

УДК 574.58 : 595.76

АНАЛИЗ ФАУНЫ ВОДНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA: DYTISCIDAE, NOTERIDAE, GYRINIDAE, HALIPLIDAE, HYDROPHILIDAE) СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

© 2007 г. М.И. Шаповалов¹, И.В. Шохин²

Изучен видовой состав и проведен структурно-функциональный анализ организации сообществ водных жесткокрылых (Coleoptera: Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydrophilidae) различных водных объектов естественного и антропогенного происхождения на Северо-Западном Кавказе. Для водоемов Северо-Западного Кавказа отмечено 114 видов водных жесткокрылых, в том числе 96 видов для водоемов естественного происхождения, и 88 видов для антропогенного. Наибольшее количество видов (78) отмечено для прудов, наименьшее (16) – для отстойников и эфемерных водоемов. Рассчитанные меры включений и ориентированный граф, построенный на их основе, показывают, что наибольшими включениями характеризуются пруды, мелиоративные каналы и сезонные временные водоемы. Можно отметить наличие основной части графа (пруды).

ВВЕДЕНИЕ

Эколого-фаунистические исследования – необходимое звено геобиоценологического изучения природы, задача первостепенной важности для создания научной основы рационального природопользования. Решение данной проблемы невозможно без получения разносторонних данных по фауне и экологии отдельных видов животных, являющихся компонентами различных экосистем и чутко реагирующих на изменения биосферы.

Водные жесткокрылые – распространенный и весьма многочисленный компонент гидрофауны, они активно участвуют в биологическом круговороте пресноводных экосистем, являясь важным элементом пищевых цепей [1]. Представители этой группы играют существенную роль в экосистемах и составляют неперенный элемент животного населения водных объектов любого типа [2, 3]. Данные о составе и распространении комплексов видов водных жесткокрылых служат важнейшим источником информации при биоиндикации качества вод [4, 5].

Отдельные сведения по фауне водных жесткокрылых Северо-Западного Кавказа можно найти в работах Г.Г. Якобсона [6], Ф.А. Зайцева

[7, 8], А.Г. Шатровского [9]. В литературе последних десятилетий ограничено число работ по фауне и экологии представителей семейств Haliplidae, Gyrinidae, Noteridae, Dytiscidae, Hydrophilidae и лишь некоторых регионов Северного Кавказа [10–12], часто носящих отрывочный характер. Комплексные эколого-фаунистические исследования водных жесткокрылых Северо-Западного Кавказа ранее не проводились.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящей работы послужили сборы водных жесткокрылых (семейства Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydrophilidae), проведенные с 2002 по 2006 гг. в различных типах водных объектов, расположенных во всех природно-климатических зонах Северо-Западного Кавказа. Под Северо-Западным Кавказом мы понимаем регион, занимающий территорию от Азовского и Черного морей на западе до Ставропольской возвышенности и рек Егорлык, Уруп и Большая Лаба на востоке. С юга указанная территория ограничена бассейном реки Псоу, а северная граница проведена по линии несколько южнее устья Дона – долина Манычей [13]. Административно территория, на которой проводили исследования, относится преимущественно к Краснодарскому краю и Республике Адыгея, к ней также примыкают юго-западные районы Ростовской области и несколько долин в Республике Карачаево-Черкесия.

¹ Адыгейский государственный университет, Республика Адыгея, Майкоп.

² Азовский филиал Мурманского морского биологического института Кольского научного центра Российской Академии наук, Ростов-на-Дону.

Таблица 1. Меры включений водных жесткокрылых, населяющих различные типы водоемов Северо-Западного Кавказа

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
I	—	77,8	42,85	39,62	26,92	41,17	41,5	56,25	30,55	25
II	46,6	—	26,53	26,41	20,51	29,41	32,07	43,75	30,55	25
III	46,6	48,14	—	60,37	46,15	60,78	50,94	56,25	30,55	56,25
IV	46,66	51,85	65,3	—	47,43	54,9	54,7	43,75	69,4	56,25
V	46,66	59,25	73,46	68,81	—	80,4	67,92	68,75	83,3	100
VI	46,66	55,55	63,26	52,83	52,56	—	66,03	81,25	63,8	62,5
VII	48,88	62,9	55,1	54,7	46,15	68,62	—	100	61,1	75
VIII	20	25,92	18,36	13,2	14,1	25,49	30,18	—	22,2	25
IX	24,4	40,7	40,8	47,16	38,46	45,09	41,5	50	—	68,75
X	8,88	14,8	18,36	16,98	20,51	19,6	22,64	25	30,55	—

Примечание. I – реки; II – ручьи; III – старицы; IV – озера; V – пруды; VI – мелиоративные каналы; VII – сезонные временные водоемы; VIII – эфемерные временные водоемы; IX – водохранилища; X – отстойники.

В принятых границах площадь Северо-Западного Кавказа составляет примерно 87 000 км². Протяженность с севера на юг составляет около 400 км, с запада на восток – около 360 км. Общий объем собранного материала на данной территории составил более 15 000 экземпляров имаго водных жесткокрылых.

Для выявления состава фауны водных жесткокрылых Северо-Западного Кавказа использовали в основном методику кошения гидробиологическим сачком, описанную зарубежными [14], а также отечественными авторами [15] (мешок сачка был изготовлен из мельничного газа, диаметр кольца 30 см, глубина мешка 50 см, размер ячейки 1 × 1 мм). Текущие водоемы (реки, ручьи) исследовали с использованием методики создания искусственных укрытий [16].

Имаго жесткокрылых умерщвляли этилацетатом и помещали на ватные матрасики, впоследствии основная часть материала была размочена холодным паром в эксикаторе и смонтирована на энтомологических булавках.

Для определения структурно-функциональных связей между сообществами водных жесткокрылых, обитающих в различных водных объектах на территории Северо-Западного Кавказа, была использована мера включения [17]:

$$W = \frac{R_n}{R_k} \cdot 100,$$

где W – мера включения, представляющая собой процент общих видов (R_n) для двух сравниваемых биотопов от числа видов, встречаемых только в данном из них (R_k). Мера включения является несимметричным показателем. Это означает, что при составлении таблицы мер включения сообществ

животных должны быть заполнены все элементы таблицы, кроме диагональных (табл. 1). Уплотнение информации до легко обозримых и операбельных форм происходит с использованием ориентированных графов [18].

