

Раздел 3

ЭКОЛОГИЯ. ФЛОРА. ФАУНА

Section 3

ECOLOGY. FLORA. FAUNA

УДК 574.587(571.15)

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МАКРОЗООБЕНТОСА
НИЗКОГОРНЫХ ОЗЕР РУССКОГО АЛТАЯ**

О.Н. Вдовина, Д.М. Безматерных

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,

E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru, bezmater@iwep.ru

В 2022 г. исследован таксономический состав макрозообентоса шести низкогорных озер Русского Алтая: Ая, Белое, Киреево, Колыванское, Кокиша и Светлое. В исследованных озерах выявлено 156 видов зообентоса из 9 классов беспозвоночных. Наибольшее количество видов характерно для класса насекомых. По частоте встречаемости в озерах доминировали хирономиды и олигохеты. Из олигохет чаще отмечено сем. Tubificidae (68% проб), из хирономид – подсемейства Chironominae (91%) и Tanypodinae (66%). Максимальное видовое богатство зообентоса отмечено в озерах Белое (81 вид) и Кокиша (76 видов), меньшее количество видов выявлено в озерах Ая (41 вид) и Киреево (52 вида). Наиболее близки по видовому составу донных беспозвоночных пары озер: Кокиша – Светлое, Белое – Колыванское, Ая – Киреево. По таксономическому составу фауны донных беспозвоночных большинство озер (Ая, Белое, Киреево и Колыванское) были ближе к равнинным водоемам, два озера (Кокиша и Светлое) сочетали признаки как равнинных, так и горных озер.

Ключевые слова: видовой состав; макробеспозвоночные; Горный Алтай; предгорные озера.

DOI: 10.24412/2410-1192-2024-17405

Дата поступления: 25.06.2024. Принята к печати: 29.07.2024

Исследования фаун макробеспозвоночных горных озер по всей Европе [Fjellheim et al., 2009] показали, что несмотря на то, что озера имели общие виды, между озерами разных географических районов были обнаружены отличия в таксономическом составе. Это исследование подчеркнуло важность детального знания региональных фаун. В настоящее время остается актуальным вопрос выявления закономерностей формирования фауны донных беспозвоночных конкретных регио-

нов. Изучение зообентоса водоемов Алтая ведется с начала XX века [Гундризер и др., 1982; Иогансен, 1982]. Исследованные озера относятся к Алтайско-Саянской биолимнологической области [Герд, 1959]. Озера этой области расположены в предгорных и горных районах. Флора и фауна горных озер Алтая и Саян в основном близка к фауне озер и рек Сибири. Наиболее высокогорные озера, расположенные в пределах субальпийской зоны, у самого края снегов, питаемые ледниками, почти совсем лише-

ны жизни – ультраолиготрофные. По мере спуска с вершин Алтая, флора и фауна озер все больше приближаются к тем комплексам, которые характерны для равнинных озер. Распространение в горных озерах гидробионтов ограничивается не только низкой температурой воды и скудостью кормовых условий в них, но и всей совокупностью сурового горного климата [Жадин, Герд, 1961]. Инвентаризация фауны озер Алтая до сих пор не завершена. При организации экспедиций в верховья Оби традиционно большее внимание уделялось изучению озер, и в первую очередь – Телецкому озеру и его бассейну [Ковешников, 2014]. Исследований касающихся донных беспозвоночных низкогорных озер Алтая мало. Описан видовой состав зообентоса оз. Ая [Безматерных, 2004], для озер Белое и Колыванское определен состав и обилие зообентоса, рассчитаны биоиндикационные индексы, основанные на численности олигохет [Яныгина, Крылова, 2006; Кузменкин, Иванова, 2020]. Отдельные обобщающие работы о таксономическом составе донных беспозвоночных низкогорных озер Алтая отсутствуют.

Цель данной работы – изучить современный таксономический состав макрозообентоса шести низкогорных озер Русского Алтая: Ая, Белое, Киреево, Колыванское, Кокша и Светлое.

Материалы и методы

В 2022 г. (май, июль, сентябрь) исследовано современное состояние зообентоса шести низкогорных озер Русского Алтая: Киреево Красногорского района, Ая (Айское) Алтайского района,

Кокша и Светлое Советского района, Колыванское Змеиногорского района, Белое Курьинского района Алтайского края (рис. 1). Материал для исследований собирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим методикам [Руководство..., 1992]. В каждый сезон с озера отобрано по 8–11 проб зообентоса (по две перпендикулярные трансекты через всю акваторию водоема). Всего отобрано 160 количественных и 24 качественные пробы донных беспозвоночных. Количественные пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0.025 м². При сборе зообентоса с каменистого грунта вручную отбирали несколько камней на глубине до 0.7 м и для отмывания помещали в сачок-промывалку. Обсохший камень в дальнейшем обрисовывали по контуру на миллиметровой бумаге для подсчета площади. Пробы промывали через капроновый газ с размером ячеек 350х350 мкм и фиксировали 70% этанолом. Определение видового состава проводили по «Определителю пресноводных беспозвоночных России» [1992–2004].

В соответствии с ГОСТ Р 59054-2020 исследованные озера по площади водного зеркала относятся к категории малых – менее 10 км², от 86 тыс. м² у оз. Ая до 4.7 млн м² у оз. Колыванское, а по максимальной глубине – к средним (Ая – 21.34 м), малым (Белое – 6.87 м и Киреево – 5.22 м) и очень малым (остальные: 1.38–2.76 м) [Губарев и др., 2023]. По уровню минерализации данные озера являются ультрапресными – <0.2 г/дм³, от 89.3–93.2 мг/дм³ (Колыванское) до 131.7–188.2 мг/дм³ (Белое). В соответствии с предложенной О.А. Алекиным [1970]

классификацией природных вод по химическому составу все изученные озера относятся к классу гидрокарбонатных, кальциевой группы [Безматерных, Вдовина, 2004].

Многие исследованные озера интенсивно используются в рекреационных и сельскохозяйственных целях. Озеро Ая расположено в горной впадине на левом берегу реки Катунь. Оз. Ая – уникальный, единственный в своем роде, природный объект Алтая, до сих пор достоверно не установлен генезис озерной котловины [Русанов, Важов, 2017]. Озеро относится к бессточным, оно не имеет поверхностного питания за счет впадающих и вытекающих ручьев и рек. Котловину наполняют подземные источники. Озеро Ая является излюбленным местом туристов, для него характерна высокая степень антропогенного воздействия.

Озеро Киреево – расположено в Красногорском районе Алтайского края, оно зарегулировано дамбой на р. Ташта.

Озеро является местом для отдыха местных жителей и туристов, на берегу озера расположено несколько туристических баз отдыха, для него характерна высокая антропогенная (рекреационная) нагрузка.

Озера Белое и Колыванское тектонического происхождения, отличительной их особенностью являются многочисленные нагромождения скал – гранитных останцев различной формы. Озера привлекательны для туристов, для них характерна средняя степень антропогенного воздействия (оз. Белое – рекреационная и селитебная нагрузка, оз. Колыванское – рекреационная нагрузка).

