, crustaceans, ticks and insects), have been caught. Larvae and imagoes of insects dominated specifically, while crustaceans - individually. A comparison with water-net's catches has been made. A well-pronounced phototropism has been revealed for many species.