В основу типизации ареалов водных жесткокрылых положена работа А.П. Семенова-Тян-Шанского [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди водных объектов, служащих местообитаниями для водных жесткокрылых, на Северо-Западном Кавказе можно выделить две основные группы: 1) *естественного происхождения*: реки, ручьи, озера, старицы рек и небольшие пресные водоемы и временные водоемы (сезонные и эфемерные); 2) *антропогенного происхождения*: пруды, мелиоративные каналы и каналы, водохранилища и отстойники. Для каждого типа водоема характерен определенный комплекс условий, который приводит к формированию характерного специфического населения водных жесткокрылых.

Пруды. Водные объекты Северо-Западного Кавказа интенсивно используют в различных отраслях хозяйства и в связи с этим часто преобразуют. Водосборы рек преимущественно распаханы, в их руслах сооружены многочисленные пруды. В настоящее время только на степных реках Краснодарского края насчитывается 1408 прудов [20]. Пруды среди других типов водных объектов выделяются наибольшим богатством фауны водных жесткокрылых и включают 78 видов (табл. 2).

Анализ состава фауны водных жесткокрылых в прудах показал, что доминирующее положение

Таблица 2. Распределение водных жесткокрылых в водоемах Северо-Западного Кавказа

№ п.п.	Семейство, вид	Пруды	Реки	Ручьи	Старицы	Озера	Канавы	Временные водоемы	Водохранилища	Отстойники
	Сем. Dytiscidae	45	24	16	27	33	36	33	18	9
1	<i>Agabus amoenus</i> Solsky, 1874	+	—	—	—	—	—	—	—	—
2	<i>A. congener</i> (Thunberg, 1794)	—	+	+	—	+	—	—	—	—
3	<i>A. biguttatus</i> (Olivier, 1795)	—	—	—	—	—	+	+	—	—
4	<i>A. bipustulatus</i> (Linné, 1767)	+	+	+	+	+	+	+	—	—
5	<i>A. caraboides</i> Sharp, 1882	—	—	—	—	+	—	—	—	—
6	<i>A. conspersus</i> (Marsham, 1802)	+	—	—	—	—	+	—	—	—
7	<i>A. dilatatus</i> (Brullé, 1832)	—	—	+	—	—	—	—	—	—
8	<i>A. glacialis</i> Hochhuth, 1846	—	+	+	—	—	—	+	—	—
9	<i>A. melanarius</i> Aubé, 1837	—	—	—	—	—	—	+	—	—
10	<i>Ilybius ater</i> (DeGeer, 1774)	+	+	+	+	+	+	—	—	+
11	<i>I. chalconatus</i> (Panzer, 1796)	—	+	+	—	—	—	—	—	—
12	<i>I. fenestratus</i> (Fabricius, 1781)	+	+	+	+	+	+	—	—	—
13	<i>I. fuliginosus</i> (Fabricius, 1792)	+	+	+	—	+	+	+	—	—
14	<i>I. neglectus</i> (Erichson, 1837)	+	—	—	+	—	+	—	—	—
15	<i>I. quadriguttatus</i> (Lacordaire, 1835)	—	—	—	+	—	+	+	—	—
16	<i>I. satunini</i> (Zaitzev, 1913)	+	—	—	—	—	—	—	—	—
17	<i>I. subaeneus</i> Erichson, 1837	+	—	—	+	—	—	+	—	—
18	<i>Platambus lunulatus</i> (Fischer, 1829)	—	+	—	—	—	—	—	—	—
19	<i>P. maculatus</i> (Linné, 1758)	+	+	+	—	+	—	—	—	—
20	<i>Colymbetes fuscus</i> (Linné, 1758)	+	—	—	—	+	—	—	—	—
21	<i>Rhantus grapii</i> (Gyllenhal, 1808)	+	—	—	+	—	—	—	—	—
22	<i>Rh. suturalis</i> (W.S.MacLeay, 1825)	+	—	—	+	+	+	+	+	+
23	<i>Copelatus haemorrhoidalis</i> (Fabricius, 1758)	—	+	+	—	+	—	+	—	—
24	<i>Acilius sulcatus</i> (Linné, 1758)	+	—	—	+	+	+	+	+	+
25	<i>Graphoderus austriacus</i> (Sturm, 1834)	+	—	—	—	+	+	+	+	—
26	<i>G. cinereus</i> (Linné, 1758)	+	—	—	+	+	+	—	+	—
27	<i>Cybister lateralmarginalis</i> (DeGeer, 1774)	+	—	—	—	+	+	—	+	—
28	<i>Dytiscus circumcinctus</i> Ahrens, 1811	+	—	—	+	+	—	—	+	—
29	<i>D. dimidiatus</i> Bergsträsser, 1778	+	—	—	+	+	+	—	—	—
30	<i>D. marginalis</i> Linné, 1758	+	—	—	—	+	+	+	+	—
31	<i>Hydaticus grammicus</i> (Germar, 1827)	+	—	—	—	—	—	—	—	—
32	<i>H. seminiger</i> (DeGeer, 1774)	+	—	+	—	—	+	—	—	—
33	<i>H. transversalis</i> (Pontoppidan, 1763)	+	—	—	+	—	+	—	—	—
34	<i>Bidessus alienus</i> Zimmermann, 1919	+	—	—	—	—	—	—	—	—
35	<i>B. nasutus</i> Sharp, 1887	—	—	—	—	+	—	+	—	—
36	<i>B. unistriatus</i> (Goeze, 1777)	—	+	—	—	—	+	+	—	—
37	<i>Hydroglyphus geminus</i> (Fabricius, 1792)	+	+	+	+	—	+	+	+	+
38	<i>Deronectes latus</i> (Stephens, 1829)	—	+	+	—	—	—	—	—	—
39	<i>Graptodytes bilineatus</i> (Sturm, 1835)	+	—	—	—	—	+	+	—	—
40	<i>G. granularis</i> (Linné, 1767)	+	+	—	+	—	+	+	—	—
41	<i>G. pictus</i> (Fabricius, 1787)	+	—	—	+	—	+	—	—	—
42	<i>Hydroporus angustatus</i> Sturm, 1835	+	—	—	+	+	+	+	—	—
43	<i>H. memnonius</i> Nocolai, 1822	—	+	—	—	—	+	+	—	—
44	<i>H. nigrita</i> (Fabricius, 1792)	—	+	+	—	—	+	+	—	—
45	<i>H. palustris</i> (Linné, 1761)	+	+	—	+	+	+	+	—	—
46	<i>H. planus</i> (Fabricius, 1781)	+	—	—	—	+	—	+	—	+
47	<i>H. pubescens</i> (Gyllenhal, 1808)	+	—	—	—	—	—	—	—	—
48	<i>H. striola</i> Gyllenhal, 1826	—	+	+	—	+	+	+	+	—
49	<i>H. tessellatus</i> Drapiez, 1819	—	—	—	—	+	—	—	—	—
50	<i>Nebrioporus airumilus</i> (Kolenati, 1845)	+	+	—	+	—	+	—	—	—