Озера Кокша и Светлое расположены в бассейне р. Кокша на Предалтайской равнине в зоне древней террасы реки Катунь. При небольшой площади водосбора, отсутствии впадающих ручьев (рек) и отрицательном балансе «осадки-испарение» озера имеют обильное питание, обусловленное подземными водами [Галахов, Губарев, 2018].

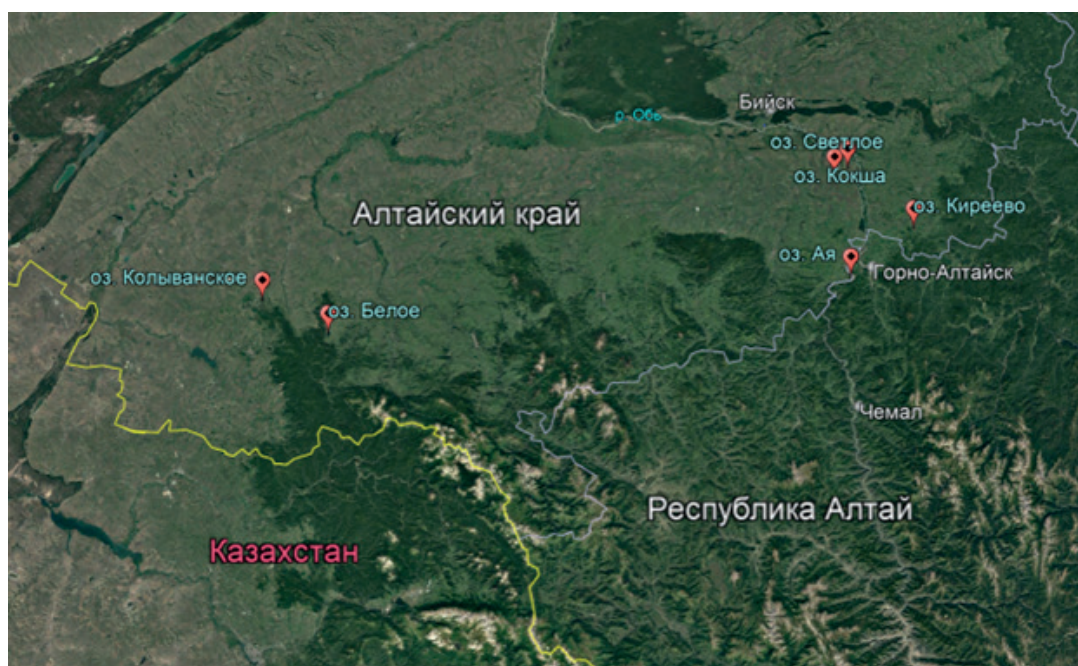


Рис. 1. Расположение исследованных озер

Fig. 1. Location of the studied lakes

Река Кокша является протокой р. Катунь, часть которой существует в виде подземного потока, скрытого под землей на глубинах до 25–30 м [Рычков, Рычкова, 2004]. Из-за обилия ключей, бьющих со дна и питающих водоемы грунтовыми водами, зимой они не замерзают, даже в 40-градусный мороз, температура воды не опускается ниже +5 – +6 °С. Благодаря этому, озера и незамерзающие части рек, вытекающие из этих озер, являются одним из немногих в регионе (и единственным таких масштабов) мест зимовки водоплавающих птиц, особенно лебедя-кликуна. Для озера Светлое характерна средняя степень антропогенного воздействия (рекреационное воздействие), для оз. Кокша – относительно низкая (сельскохозяйственное воздействие).

Подробные морфометрические и гидрохимические характеристики озер приведены в работах [Губарев и др., 2023; Безматерных, Вдовина, 2024].

Результаты

Таксономический состав. В зообентосе исследованных озер выявлено 156 видов из 9 классов беспозвоочных (табл.): Turbellaria (1), Nematoda (1), Oligochaeta (17), Hirudinea (7), Bivalvia (2), Gastropoda (8), Arachnida (10), Crustacea (2), и Insecta (108). Наибольшее количество видов отмечено в классе насекомых. Из них максимальное видовое богатство характерно для двукрылых (70 видов, 60 из которых хирономиды), далее по числу видов следовали ручейники (16 видов), жуки (8 видов), поденки (5 видов), стрекозы (4 вида), клопы (4 вида) и большекрылки (1 вид).

Наименьшее видовое богатство характерно для оз. Ая, выявлен 41 вид из 3 классов беспозвоочных: олигохет (7), пиявок (1) и насекомых (33) (рис. 2). Среди насекомых максимальным видовым богатством характеризовались двукрылые (27 видов, из них 23 – хирономиды), далее по количеству видов следовали ручейники (5) и поденки (1). Основная часть обнаруженных таксонов макробеспозвоочных отмечена в прибрежье водоема, в открытой части озера донные беспозвоочные практически отсутствовали. Озеро Ая относится к водоемам хирономидного типа, хирономиды отмечены в 58% проб и представлены в основном подсем. Chironominae (46% проб). В разные сезоны года по встречаемости доминировали различные таксоны зообентоса, в целом для озера доминантов выявить не удалось. В оз. Ая отмечено низкое удельное видовое богатство (в среднем в пробе обнаружено 2.91 ± 0.71 видов зообентоса), среднее значение индекса Шеннона составляло 0.89 ± 0.23 .

Невысоким видовым богатством также характеризовался зообентос оз. Киреево, здесь выявлено 52 вида макробеспозвоочных из 6 классов. Основное количество видов приходилось на долю насекомых, среди них максимально разнообразно были представлены двукрылые (31 вид, из них 28 – хирономиды), далее следовали поденки (4 вида), клопы (2 вида) и жуки (1 вид). Кроме насекомых отмечены нематоды (1), олигохеты (8), пиявки (1), брюхоногие моллюски (2) и паукообразные (2). В оз. Киреево доминировали хирономиды (отмечены в 100% проб), олигохеты (сем. Tubificidae – 92%) и хаобориды (52%).

Таблица

Таксономический состав зообентоса исследованных озер, 2022 г.

Table

Taxonomic composition of zoobenthos of the studied lakes, 2022

Таксон	Ая	Белое	Киреево	Колыванское	Кокша	Светлое
Тип Plathelminthes						
Класс Turbellaria						
<i>Turbellaria indet.</i>					+	+
Тип Nemathelminthes						
Класс Nematoda						
<i>Nematoda indet.</i>		+	+	+	+	+
Класс Oligochaeta						
Сем. Lumbricidae						
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny)	+				+	+
Сем. Lumbriculidae						
<i>Stylodrilus</i> sp.					+	+
Сем. Naididae						
<i>Chetogaster diaphanous</i> (Gruith)		+	+			
<i>Nais barbata</i> Müller				+		
<i>Nais bretscheri</i> Michaelsen		+			+	
<i>Nais communis</i> Piguet		+				
<i>Nais elinguis</i> Müller	+				+	
<i>Nais pardalis</i> Piguet				+	+	+
<i>Nais pseudobtusa</i> Piguet	+	+	+	+	+	+
<i>Nais variabilis</i> Piguet					+	+
<i>Ophidonais serpentina</i> (O.F. Müller)	+		+	+		
<i>Ripistes parasita</i> (Schmidt)		+	+	+		
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus)	+	+	+	+	+	+
<i>Uncinaiis uncinata</i> (Oersted)		+	+	+		+
Сем. Tubificidae						
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede	+	+	+	+	+	+
<i>Spirosperma ferox</i> Eisen				+		+
<i>Tubifex tubifex</i> Müller	+	+	+	+	+	+
Класс Hirudinea						
<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)		+		+		
<i>Erpobdella monostriata</i> (Lindenfeld & Pietruszynski)					+	
<i>Erpobdella nigricollis</i> (Brandes)				+	+	
<i>Glossiphonia complanata</i> (L.)	+	+	+	+		
<i>Glossiphonia concolor</i> (Apathy)					+	+
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (L.)					+	

Таксон	Ая	Белое	Киреево	Кольванское	Кокша	Светлое
<i>Piscicola geometra</i> (L.)					+	
Тип Mollusca						
Класс Bivalvia						
<i>Euglesa</i> sp.				+	+	+
<i>Parasphaerium nitidum</i> (Clessin in Westerlund)					+	+
Класс Gastropoda						
Сем. Lymnaeidae						
<i>Lymnaea auricularia</i> (L.)		+	+	+	+	+
<i>Lymnaea</i> sp.		+			+	+
<i>Lymnaea zazurnensis</i> Mozley						+
Сем. Planorbidae						
<i>Anisus acronicus</i> (Férussac)		+	+	+	+	
<i>Anisus vortex</i> (L.)		+		+		
<i>Anisus</i> sp.		+		+	+	
<i>Planorbarius corneus</i> (L.)					+	
Сем. Valvatidae						
<i>Cincinna sibirica</i> (Middendorff)		+		+	+	
Тип Arthropoda						
Класс Euchelicerata						
Сем. Arrenuridae						
<i>Arrenurus</i> sp.		+		+	+	+
Сем. Hydrachnidae						
<i>Hydrachna</i> sp.		+				
Сем. Hydrodromidae						
<i>Hydrodroma despiciens</i> (Muller)		+		+	+	
Сем. Lebertiidae						
<i>Lebertia</i> sp.		+				+
Сем. Limnesiidae						
<i>Limnesia</i> sp.		+		+		
Сем. Mediopsidae						
<i>Mediopsis</i> sp.		+		+	+	+
Сем. Pionidae						
<i>Piona</i> sp.		+	+	+	+	
<i>Tiphys</i> sp.		+				
Сем. Unionicolidae						
<i>Neumania</i> sp.		+		+	+	+
<i>Unionicola</i> sp.		+	+			
Класс Crustacea						
Сем. Asellidae						

Таксон	Ая	Белое	Киреево	Кольванское	Кокша	Светлое
<i>Asellus aquaticus</i> (L.)					+	+
Сем. Gammaridae						
<i>Gammarus lacustris</i> Sars,		+			+	+
Класс Insecta						
Отряд Odonata						
Сем. Coenagrionidae						
<i>Coenagrion hastulatum</i> (Charpentier)		+				
<i>Enallagma cyathigerum</i> (Charpentier)		+				
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden)		+				
Сем. Corduliidae						
<i>Epithea bimaculata</i> (Charpentier)		+				
Отряд Ephemeroptera						
Сем. Baetidae						
<i>Cloeon dipterum</i> L.		+	+			
Сем. Caenidae						
<i>Caenis horaria</i> L.	+	+	+	+		
<i>Caenis miliaria</i> (Tshernova)		+				
<i>Caenis robusta</i> Eaton			+			
Сем. Ephemeridae						
<i>Ephemera</i> sp.			+		+	+
Отряд Heteroptera						
Сем. Corixidae						
<i>Hesperocorixa</i> sp.					+	
<i>Paracorixa concinna</i> (Fieber)		+				
<i>Sigara</i> sp.		+	+	+	+	
Сем. Nepidae						
<i>Ranatra linearis</i> (L.)			+	+		
Отряд Trichoptera						
Сем. Apataniidae						
<i>Apatania zonella</i> Zett						+
Сем. Brachycentridae						
<i>Micrasema</i> sp.						+
Сем. Ecnomidae						
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur)		+		+		
Сем. Goeridae						
<i>Goera</i> sp.						
Сем. Hydroptilidae						
<i>Agraylea multipunctata</i> Curtis		+		+		
<i>Orthotrichia</i> sp.		+				

Таксон	Ая	Белое	Киреево	Кольванское	Кокша	Светлое
Сем. Leptoceridae						
<i>Leptocerus</i> sp.		+		+		
<i>Mystacides sibiricus</i> Martynov	+	+		+		
<i>Oecetis furva</i> (Rambur)	+					
Сем. Limnephilidae						
<i>Limnephilus rhombicus</i> (L.)					+	+
<i>Limnephilidae</i> indet.					+	
Сем. Molannidae						
<i>Molanna albicans</i> (Zetterstedt)	+					
Сем. Phryganeidae						
<i>Agrypnia obsoleta</i> (Hagen)	+					
<i>Pryganea bipunctata</i> Retzius				+		
Сем. Polycentropodidae						
<i>Cyrnus flavidus</i> MacLachlan	+	+				
Сем. Rhyacophilidae						
<i>Rhyacophila</i> sp.						+
Отряд Coleoptera						
Сем. Chrysomelidae						
<i>Donacia</i> sp.		+				
Сем. Hydrophilidae						
<i>Hydrobius</i> sp.			+			
Сем. Dytiscidae						
<i>Acilius</i> sp.					+	
<i>Agabus</i> sp.					+	
<i>Colymbetes striatus</i> (L.)				+		
<i>Copelatus</i> sp.					+	
<i>Hydroporus</i> sp.		+				
<i>Rhantus</i> sp.					+	+
Отряд Megaloptera						
<i>Sialis</i> sp.					+	+
Отряд Diptera						
Сем. Chaoboridae						
<i>Chaoborus</i> (C.) <i>crystallinus</i> (De Geer)			+	+		
<i>Chaoborus</i> (C.) <i>flavicans</i> (Meigen)		+	+	+		
Сем. Ceratopogonidae						
<i>Bezzia</i> (H.) <i>bicolor</i> (Meigen)	+	+		+	+	
<i>Bezzia</i> sp.		+			+	
<i>Culicoides</i> sp.	+					
<i>Mallochohelea</i> sp.	+	+	+	+	+	