Таблица 2. (Продолжение)

№ п.п.	Семейство, вид	Пруды	Реки	Ручьи	Старицы	Озера	Канавы	Временные водоемы	Водохранилища	Отстойники
51	<i>Oreodytes alpinus</i> (Paykull, 1798)	—	+	—	+	—	—	—	—	—
52	<i>Porhydrus lineatus</i> (Fabricius, 1775)	+	—	—	+	+	+	+	+	—
53	<i>Hydrovatus cuspidatus</i> (Kunze, 1818)	+	—	—	+	+	—	—	+	—
54	<i>Herophydrus musicus</i> (Klug, 1834)	—	—	—	—	+	—	—	+	—
55	<i>Hygrotus caspius</i> (Wehncke, 1875)	+	—	—	—	—	—	+	—	—
56	<i>H. decoratus</i> (Gyllenhal, 1810)	+	+	—	+	+	—	+	—	—
57	<i>H. confluens</i> (Fabricius, 1787)	+	—	—	—	—	—	—	+	—
58	<i>H. enneagrammus</i> (Ahrens, 1833)	—	—	—	—	+	—	—	—	—
59	<i>H. inaequalis</i> (Fabricius, 1777)	+	—	—	+	+	+	+	—	—
60	<i>H. impressopunctatus</i> (Schaller, 1783)	+	+	—	+	+	+	+	+	—
61	<i>H. marklini</i> (Gyllenhal, 1813)	—	—	—	—	—	+	+	—	—
62	<i>H. nigrolineatus</i> (Steven, 1808)	+	—	—	—	—	—	—	—	+
63	<i>H. pallidulus</i> (Aubé, 1850)	—	+	—	—	—	—	—	—	—
64	<i>H. parallelogrammus</i> (Ahrens, 1812)	—	—	—	—	—	+	—	—	—
65	<i>H. versicolor</i> (Schaller, 1783)	—	+	—	+	+	+	+	—	—
66	<i>Hyphydrus ovatus</i> (Linné, 1761)	+	—	—	—	—	+	—	+	+
67	<i>Laccophilus hyalinus</i> (DeGeer, 1774)	+	—	—	+	+	—	+	+	+
68	<i>L. minutus</i> (Linné, 1758)	+	—	+	—	—	—	+	+	—
69	<i>L. poecilus</i> Klug, 1834	+	—	—	—	+	+	+	+	+
	Сем. Noteridae	2	2	1	2	2	2	2	2	1
70	<i>Noterus clavicornis</i> (DeGeer, 1774)	+	+	—	+	+	+	+	+	+
71	<i>N. crassicornis</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	+	+	+	+	+	—
	Сем. Haliplidae	6	2	2	5	3	1	2	3	1
72	<i>Peltodytes caesus</i> (Duftschmid, 1805)	+	—	—	+	+	—	+	+	+
73	<i>Haliplus fluviatilis</i> Aubé, 1836	+	—	+	+	—	+	+	+	—
74	<i>H. lineatocollis</i> (Marsham, 1802)	—	+	+	+	—	—	—	—	—
75	<i>H. obliquus</i> (Fabricius, 1787)	+	—	—	—	—	—	—	—	—
76	<i>H. flavicollis</i> Sturm, 1834	+	+	—	+	+	—	—	—	—
77	<i>H. fulvus</i> (Fabricius, 1801)	+	—	—	+	+	—	—	+	—
78	<i>H. variegatus</i> Sturm, 1834	+	—	—	—	—	—	—	—	—
	Сем. Gyrinidae	4	6	3	3	4	—	1	3	—
79	<i>Gyrinus distinctus</i> Aubé, 1838	+	+	+	—	+	—	—	+	—
80	<i>G. colymbus</i> Erichson, 1837	—	+	—	—	—	—	—	—	—
81	<i>G. substriatus</i> Stephens, 1828	+	+	+	+	+	—	+	+	—
82	<i>G. natator</i> (Linné, 1758)	—	+	+	+	+	—	—	+	—
83	<i>G. suffriani</i> W.Scriba, 1855	—	+	—	+	—	—	—	—	—
84	<i>G. paykulli</i> G.Ochs, 1927	+	—	—	—	+	—	—	—	—
85	<i>Orectochilus villosus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	—	—	—	—	—	—	—
	Сем. Hydrophilidae	21	11	5	12	10	12	15	10	5
86	<i>Hydrophilus piceus</i> (Linné, 1758)	+	—	—	—	—	+	—	+	—
87	<i>Hydrochara semenovi</i> (Zaitzev, 1908)	+	—	—	—	—	—	—	+	—
88	<i>Hydrochara caraboides</i> (Linné, 1758)	+	—	+	+	+	+	+	+	+
89	<i>H. flavipes</i> (Steven, 1873)	—	—	—	—	—	—	+	—	—
90	<i>H. dichroma</i> (Fairmaire, 1892)	—	—	—	—	—	—	+	—	—
91	<i>Laccobius striatulus</i> (Fabricius, 1801)	+	+	—	—	—	—	—	—	—
92	<i>L. gracilis</i> Motschulsky, 1855	—	+	—	+	+	—	—	—	—

Таблица 2. (Окончание)