Таксон	Ая	Белое	Киреево	Кольванское	Кокша	Светлое
<i>Palpomyia lineata</i> (Meigen)	+				+	
<i>Sphaeromyias fasciatus</i> (Meigen)					+	
<i>Sphaeromyias pictus</i> (Meigen)		+		+		
Сем. Chironomidae						
<i>Ablabesmyia gr. monilis</i>		+	+	+		
<i>Ablabesmyia</i> sp.				+		
<i>Chaetocladius gr. piger</i>						+
<i>Chironomu gr. plumosus</i>		+	+	+		
<i>Chironomus</i> sp.	+	+	+	+	+	
<i>Cladopelma laccophila</i> (Kieffer)		+	+		+	+
<i>Cladotanytarsus mancus</i> (Walker)	+	+	+	+	+	+
<i>Corynocera ambigua</i> Zetterstedt,			+		+	
<i>Corynoneura scutellate</i> Winnertz	+	+	+	+		
<i>Cricotopus bicinctus</i> Meigen	+					
<i>Cricotopus gr. tremulus</i>		+			+	
<i>Cricotopus sylvestris</i> (Fabricius)		+				
<i>Cricotopus</i> sp.		+		+		
<i>Cricotopus tibialis</i> (Meigen)	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptochironomus defectus</i> (Kieffer)		+	+		+	
<i>Cryptotendipes</i> sp.		+	+			
<i>Diamesa</i> sp.					+	
<i>Dicrotendipes nervosus</i> (Staeger)	+		+			
<i>Dicrotendipes</i> sp.	+	+	+			
<i>Diplocladius cultriger</i> Kieffer					+	+
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen)	+	+	+	+	+	
<i>Endochironomus tendens</i> (Fabricius)		+	+	+		
<i>Endochironomus</i> sp.	+					
<i>Endochironomus stackelbergi</i> Goetghebuer	+	+	+	+	+	
<i>Epoicocladius flavens</i> (Malloch)					+	+
<i>Glyptotendipes barbipes</i> (Staeger)	+	+	+	+		
<i>Glyptotendipes glaucus</i> (Meigen)	+	+	+	+		
<i>Glyptotendipes paripes</i> (Edwards)	+		+			
<i>Harnischia curtilamellata</i> (Malloch)			+			
<i>Hydrobaenus</i> sp.					+	+
<i>Macropelopia</i> sp.					+	+
<i>Microchironomus tener</i> (Kieffer)		+	+	+		
<i>Micropsectra</i> sp.		+		+	+	+
<i>Microtendipes pedelus</i> De Geer	+					+
<i>Orthocladius</i> sp.		+	+		+	+

Таксон	Ая	Белое	Киреево	Колыванское	Кокша	Светлое
<i>Pagastia orientalis</i> (Chernovskij, 1949)					+	
<i>Paratanytarsus</i> sp.	+	+	+		+	+
<i>Paratendipes</i> sp.			+			+
<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kiffer	+			+		
<i>Polypedilum</i> sp. <i>convictum</i>		+				
<i>Polypedilum scalaenum</i> (Schrank)			+	+		
<i>Polypedilum nubeculosum</i> (Meigen)	+	+		+		
<i>Procladius</i> (H.) <i>ferrugineus</i> (Kieffer)	+	+	+	+	+	+
<i>Procladius</i> sp.						+
<i>Prodiamesa olivaceae</i> (Meig.)					+	+
<i>Protanypus</i> sp.						+
<i>Psectrocladius delatoris</i> Zelentsov	+					
<i>Psectrocladius</i> (P.) <i>litophilus</i> Akhrorov,	+		+		+	
<i>Psectrocladius</i> sp. 1	+	+				
<i>Psectrocladius</i> sp. 2					+	+
<i>Pseudochironomus</i> sp.		+		+		
<i>Pseudodiamesa</i> гр. <i>nivosa</i>					+	+
<i>Sergentia</i> гр. <i>longiventris</i>					+	+
<i>Sympothastia</i> sp.						+
<i>Stictochironomus crassiforceps</i> (Kieffer)					+	+
<i>Tanypus punctipennis</i> Meigen		+				
<i>Tanytarsus medius</i> Reiss et Fittkau	+	+	+	+	+	+
<i>Tanytarsus pseudolestagei</i> Shilova, 1976					+	+
<i>Tanytarsus</i> sp.						+
Chironomidae-pupae	+	+	+	+	+	+
Сем. Psychodidae						
<i>Psychodidae</i> indet.					+	
Всего видов	41	81	52	62	76	57

Из хирономид преобладали *Microchironomus tener* (Kieffer) (36%). В подсемейства Chironominae (96%) и Tanypodinae (92%). Основные доминирующие таксоны: *Limnodrilus* sp. (92%), *Procladius* sp. (88%), *Chironomus* sp. (84%), *Cryptochironomus* гр. *defectus* (64%), *Chaoborus* (C.) *flavicans* (Meigen) (52%), оз. Киреево отмечено низкое удельное видовое богатство (в среднем в пробе обнаружено 7.16 ± 0.61 видов зообентоса), индекс Шеннона – 1.87 ± 0.10 бит/экз. Более разнообразно представлен макрозообентос озер Белое и Колыванское.

Максимальное количество видов зообентоса выявлено в оз. Белое (81 вид), амфибиотические насекомые лидировали по количеству видов (52), далее следовали паукообразные (10 видов), олигохеты (9 видов), брюхоногие моллюски (6 видов), пиявки (2 вида), по 1 виду обнаружено в классах ракообразных и нематод. В классе насекомых наибольшее число видов характерно для отряда двукрылых (35 видов, из них 30 – хирономиды), также отмечено 6 видов ручейников, 4 вида стрекоз, 3 вида поденок, по 2 вида жуков и клопов. В оз. Колыванское обнаружен 62 вид донных беспозвоночных из 7 классов. Наибольшее число видов характерно для насекомых (36), среди них преобладали двукрылые (27 видов, из которых 22 – хирономиды), далее по количеству видов следовали ручейники (5 видов), клопы (2 вида), поденки (1 вид) и жуки (1 вид). Из других классов

отмечены нематоды (1), олигохеты (10), пиявки (3), двусторчатые (1) и брюхоногие (5) моллюски, паукообразные (6). В зоне открытой воды зообентос озер составлял хирономидно-олигохетный комплекс видов, представленный личинками *Ch. flavicans*, *Chironomus gr. plumosus*, *Procladius* sp. и олигохетами из сем. Tubificidae. В прибрежье наблюдалось увеличение видового богатства, здесь сформировались более сложно устроенные сообщества макрозообентоса, кроме двукрылых отмечены ракообразные, пиявки и стрекозы, разнообразно были представлены водяные клещи. Удельное видовое богатство макробеспозвоночных озер Белое и Колыванское было обычным для водоемов данного типа, среднее количество видов в пробе составляло 9.07 ± 1.07 и 8.28 ± 0.57 соответственно, индекс Шеннона – 2.12 ± 0.13 и 2.18 ± 0.07 бит/экз.