№ п.п.	Семейство, вид	Пруды	Реки	Ручьи	Старицы	Озера	Канавы	Временные водоемы	Водохранилища	Отстойники
93	<i>L. minutus</i> (Linné, 1758)	—	+	+	+	+	+	+	+	—
94	<i>L. bipunctatus</i> (Fabricius, 1775)	—	+	—	+	—	—	—	—	—
95	<i>Limnoxenus niger</i> (Zschach, 1788)	+	—	—	—	—	—	+	—	—
96	<i>Anacaena lutescens</i> (Stephens, 1829)	+	+	+	+	+	+	+	+	—
97	<i>A. limbata</i> (Fabricius, 1792)	+	—	+	—	—	+	+	+	+
98	<i>A. taurica</i> Ryndevich, 2000	+	—	—	—	—	—	+	—	—
99	<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linné, 1758)	+	—	—	+	+	+	—	—	—
100	<i>Paracymus aeneus</i> (Germar, 1824)	+	—	—	—	—	—	—	—	—
101	<i>Berosus spinosus</i> (Steven, 1878)	+	—	—	—	+	—	—	—	—
102	<i>B. hispina</i> Reiche et Saulcy, 1856	—	+	—	—	—	—	—	—	—
103	<i>B. fulvus</i> Kuwert, 1888	—	+	—	+	—	—	—	—	—
104	<i>B. signaticollis</i> (Charpentier, 1825)	+	—	—	—	—	—	—	—	—
105	<i>B. luridus</i> (Linné, 1761)	+	+	—	+	—	+	+	+	+
106	<i>Enochrus melanocephalus</i> (Olivier, 1792)	+	—	—	—	—	+	+	+	+
107	<i>E. bicolor</i> (Fabricius, 1792)	+	—	—	—	—	—	—	+	—
108	<i>E. coarctatus</i> (Gredler, 1863)	+	—	—	—	+	+	+	—	—
109	<i>E. isotae</i> Hebauer, 1982	+	—	—	—	—	—	+	—	—
110	<i>E. quadripunctatus</i> (Herbst, 1797)	+	+	+	+	—	+	+	—	—
111	<i>E. testaceus</i> (Fabricius, 1801)	+	—	—	—	—	—	—	—	+
112	<i>Helochaeres obscurus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	—	—	+	+	+	+	—	—
113	<i>Coelostoma orbiculare</i> (Fabricius, 1775)	+	+	—	+	+	+	—	+	—
114	<i>Cymbiodyta marginella</i> (Fabricius, 1792)	—	+	—	+	+	—	+	—	—
Всего		78	45	27	49	52	51	53	36	16

по числу видов (45) и родов (20) занимают плавунцы (рис. 1). Это семейство имеет довольно высокое относительное обилие – 39,63%.

Представители подсемейства Dytiscinae, включающего средние и крупные виды, составили в наших сборах 9,8%. Это указывает на установившееся экологическое равновесие большинства прудов (возраст большей части исследованных прудов 10–15 лет), в которых видовой состав растительности уже сформирован, сложились довольно стабильные гидрологические и трофические условия, привлекающие более крупных представителей плавунцов и других хищных насекомых.

Из семейства Haliplidae в прудах выявлено 6 видов, причем довольно редкие в регионе исследования *Haliphus obliquus* (Fabricius, 1787) и *H. variegatus* Sturm, 1834 были отмечены только в фауне прудов. Вертячки (Gyrinidae) в составе прудовой фауны имеют 4 вида, которые также немногочисленны (3%). Среди них наиболее обычен вид *Gyrinus distinctus* Aubé, 1838. В прудах обнаружен редкий вид *Orectochilus villosus* (O.F. Müller, 1776), активный в темное время су-

ток (с 21 до 24 ч). Фауна сем. Noteridae, как и почти по всем другим типам водоемов, представлена 2 видами. Второе по численности семейство Hydrophilidae представлено 21 видом. Наиболее массовые виды прудов: *Laccophilus poecilus* Klug, 1834 (24,3%), *Noterus clavicornis* (DeGeer, 1774) (5,2%), *Agabus bipustulatus* (Linné, 1767) (3,1%).

Реки. Анализ фауны жесткокрылых рек Северо-Западного Кавказа и их стаций, к которым приурочены насекомые, показал, что проводить разделение по принадлежности к тому, или иному бассейну и другим признакам рек не целесообразно. Поэтому нами рассмотрена фауна водных жесткокрылых рек в целом, включающая 45 видов (табл. 2, рис. 1), в том числе 24 вида сем. Dytiscidae, по 2 вида сем. Noteridae и Haliplidae, 6 видов сем. Gyrinidae, 11 видов сем. Hydrophilidae. Преобладающими видами равнинных рек являются: *Gyrinus distinctus* Aubé, 1838 (36,8%), *Ilybius fuliginosus* (Fabricius, 1792) (11,3%), *Laccophilus hyalinus* (DeGeer, 1774) (9,5%). В реках горных районов часто встречаются в массе плавунцы *Platambus maculatus* (Linné, 1758) (54,2%) и *Platambus lunulatus* (Fischer, 1829) (23,4%). Самы-

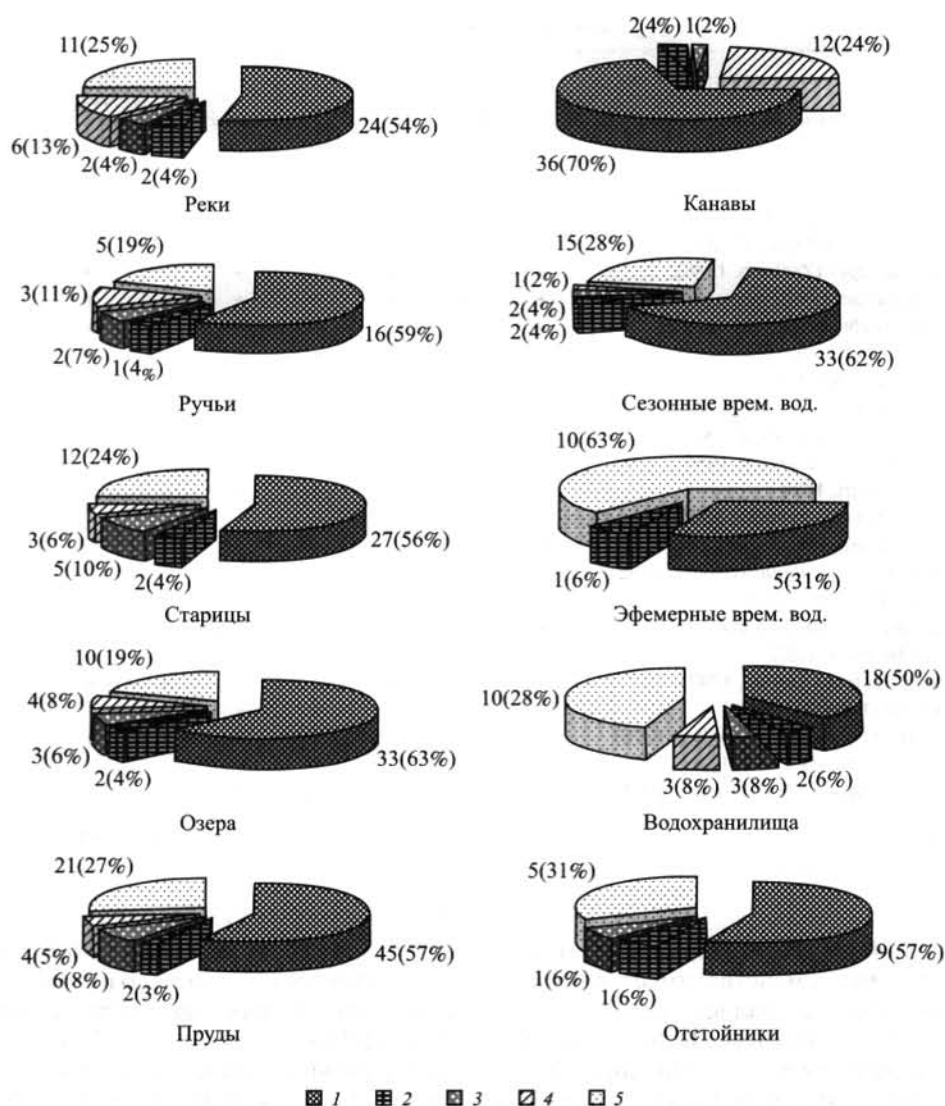


Рис. 1. Соотношение таксономического состава (обозначено число видов, рядом в скобках их процентное соотношение) водных жесткокрылых в водоемах различного типа: 1 – Dytiscidae, 2 – Noteridae, 3 – Haliplidae, 4 – Gyrinidae, 5 – Hydrophilidae

ми многочисленными в количественном отношении являются вертячки, составляющие более половины всех собранных экземпляров (54,3%) водных жесткокрылых рек. Вертячки из всех водных объектов наиболее многочисленны именно в реках и предпочитают реки с малой скоростью течения.

Ручьи. Малый размер исследованных ручьев обуславливает резкие сезонные и погодные колебания уровня воды, силу течения и самой проточности. Руслу ручьев могут осенью заполняться листовым опадом, а макрофиты чаще всего отсутствуют. Население данного водотока

включает 27 видов жесткокрылых (табл. 2, рис. 1): 16 видов сем. Dytiscidae, 1 вид сем. Noteridae, 2 вида сем. Haliplidae, 3 вида сем. Gyrinidae и 5 видов сем. Hydrophilidae.

Доминантными видами в ручьях являются вертячки – *Gyrinus distinctus* Aubé (11,2%), 1838, *G. natator* (Linné, 1758) (10,6%). Кроме того данные виды являются константными (отмечены более чем в 90% водоемов данного типа). Часто в ручьях обнаруживали вид *Ilybius fuliginosus* (Fabricius, 1792) (8,7%). Из водолюбов наиболее обычны в ручьях *Hydrobius fuscipes* (Linné, 1758) (4,3%) и *Anacaena lutescens* (Stephens, 1829)

(9,3%), отмеченные большей частью в местах с большим количеством растительного опада.

Старицы рек и небольшие пресные водоемы. Старицы рек – это полностью или частично отделившийся от реки участок её прежнего русла. В наших исследованиях мы рассматривали как отдельные водоемы только старицы, полностью отделившиеся от русла рек. Совместно со старицами изучали небольшие пойменные водоемы, расположенные вблизи постоянных водных объектов, с которыми имеют связь в весенний период половодья.

Данные водоемы отделены от основных, но в них возможна миграция жуков, например из рек, что придает их фауне своеобразие. Фауна стариц включает 49 видов (табл. 2, рис. 1): 27 видов сем. Dytiscidae, 2 вида сем. Noteridae, 5 видов сем. Haliplidae, 3 вида сем. Gyrinidae и 12 видов сем. Hydrophilidae. Наиболее часто встречающиеся виды – *Laccobius gracilis* Motschulsky, 1855 (7,3%), *Hygrotus impressopunctatus* (Schaller, 1783) (7,2%), *Gyrinus natator* (Linné, 1758) (6,4%). В отдельных старицах было отмечено значительное число особей *Haliphus lineatocollis* (Marsham, 1802) и *Nebriporus airumilus* (Kolenati, 1845). Число одновременно отмеченных видов в старицах составило 1–14, причем наибольшее число видов (12–14) отмечено в старицах с 1-й – 2-й степенью зарастания.

Озера. Общий фаунистический спектр населения жесткокрылых озер представлен 52 видами (табл. 2, рис. 1): 33 вида сем. Dytiscidae, 2 вида сем. Noteridae, 3 вида сем. Haliplidae, 4 вида сем. Gyrinidae и 10 видов сем. Hydrophilidae.

Преобладающими видами в озерах равнин и предгорий являются *Laccophilus poecilus* Klug, 1834 (9,6%), *Noterus crassicornis* (O.F. Müller, 1776) (5,8%), *Laccobius minutus* (Linné, 1758) (4,1%), *Berosus spinosus* (Steven, 1878) (3,4%), *Anacaena lutescens* (Stephens, 1829) (2,7%).

Число одновременно встреченных видов водных жуков в различных озерах равнин и предгорий составляло от 4 до 21, что связано с большим разнообразием гидрологических условий, температурным режимом, минерализацией, характером и степенью развитости водной растительности и другими специфическими для каждого водоема условиями.

В среднегорье число жесткокрылых в озерах снижается и составляет 31 вид, в высокогорьях было собрано лишь 12 видов, видовое разнообразие невысокое из-за суровых условий обитания в таких водоемах. Наиболее массовый вид, встречающийся в озерах среднегорий и высокогорий, – *Agabus bipustulatus* (Linné, 1767) (38,1–89,4%).