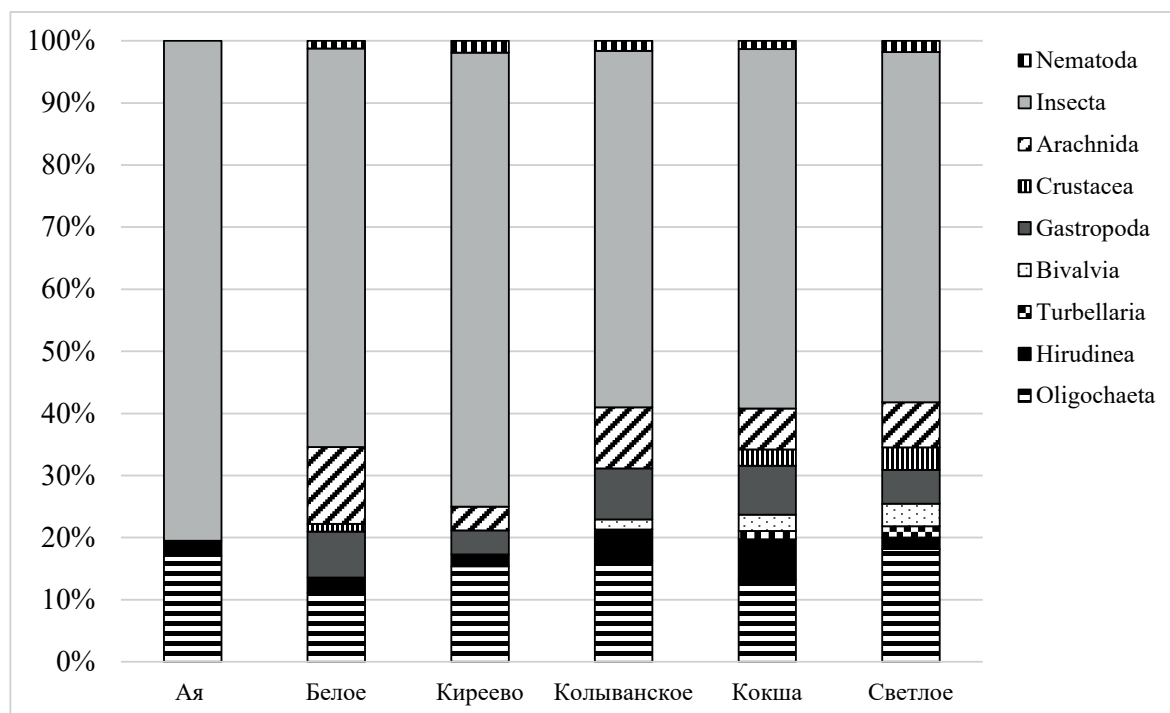


Рис. 2. Таксономический состав макрозообентоса исследованных озер
Fig. 2. Taxonomic composition of macrozoobenthos in the studied lakes

Высокое видовое богатство отмечено в озерах Кокша и Светлое. В макрозообентосе оз. Кокша зарегистрировано 76 видов из 9 классов беспозвоночных: Turbellaria (1), Nematoda (1), Oligochaeta (10), Hirudinea (5), Bivalvia (2), Gastropoda (6), Arachnida (5), Crustacea (2) и Insecta (44). Наиболее широко представлены насекомые, из них максимальное количество видов отмечено для отрядов Diptera (34), Coleoptera (4), Trichoptera (2), Heteroptera (2), Ephemeroptera (1) и Megaloptera (1). В зообентосе оз. Светлого установлено 57 видов из 9 классов беспозвоночных. Наибольшее количество видов обнаружено в классе Insecta, он насчитывал 33 вид. Преобладали двукрылые (26 вида), представленные сем. Chironomidae, далее следовали ручейники (4 вида), по 1 виду приходилось на отряды поденок, жуков и большекрылок. Помимо насекомых отмечены турбеллярии (1), нематоды (1), олигохеты (10), пиявки (1), двустворчатые (2) и брюхоногие (3) моллюски, паукообразные (4) и ракообразные (2). В озерах Кокша и Светлое чаще других таксонов отмечены двукрылые из сем. Chironomidae (100% проб), олигохеты сем. Tubificidae (80%) и Gammaridae (52%). Практически для всех подсемейств хирономид отмечена высокая встречаемость (Chironominae – 94%, Tanypodinae – 80%, Orthoclaadiinae – 78%, Diamesinae – 55%). Чаще остальных отмечены виды: *Tanytarsus pseudoestagei* (74%), *Procladius* sp. (57%), *Sergentia* gr. *longiventris* (55.5%), *Macropelopia* sp. (52%), *Psectrocladius* sp. (48%), *Cladotanytarsus* gr. *mancus* (37%), *Pseudodiamesa* gr. *nivosa*

(33%). Из олигохет доминировали *Tubifex tubifex* (57%), *Limnodrilus* sp. (50%), *Spirosperma ferox* (37%). Удельное видовое богатство зообентоса в озерах Кокша и Светлое было выше, чем в других озерах. В оз. Кокша среднее количество видов в пробе составляло 12.15 ± 0.79 , в оз. Светлое – 11.27 ± 0.65 . Индекс видового разнообразия в среднем для озера Кокша составлял 2.34 ± 0.12 бит/экз., для оз. Светлое – 2.22 ± 0.12 бит/экз. Максимальные значения индекса Шеннона зарегистрированы на каменистом грунте в литорали озер (Кокша – 3.45 бит/экз.; Светлое – 3.9 бит/экз.). В озерах отмечены холодолюбивые, обитающие преимущественно в предгорных и горных водоемах личинки хирономид и олигохет (*Prodiamesa olivacea*, *P. gr. nivosa*, *Macropelopia* sp., *S. gr. longiventris*, *Stylodrilus* sp.).

Обсуждение

По сравнению с предыдущими исследованиями макрозообентоса низкогорных озер Русского Алтая [Безматерных, 2004; Яныгина, Крылова, 2006] в 2022 г. отмечено более высокое видовое разнообразие донных беспозвоночных. Это, вероятнее всего, объясняется более обширными исследованиями, проведенными в различные сезоны 2022 г., с отбором большего количества проб.

Для структуры макробеспозвоночных исследованных низкогорных озер отмечено доминирование хирономид и олигохет, что также характерно для многих предгорных и горных озер [Manca et al., 1998; Boggero, Lencioni, 2006; Krno et al., 2006; Лоскутова, 2011]. Из олигохет чаще остальных

встречались представители сем. Tubificidae (68%), из хирономид – подсемейства Chironominae (91%) и Tanypodinae (66%), что было ранее описано для равнинных озер Западной Сибири [Вдовина, Безматерных, 2020]. По составу и структуре зообентоса озера Ая, Белое, Киреево и Колыванское были сходны с равнинными озерами [Bezmaternykh, Vdovina, 2020]. В озерах Кокша и Светлое помимо указанных таксонов отмечена большая встречаемость подсемейств хирономид Orthoclaadiinae и Diamesinae, что свойственно озерам, расположенным на большой высоте [Vdovina et al., 2022]. Кроме того, в большом количестве проб (более 50%) отмечены амфиподы, доминирование которых по встречаемости также было отмечено ранее для горных и высокогорных озер Алтае-Саянской горной страны [Лепнева, 1933; Вершинин, 1979; Яныгина, Крылова, 2008], и других водоемов, расположенных в предгорном и горном поясах [Carcamo et al., 2019; Miserendino, Pizzolon, 2000; Scheibler et

al., 2014]. Эти признаки, а также наличие в составе зообентоса холодолюбивых таксонов беспозвоночных указывают на черты как равнинных, так и высокогорных озер, что, скорее всего обусловлено уникальным гидрологическим режимом озер Кокша и Светлое [Рычков, Рычкова, 2004; Галахов, Губарев, 2018]. Для зообентоса озер Кокша и Светлое характерно сравнительно высокое видовое разнообразие макрозообентоса, что, по-видимому, объясняется неоднородностью среды обитания. Согласно теории пространственной гетерогенности [Tews et al., 2004], более гетерогенные и сложные среды обитания поддерживают более сложную и разнообразную фауну [Erman, Erman, 1984]. Большая пространственная неоднородность обеспечивает разнообразные субстраты для жизни, питания, размножения и защиты от хищничества для макробеспозвоночных [Finlayson et al., 2010]. Различия фаун исследованных озер подтверждают результаты кластерного анализа (рис. 3).

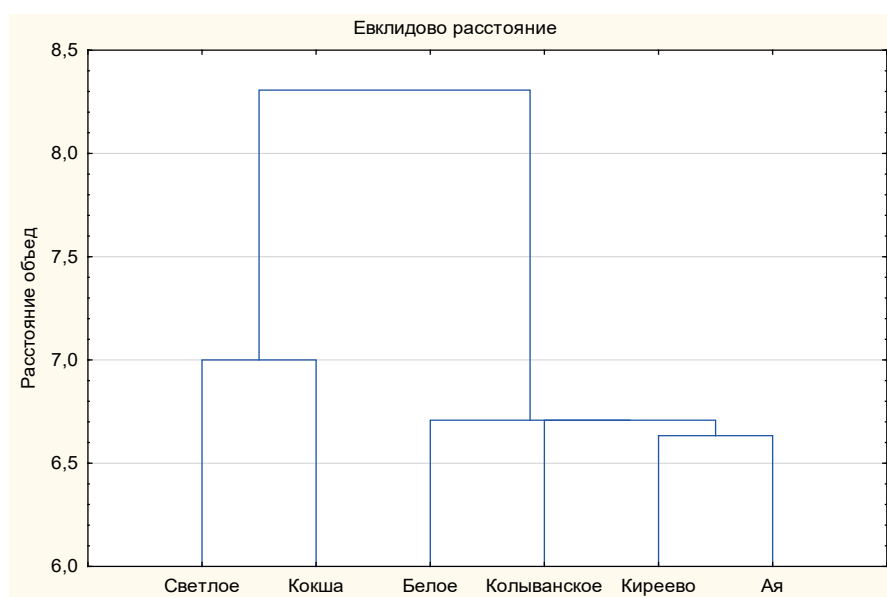


Рис. 3. Результаты кластерного анализа таксономического состава зообентоса исследованных озер

Fig. 3. Results of cluster analysis of zoobenthos taxonomic composition of the studied lakes

Наиболее близки по видовому составу пары озер: Светлое – Кокша, Белое – Колыванское, Ая – Киреево. Полученные результаты по таксономическому составу зообентоса исследованных озер согласуются с гидрохимическими данными [Безматерных, Вдовина 2024], где озера были объединены в такие же пары. Выявленные особенности в высокой степени связаны с географическим положением изученных озер.

Заключение

В макрозообентосе низкогорных озер Русского Алтая выявлено 156 видов из 9 классов беспозвоночных. Большинство видов приходилось на долю амфибиотических насекомых. В макрозообентосе исследованных озер по частоте встречаемости доминировали хирономиды и олигохеты, из хирономид чаще отмечены подсемейства Chironominae и Tanypodinae, из олигохет преобладали Tubificidae. Максимальное видовое

разнообразие зообентоса отмечено в озерах Белое (81 вид) и Кокша (76 видов), меньшее количество видов выявлено в озерах Ая (41 вид) и Киреево (52 вида). По составу зообентоса озера Ая, Белое, Киреево и Колыванское были ближе к равнинным водоемам. За счет питания подземными водами горной реки Катунь, донные беспозвоночные озер Кокша и Светлое отличались своеобразием фауны, они совмещали признаки характерные для озер, расположенных на различных высотах. Помимо перечисленных таксонов большой процент встречаемости отмечен для подсемейств хирономид Orthocladiinae и Diamesinae, а также амфипод, что характерно для водоемов, расположенных в предгорном и горном поясах.

Кластерный анализ фауны исследованных озер выявил, что наиболее близки по видовому составу географически близко расположенные пары озер: Светлое – Кокша, Белое – Колыванское, Ая – Киреево.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Исследование разнообразия и структурно-функциональной организации водных экосистем для сохранения и рационального использования водных и биологических ресурсов Западной Сибири»).

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам ИВЭП СО РАН М.С. Губареву, Е.Н. Крыловой, Р.К. Свиридову и М.В. Лассому за помощь в проведении полевых работ.

Список литературы

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 109 с.
- Безматерных Д.М., Вдовина О.Н. Гидрохимический режим и донные осадки предгорных озер Русского Алтая // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2024. № 1. С. 32–45. doi: 10.35567/19994508-2024-1-32-45

Безматерных Д.М. Зообентос // Озеро Ая и его окрестности (физико-географический очерк). Томск: Печатная мануфактура. 2004. С. 110–114.

Вдовина О.Н., Безматерных Д.М. Сообщества донных макробеспозвоночных высокогорных и среднегорных озер Русского Алтая // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. № 2. С. 4–13.

Вершинин В.К. Зообентос некоторых водоемов Горного Алтая и его роль в питании интродуцированной пеляди // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования: Тез. докл. конф. Екатеринбург: Полиграфист, 1979. С. 123–124.

Галахов В.П., Губарев М.С. Водный баланс озера Светлое (Лебединное) // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2018. 3 (50). С. 10–16.

Герд С.В. Опыт биолимнологического районирования территории Союза ССР // Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. М., Л.: АН СССР, 1959. С. 131–138.

ГОСТ Р 59054-2020. Охрана окружающей среды. Поверхностные и подземные воды. Классификация водных объектов. М.: Стандартинформ, 2020. 16 с.

Губарев М.С., Безматерных Д.М., Свиридов Р.К. Современные данные о морфометрических характеристиках шести предгорных озер Русского Алтая // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2023. № 68(1). С. 5–15. doi: 10.24412/2410-1192-2023-16801

Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Петлина А.П. Ихтиология и гидробиология в Западной Сибири. Томск: ТГУ, 1982. 319 с.

Жадин В.И., Герд С.В. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора. М.: Учпедгиз, 1961. 600 с.

Иоганзен Б.Г. Гидробиологические исследования в Сибири // История региональных исследований биологических ресурсов гидросферы и их использование. М.: Наука, 1982. С. 169–195.

Ковешников М.И. Зообентос водных объектов бассейна реки Бия. Saaabrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 274 с.

Кузменкин Д.В., Иванова Е.С. Количественная характеристика макрозообентоса литорали Колыванского и Белого озер (Северо-Западный Алтай) по исследованиям 2019 г. // Труды Тигирекского заповедника. 2020. Вып. 12. С. 100–104.

Лепнева С.Г. Донная фауна горных озер района Телецкого озера // Исследования озер СССР. Вып. 3. Л.: Изд-во ГГИ, 1933. С. 135–168.

Лоскутова О.А. Зообентос разнотипных озер западного склона Приполярного Урала (бассейн реки Малый Паток) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 1, № 5. С. 1124–1126.

Определитель пресноводных беспозвоночных России: в 6 т. Л.: ЗИН РАН, 1992–2004.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

Русанов Г.Г., Важов С.В. Нерешенные проблемы озер Манжерокское и Ая. Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2017. 168 с.

Рычков В.М., Рычкова С.И. Феномен реки Кокши на Алтае // Природные ресурсы Горного Алтая. 2004. № 2. URL: <http://altay-geojournals.ru/wp-content/uploads/2015/02/2-20.pdf>. (дата обращения: 22.04.2023).

Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Биоиндикация экологического состояния предгорных водоемов Алтая по зообентосу // Ползуновский вестник. 2006. № 2. С. 365–368.

Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Зообентос высокогорных водоемов бассейна Телецкого озера // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 4. С. 18–20.

Bezmaternykh D.M., Vdovina O.N. Composition and structure of macrozoobenthos of lakes in different natural zones and subzones of Western Siberia // Limnology. 2020. Vol. 21. Is. 1. P. 3–13. doi: 10.1007/s10201-019-00586-y

Boggero A., Lencioni V. Macroinvertebrates assemblages of high altitude lakes, inlets and outlets in the southern Alps // Archiv für Hydrobiologie. 2006. Vol. 165. P. 37–61. doi: 10.1127/0003-9136/2006/0165-0037

Carcamo R.J., Contador T., Gañan M., Troncoso P.C., Marquez M.A., Convey P., Kennedy J., Rozzi R. Altitudinal gradients in Magellanic sub-Antarctic lagoons: the effect of elevation on freshwater macroinvertebrate diversity and distribution // Peer. J. 2019. Vol. 7. e7128. doi: 10.7717/peerj.7128

Erman D., Erman N. The response of stream macroinvertebrates to substrate size and heterogeneity // Hydrobiologia. 1984. Vol. 108. P. 75–82.

Finlayson M., Harris J., McCartney M., Young L., Zhang C. Report on Ramsar visit to Poyang Lake Ramsar site. BeiJing: Secretariat of the Ramsar Convention. 2010. 34 p.

Fjellheim A., Raddum G.G., Vandvik V., Lniceanu C., Boggero A., Brancelj A., Stuchlik E. Diversity and distribution patterns of benthic invertebrates along alpine gradients. A study of remote European freshwater lakes // Advances in Limnology. 2009. Vol. 62. P. 167–190. doi: 10.1127/advlim/62/2009/167

Krno I., Sporka F., Galas J., Hamerlik L., Zatovicova S., Bitusik P. Littoral benthic macroinvertebrates of mountain lakes in the Tatra Mountains (Slovakia, Poland) // Biologia, Bratislava. 2006. Vol. 61(18). P. 147–166. doi: 10.2478/s11756-006-0127-4

Manca M., Ruggiu D., Panzani P., Asioli A., Mura G., Nocentini A. Report on a collection of aquatic organisms from high mountain lakes in the Khumbu Valley (Nepalese Himalayas) // Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia. 1998. Vol. 57. P. 77–98.

Miserendino L.M., Pizzolon L.A. Macroinvertebrates of a fluvial system in Patagonia: altitudinal zonation and functional structure // Archiv für Hydrobiologie. 2000. Vol. 150. P. 55–83.

Scheibler E.E., Claps M.C., Roig S.A. Temporal and altitudinal variations in benthic macroinvertebrate assemblages in an Andean river basin of Argentina // Journal of Limnology. 2014. Vol. 73. P. 76–92. doi: 10.4081/jlimnol.2014.789

Tews J., Brose U., Grimm V., Tielbörger K., Wichmann M.C., Schwager M., Jeltsch F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures // *Journal Biogeogr.* 2004. Vol. 31. P. 79–92. doi: 10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x

Vdovina O.N., Yanygina L.V., Bezmaternykh D.M. Composition and structure of lake macroinvertebrate communities in different altitudinal zones of Russian Altai // *Acta Biologica Sibirica.* 2022. Vol. 8. P. 531–555. doi: 10.5281/zenodo.7714667

References

Alekin O.A. *Osnovy gidrokhimii* [Fundamentals of hydrochemistry]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1953. 109 p. (in Russian).

Bezmaternykh D.M., Vdovina O.N. *Gidrokhimicheskiy rezhim i donnyye osadki predgornyykh ozer Russkogo Altaya* [Hydrochemical regime and bottom sediments of foothill lakes of the Russian Altai] // *Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye* [Water sector of Russia: problems, technologies, management]. 2024. No. 1. P. 32–45. doi: 10.35567/19994508-2024-1-32-45. (in Russian).

Bezmaternykh D.M. *Zoobenthos // Ozero Aya i yego okrestnosti (fiziko-geograficheskiy ocherk)* [Lake Aya and its surroundings (physiographic sketch)]. Tomsk: Printing manufactory. 2004. P. 110–114. (in Russian).

Vdovina O.N., Bezmaternykh D.M. *Soobshchestva donnykh makrobespozvonochnykh vysokogornyykh i srednegornyykh ozer Russkogo Altaya* [Communities of benthic macroinvertebrates of high-mountain and middle-mountain lakes of the Russian Altai] // *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo* [Fish farming and fishery]. 2020. No. 2. P. 4–13. (in Russian).

Vershinin V.K. *Zoobentos nekotorykh vodoyemov Gornogo Altaya i yego rol' v pitanii introdutsirovannoy pelyadi* [Zoobenthos of some reservoirs of the Altai Mountains and its role in the nutrition of introduced peled] // *Biologicheskiye resursy Altayskogo kraya i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Biological resources of the Altai Territory and ways of their rational use: Abstract. report conf.]. Ekaterinburg: Polygraphist, 1979. P. 123–124. (in Russian).

Galakhov V.P., Gubarev M.S. *Vodnyy balans ozera Svetloye (Lebedinnoye)* [Water balance of Lake Svetloe (Lebedinnoye)] // *Izvestiya Altayskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [Bulletin of the Altai branch of the Russian Geographical Society]. 2018. 3 (50). P. 10–16. (in Russian).

Gerd S.V. *Opyt biolimnologicheskogo rayonirovaniya territorii Soyuza SSR* [Experience of biolimnological zoning of the territory of the USSR] // *Trudy VI soveshchaniya po problemam biologii vnutrennikh vod* [Proceedings of the VI meeting on problems of biology of inland waters]. Moscow, Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1959. P. 131–138. (in Russian).

GOST R [Russian state standart] 59054-2020. *Okhrana okruzhayushchey sredy. Poverkhnostnyye i podzemnyye vody. Klassifikatsiya vodnykh ob'yektov* [Environmental protection. Surface and underground waters. Classification of water bodies]. Moscow: Standartinform, 2020. 16 p. (in Russian).

Gubarev M.S., Bezmaternykh D.M., Sviridov R.K. Sovremennyye dannyye o morfometricheskikh kharakteristikakh shesti predgornyykh ozer Russkogo Altaya [Modern data on the morphometric characteristics of six foothill lakes of the Russian Altai] // Izvestiya Altayskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva [Bulletin of the Altai branch of the Russian Geographical Society]. 2023. No. 68 (1). P. 5–15. doi: 10.24412/2410-1192-2023-16801. (in Russian).

Gundrizher A.N., Ioganzen B.G., Kafanova V.V., Petlina A.P. Ikhtiologiya i gidrobiologiya v Zapadnoy Sibiri [Ichthyology and hydrobiology in Western Siberia]. Tomsk: TSU, 1982. 319 p. (in Russian).

Zhadin V.I., Gerd S.V. Reki, ozera i vodokhranilishcha SSSR, ikh fauna i flora [Rivers, lakes and reservoirs of the USSR, their fauna and flora]. Moscow: Uchpedgiz, 1961. 600 p. (in Russian).