Мелиоративные каналы и каналы. Данные водные объекты стоят на четвертом месте по числу отмеченных видов (51 вид) водных жесткокрылых (табл. 2, рис. 1): 36 видов сем. Dytiscidae, 2 вида сем. Noteridae, 1 вид сем. Haliplidae, 12 видов сем. Hydrophilidae. Наиболее массовые виды – *Hydroporus palustris* (Linné, 1761) (8,3%), *Hydroglyphus geminus* (Fabricius, 1792) (7,4%), *Peltodytes caesus* (Duftschmid, 1805) (6,5%), *Anacaena lutescens* (Stephens, 1829) (2,84%).

Временные водоемы. Временными принято считать водоемы, существующие непродолжительное время, чаще всего образовавшиеся после выпадения атмосферных осадков или разливов рек и ручьев. Все временные водоемы по времени существования можно разделить на две группы: *эфемерные временные водоемы*, которые существуют непродолжительное время (от нескольких дней до нескольких месяцев), и *сезонные*, существующие на протяжении одного или нескольких сезонов. Всего во временных водоемах на Северо-Западном Кавказе обнаружено 53 вида водных жесткокрылых (табл. 2, рис. 1): 33 вида сем. Dytiscidae, по 2 вида сем. Noteridae и Haliplidae, 1 вид сем. Gyrinidae, 15 видов сем. Hydrophilidae.

Видовой состав водных жесткокрылых в сезонных временных водоемах характеризуется таксономическим богатством и большой разнородностью, включает 53 вида, относящихся к 5 семействам (рис. 1). По числу видов доминируют представители семейства Dytiscidae (33 вида), однако по относительному обилию преобладают следующие виды жуков: *Anacaena lutescens* Stephens, 1829 (11,3%), *Hydrochara caraboides* Linné, 1758 (5,1%), *Porhydrus lineatus* Fabricius, 1775 (3,65%), *Hydroglyphus geminus* Fabricius, 1792 (2,54%).

Значительно меньше видов жуков (16 видов) найдено в *эфемерных временных водоемах*, в которых по числу видов доминируют представители семейства Hydrophilidae (рис. 1). Доминирование водолюбов как по числу видов, так и по численности в данном типе водоемов объясняется благоприятно складывающимися трофическими условиями для растительно-детритоядных видов. Что касается плавунцов, являющихся хищниками, то достаточно благоприятная кормовая база в таких водоемах не успевает сформироваться (из-за ограниченности времени существования водоема), это сказывается на видовом разнообразии и численности семейства.

Водохранилища. Зарегистрировано 36 видов водных жесткокрылых (табл. 2, рис. 1): 18 видов

сем. Dytiscidae, 2 вида сем. Noteridae; по 3 вида сем. Haliplidae и Gyrinidae, 10 видов сем. Hydrophilidae. Наиболее массовые виды водохранилищ: *Laccophilus minutus* Linné, 1758 (18,3%), *Noterus clavicornis* DeGeer, 1774 (6,2%).

Отстойники. Данный тип водного объекта представляет собой сооружения, резервуары или бассейны в системе водоснабжения, канализации, орошения, гидроэнергетики. Отстойники часто служат для выделения из жидкости взвешенных веществ осаждением. В исследованных отстойниках pH воды колебался в пределах от 6 до 7,8. Фаунистический спектр (табл. 2, рис. 1) населения жесткокрылых отстойников довольно беден и специфичен, включает всего 16 видов: 9 видов сем. Dytiscidae, по 1 виду сем. Noteridae и Haliplidae, 5 видов сем. Hydrophilidae. В большинстве отстойников (54,3%) вообще не было обнаружено водных жуков из-за сильного промышленного загрязнения. В отстойниках наиболее часто встречался вид *Enochrus testaceus* (Fabricius, 1801).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассчитанные меры включений (табл. 1) и ориентированный граф (рис. 2), построенный на их основе, показывают, что наибольшими включениями характеризуются пруды, мелиоративные каналы и сезонные временные водоемы.

Направление ребер на рис. 2 отражает наличие структурных связей и функциональных взаимодействий между сообществами водных жесткокрылых, обитающих в соответствующих типах водных объектов (кружок с номером типа водного объекта).

При построении графов величина порога меры включения, как правило, выбирается произвольно [21]. При этом надо учитывать необходимость сохранения всех основных связей между вершинами, количество ребер также не должно быть слишком велико, иначе интерпретация структурных взаимосвязей между вершинами графа и, следовательно, отношений между сообществами исследованных животных будет затруднена.

Рассматривая направление ребер, следует указать на наличие основной части графа (V – пруды). Формирование фауны водных жесткокрылых водоемов данного типа происходит путем миграции жуков из других водоемов, о чем, как мы отмечали выше, свидетельствует направление ребер графа (рис. 2). Следует отметить, что пруды среди других типов водных объектов вы-

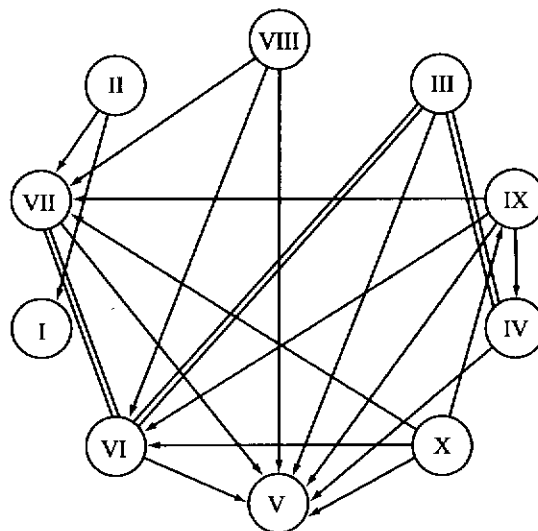


Рис. 2. Граф включения / схождения (при $W = 60\%$) (см. обозначения к табл. 1)

деляются наибольшим богатством фауны водных жесткокрылых – в них обитает 78 видов, что составляет 68,4% от всего видового состава водных жесткокрылых, встречающихся в тех или иных водных объектах на Северо-Западном Кавказе.

На графе можно отметить вершину I (реки), к которой идет одна однонаправленная связь при $W = 60\%$ (при $W = 50\%$ образуется две однонаправленные связи). Такое положение объясняется особыми гидрологическими и экологическими условиями, характерными для данного типа водного объекта. Действительно, вследствие очень быстрого течения воды и наиболее низких температур воды (по сравнению с другими водоемами) в этом типе водного объекта преобладают узкоспециализированные виды, приспособленные к существованию в подобных условиях.

Интересно рассмотреть структурно-функциональные связи временных водоемов с другими типами водных объектов. Как видно из графа (при $W = 60\%$), источником формирования фауны водных жесткокрылых сезонных временных водоемов (VII) являются различные типы водоемов, при этом они находятся на втором месте по видовому разнообразию (включают 53 вида). При этом озера, в которых обитает почти такое же количество видов (52), имеют значительно меньше структурно-функциональных связей с другими водными объектами. Эфемерные временные водоемы (VIII), напротив, характеризуются наименьшими мерами включения.

Анализируя взаимоотношения между сообществами водных жесткокрылых различных вод-

ных объектов, необходимо обратить внимание на наличие двойных связей между некоторыми водными объектами. Такое положение, по нашему мнению, указывает на относительно высокую степень родства между этими сообществами и на возможность взаимного влияния друг на друга путем видового обмена.

Всего в водоемах различного типа на территории Северо-Западного Кавказа отмечено 114 видов водных жесткокрылых, относящихся к 5 семействам, при этом таксономическое разнообразие выше в водоемах естественного (96 видов), чем в водоемах антропогенного происхождения (88 видов). В половине выделяемых типов водоемов фаунистическое разнообразие оценивается на уровне 50 видов (45–53), эту цифру, видимо, можно считать средним показателем состоявшегося водоема. Снижение числа видов отмечено в водохранилищах, в большей степени – в ручьях, отстойниках и эфемерных водоемах, что легко объясняется их спецификой (все они характеризуются небольшим набором экологических условий). Высокие значения видового разнообразия в прудах говорят как о многообразии экологических условий этого типа водоемов, так и об их экологической резистентности.

Анализ ареалов водных жесткокрылых Северо-Западного Кавказа показал наличие в их фауне 9 зоогеографических групп. Доминирующими являются виды с европейскими (39,48%) и транспалеарктическими (20,17%) ареалами. Заметную группу образуют виды более южного распространения со средиземноморскими (13,16%) и скифскими (8,78%) ареалами. Водных жесткокрылых Европейско-Сибирского (6,14%), Голарктического (6,14%), Туранского (2,63%), Палеотропического (1,75%) и Кавказского (1,75%) ареалов в фауне региона меньше. Это свидетельствует о разных путях формирования фауны водных жесткокрылых Северо-Западного Кавказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березина Н.А. Питание водных жуков и их личинок как вредителей и конкурентов молоди рыб // Труды Московского технологического института рыбной промышленности и хозяйства. 1951. Вып. 4. С. 69–81.
2. Брехов О.Г. Структура фауны плавунцов Волгоградской области по приуроченности их к водоемам различного типа // II Всероссийский симпозиум по амфибиотическим и водным насекомым. Воронеж, 2004. С. 14–17.
3. Рындевич С.К. Зависимость видового разнообразия жуков-водолюбов от типа водоема // Проблемы изучения, сохранения и использования биологического разнообразия животного мира. Минск: Изд-во БГУ, 1994. С. 148–149.
4. Брехов О.Г. Антропогенное воздействие на фауну плавунцовых города // Материалы межрегиональной научно-практической конференции. Ульяновск, 1999. С. 143–145.
5. Федоров Д.В. Применение водных плотоядных жесткокрылых в качестве мониторов экологического состояния водоемов // Актуальные вопросы мониторинга экосистем антропогенно-нарушенных территорий. Ульяновск, 2000. С. 111–113.
6. Якобсон Г.Г. Жуки России и западной Европы. Ч. 6. СПб: Изд-во А.Ф. Девриена, 1908. 480 с.
7. Зайцев Ф.А. Плавунцы Кавказа // Работы Северо-Кавказской гидробиологической станции № 2. 1927. С. 1–42.
8. Зайцев Ф.А. Плавунцовые и вертячки // Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 4. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 377 с.
9. Шатровский А.Г. К изучению водолюбов (Coleoptera, Hydrophilidae) Европейской части СССР и Кавказа // Вестник Харьковского ун-та. 1988. № 313. С. 75–78.
10. Беляшевский Н.Н. Заметки об ареалах водных жуков фауны СССР // Энт. об. 1991. Вып. 2. С. 367–372.
11. Брехов О.Г. К изучению фауны хищных водных жуков Северо-Западного Кавказа // Горные экосистемы и их компоненты: Сб. науч. тр. Т. 1. Нальчик, 2005. С. 75–77.
12. Хатуков А.М., Якимов В.Д., Львов В.Д. Водные жуки Кабардино-Балкарии // Актуальные вопросы биологии и медицины. Нальчик, 1999. С. 113–114.
13. Канонников А.М. Природа Кубани и Причерноморья. Краснодар, 1977. 112 с.
14. Oldroyd H. Collecting, preserving and studying Insects. London: Hutchinson & Co, 1958. 327 p.
15. Жадин В.И. Изучение донной фауны водоемов. М.–Л., 1950. 32 с.
16. Миноранский В.А., Джумайло Н.Б. Новый прием сбора и изучения относительной численности водных жесткокрылых // Фауна, экология и охрана животных Северного Кавказа: Сб. науч. тр. Каб.-Балк. гос. ун-та. Нальчик, 1980. С. 142–144.
17. Simpson G.G. Mammals and Nature of continents / Amer. J. Sci. 1948. № 241. P. 170–172.
18. Берж К. Теория графов и ее применение. М.: Мир, 1970. 300 с.
19. Семенов-Тянь-Шанский А.П. Пределы и зоогеографические подразделения Палеарктической области для наземных сухопутных животных на основании географического распределения жесткокрылых насекомых. М.–Л., 1936. 16 с.
20. Нагалецкий Ю.Я. Физическая география Краснодарского края. Краснодар: Северный Кавказ, 2001. 256 с.
21. Андреев В.Л. Классификационные построения в экологии и систематике. М.: Наука, 1980. 144 с.

**THE ANALYSIS OF AQUATIC BEETLES FAUNA
(COLEOPTERA: DYTISCIDAE, NOTERIDAE,
GYRINIDAE, HALIPLIDAE, HYDROPHILIDAE)
OF THE NORTHWEST CAUCASUS**

M.I. Shapovalov, I.V. Shokhin

Species composition is investigated and structure functional analysis of organization of water beetle communities (Coleoptera: Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydrophilidae) of various water bodies of natural and anthropogenic origin in the Northwest Caucasus is carried out. For the Northwest Caucasus reservoirs 114 species of aquatic Coleoptera is registered, including 96 species – for natural origin reservoirs and 88 species – for those of anthropogenic origin. The greatest number of species (78) is marked for the ponds, the least (16) – for settling basins and ephemeral reservoirs. The designed measures of inclusions and the oriented graph, constructed on their basis, show that the greatest inclusions are characteristic of the ponds, meliorative canals and seasonal temporary reservoirs. One can note the presence of the basic part of the graph (ponds).

REFERENCES

1. Berezina N.A. 1951. [Feeding of water beetles and their larvae as pests and competitors of juvenile fish]. In: *Trudy Moskovskogo tehnologicheskogo instituta rybnoy promyshlennosti i khozyaystva*. [Proceedings of the Moscow Technological Institute of Fishing Industry and Economy]. Issue 4. Moscow: 69–81. (In Russian).
2. Brekhov O.G. 2004. [The structure of the fauna of Dytiscidae of Volgograd region by their confinement to water bodies of different types]. In: *II Vserossiyskiy simpozium po amfibiotskim i vodnym nasekomym*. [II All-Russian Symposium on Amphibiotic and aquatic insects]. Voronezh: 14–17. (In Russian).
3. Ryndevich S.K. 1994. [The dependence of the species diversity of Hydrophilidae on the type of reservoir]. In: *Problemy izucheniya, sokhraneniya i ispol'zovaniya biologicheskogo raznoobraziya zhivotnogo mira*. [The study, conservation and use of biological diversity of the animal world]. Minsk, Belarusian State University Publishers: 148–149. (In Russian).
4. Brekhov O.G. 1999. [Anthropogenic impacts on fauna of Dytiscidae of city]. In: *Materialy mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Proceedings of the Interregional Scientific and Practical Conference]. Ulyanovsk: 143–145. (In Russian).
5. Fedorov D.V. 2000. [The use of Hydradeptera by monitor of the ecological state of water bodies]. In: *Aktual'nye voprosy monitoringa ekosistem antropogennno-narushennykh territoriy*. [Actual problems of ecosystem monitoring anthropogenically disturbed areas]. Ulyanovsk: 111–113. (In Russian).
6. Yakobson G.G. 1908. *Zhuki Rossii i Zapadnoy Evropy*. Ch. 6. [Beetles of the Russia and Western Europe. Part 6]. St. Petersburg, Publishing House of the A.F. Devrient: 480 p. (In Russian).
7. Zaytsev F.A. 1927. [Dytiscidae of the Caucasus]. In: *Raboty Severo-Kavkazskoy gidrobiologicheskoy stantsii*. [Works of the North Caucasian hydrobiological station]. Issue 2. P. 1–42. (In Russian).
8. Zaytsev F.A. 1953. [Dytiscoidea and Gyrinoidea]. In: *Fauna SSSR. Zhestkokrylye*. [Fauna of the USSR. Coleoptera]. Vol. 4. Moscow; Leningrad, Academy of Sciences of the USSR Publishers: 377 p. (In Russian).
9. Shatrovskiy A.G. 1988. [By studying the Hydrophilidae (Coleoptera) of the European part of the USSR and Caucasus]. *Vestnik Khar'kovskogo universiteta*. (313): 75–78. (In Russian).
10. Belyashevskiy N.N. 1991. [Notes on the areals of aquatic beetles fauna of the USSR]. *Entomologicheskoe obozrenie*. (2): 367–372. (In Russian).
11. Brekhov O.G. 2005. [To study of the fauna of Hydradeptera of the Northwest Caucasus]. In: *Gornye ekosistemy i ikh komponenty. Sb. nauch. tr.* [Mountain ecosystems and their components: Coll. scientific. pr.]. Vol. 1. Nalchik: 75–77. (In Russian).
12. Khatukov A.M., Yakimov V.D., Lvov V.D. 1999. [Water beetles of Kabardino-Balkaria]. In: *Aktual'nye voprosy biologii i meditsiny*. [Actual problems of biology and medicine]. Nalchik: 113–114. (In Russian).
13. Kanonnikov A.M. 1977. *Priroda Kubani i Prichernomor'ya*. [The nature of the Kuban and the Black Sea region]. Krasnodar: 112 p. (In Russian).
14. Oldroyd H. 1958. Collecting, preserving and studying Insects. London: Hutchinson & Co: 327 p.
15. Zhadin V.I. 1950. *Izuchenie donnoy fauny vodoemov*. [The study of the benthic fauna of reservoirs]. Moscow; Leningrad: 32 p. (In Russian).
16. Minoranskiy V.A., Dzhumaylo N.B. 1980. [A new method of collecting and studying the relative abundance of water beetles]. In: *Fauna, ekologiya i okhrana zhivotnykh Severnogo Kavkaza: Sb. nauch. tr. Kab-Balk. gos. un-ta*. [Fauna, ecology and protection of the animals of the North Caucasus: Coll. scientific. pr. Kab-Balk. state Univ.]. Nalchik: 142–144. (In Russian).
17. Simpson G.G. 1948. Mammals and Nature of continents. *Amer. J. Sci.* 241: 170–172.
18. Berzh K. 1970. *Teoriya grafov i ee primeneniye*. [Graph theory and its application]. Moscow, Mir Publ.: 300 p. (In Russian).
19. Semenov-Tyan-Shanskiy A.P. 1936. *Predely i zoogeograficheskie podrazdeleniya Palearkticheskoy oblasti dlya nazemnykh sukhoputnykh zhivotnykh na osnovanii geograficheskogo raspredeleniya zhestkokrylykh*

nasekomykh. [Limits and zoogeographic division of the Palaearctic region for terrestrial animals on the basis of geographical distribution of Coleoptera]. Moscow; Leningrad: 16 p. (In Russian).

20. Nagalevskiy Yu.Ya. 2001. *Fizicheskaya geografiya Krasnodarskogo kraya. [Physical geography of the Krasnodar Region]*. Krasnodar, "Severnnyy Kavkaz" Publ.: 256 p. (In Russian).
21. Andreev V.L. 1980. *Klassifikatsionnye postroeniya v ekologii i sistematike. [Classification building in ecology and systematics]*. Moscow, Nauka Publ.: 144 p. (In Russian).