Ioganzen B.G. Gidrobiologicheskiye issledovaniya v Sibiri [Hydrobiological studies in Siberia] // Istoriya regional'nykh issledovaniy biologicheskikh resursov gidrosfery i ikh ispol'zovaniye [History of regional studies of biological resources of the hydrosphere and their use]. Moscow: Nauka, 1982. P. 169–195. (in Russian).

Koveshnikov M.I. Zoobentos vodnykh ob'yektov basseyna reki Biya [Zoobenthos of water bodies of the Biya River basin]. Saaabrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 274 p. (in Russian).

Kuzmenkin D.V., Ivanova E.S. Kolichestvennaya kharakteristika makrozoobentosa litorali Kolyvanskogo i Belogo ozer (Severo-Zapadnyy Altay) po issledovaniyam 2019 g. [Quantitative characteristics of the macrozoobenthos of the littoral zone of the Kolyvan and White lakes (North-Western Altai) based on research in 2019] // Trudy Tigirekskogo zapovednika [Proceedings of the Tigirek Nature Reserve]. 2020. Is. 12. P. 100–104. (in Russian).

Lepneva S.G. Donnaya fauna gornyykh ozer rayona Teletskogo ozera [Bottom fauna of mountain lakes in the Lake Teletskoye region] // Issledovaniya ozer SSSR [Research of lakes of the USSR]. Vol. 3. Leningrad: Publishing house of the State Historical Institute, 1933. P. 135–168. (in Russian).

Loskutova O.A. Zoobentos raznotipnykh ozer zapadnogo sklona Pripolyarnogo Urala (basseyn reki Malyy Patok) [Zoobenthos of different types of lakes on the western slope of the Subpolar Urals (Maly Patok river basin)] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2011. Vol. 1, no. 5. P. 1124–1126. (in Russian).

Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii [Key to freshwater invertebrates of Russia: in 6 volumes]. Leningrad: ZIN RAS, 1992–2004. (in Russian).

Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem [Guide to hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1992. 318 p. (in Russian).

Rusanov G.G., Vazhov S.V. Nereshennyye problemy ozer Manzherokskoye i Aya [Unsolved

problems of lakes Manzherokskoye and Aya]. Biysk: AGGPU im. V.M. Shukshina, 2017. 168 p. (in Russian).

Rychkov V.M., Rychkova S.I. Fenomen reki Kokshi na Altaye [The phenomenon of the Koksha River in Altai] // Prirodnyye resursy Gornogo Altaya [Natural resources of Gorny Altai]. 2004. No. 2. URL: <http://altay-geojournals.ru/wp-content/uploads/2015/02/2-20.pdf>. (accessed: 22.04.2023). (in Russian).

Yanygina L.V., Krylova E.N. Bioindikatsiya ekologicheskogo sostoyaniya predgornyykh vodoyemov Altaya po zoobentosu [Bioindication of the ecological state of foothill reservoirs of Altai based on zoobenthos] // Polzunovskiy vestnik. 2006. No. 2. P. 365–368. (in Russian).

Yanygina L.V., Krylova E.N. Zoobentos vysokogornyykh vodoyemov basseyna Teletskogo ozera [Zoobenthos of high-mountain water bodies of the Lake Teletskoye basin] // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya [World of science, culture, education]. 2008. No. 4. P. 18–20. (in Russian).

Bezmaternyykh D.M., Vdovina O.N. Composition and structure of macrozoobenthos of lakes in different natural zones and subzones of Western Siberia // Limnology. 2020. Vol. 21. Is. 1. P. 3–13. doi: 10.1007/s10201-019-00586-y

Boggero A., Lencioni V. Macroinvertebrates assemblages of high altitude lakes, inlets and outlets in the southern Alps // Archiv für Hydrobiologie. 2006. Vol. 165. P. 37–61. doi: 10.1127/0003-9136/2006/0165-0037

Carcamo R.J., Contador T., Gañan M., Troncoso P.C., Marquez M.A., Convey P., Kennedy J., Rozzi R. Altitudinal gradients in Magellanic sub-Antarctic lagoons: the effect of elevation on freshwater macroinvertebrate diversity and distribution // Peer. J. 2019. Vol. 7. e7128. doi: 10.7717/peerj.7128

Erman D., Erman N. The response of stream macroinvertebrates to substrate size and heterogeneity // Hydrobiologia. 1984. Vol. 108. P. 75–82.

Finlayson M., Harris J., McCartney M., Young L., Zhang C. Report on Ramsar visit to Poyang Lake Ramsar site. BeiJing: Secretariat of the Ramsar Convention. 2010. 34 p.

Fjellheim A., Raddum G.G., Vandvik V., Lniceanu C., Boggero A., Brancelj A., Stuchlik E. Diversity and distribution patterns of benthic invertebrates along alpine gradients. A study of remote European freshwater lakes // Advances in Limnology. 2009. Vol. 62. P. 167–190. doi: 10.1127/advlim/62/2009/167

Krno I., Sporka F., Galas J., Hamerlik L., Zatovicova S., Bitusik P. Littoral benthic macroinvertebrates of mountain lakes in the Tatra Mountains (Slovakia, Poland) // Biologia, Bratislava. 2006. Vol. 61(18). P. 147–166. doi: 10.2478/s11756-006-0127-4

Manca M., Ruggiu D., Panzani P., Asioli A., Mura G., Nocentini A. Report on a collection of aquatic organisms from high mountain lakes in the Khumbu Valley (Nepalese Himalayas) // Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia. 1998. Vol. 57. P. 77–98.

Miserendino L.M., Pizzolon L.A. Macroinvertebrates of a fluvial system in Patagonia: altitudinal zonation and functional structure // Archiv für Hydrobiologie. 2000. Vol. 150. P. 55–83.

Scheibler E.E., Claps M.C., Roig S.A. Temporal and altitudinal variations in benthic macroinvertebrate assemblages in an Andean river basin of Argentina // Journal of Limnology. 2014. Vol. 73. P. 76–92. doi: 10.4081/jlimnol.2014.789

Tews J., Brose U., Grimm V., Tielbörger K., Wichmann M.C., Schwager M., Jeltsch F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures // Journal Biogeogr. 2004. Vol. 31. P. 79–92. doi: 10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x

Vdovina O.N., Yanygina L.V., Bezmaternykh D.M. Composition and structure of lake macroinvertebrate communities in different altitudinal zones of Russian Altai // Acta Biologica Sibirica. 2022. Vol. 8. P. 531–555. doi: 10.5281/zenodo.7714667

TAXONOMIC COMPOSITION OF MACROZOOBENTHOS IN LOW-MOUNTAIN LAKES OF THE RUSSIAN ALTAI

O.N. Vdovina, D.M. Bezmaternykh

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,

E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru, bezmater@iwep.ru

In 2022 the taxonomic composition of the macrozoobenthos of six low-mountain lakes of the Russian Altai: Aya, Beloe, Kireevo, Kolyvanskoe, Koksha and Svetloye was investigated. In the studied lakes 156 species of zoobenthos from 9 classes of invertebrates were identified. The largest number of species is characteristic of the insect class. Chironomids and oligochaetes dominated in terms of frequency of occurrence in the lakes. Of the oligochaetes, the family Tubificidae (68%) was more frequently observed. Tubificidae (68%), chironomids – subfamilies Chironominae (91%) and Tanypodinae (66%). The maximum species diversity of zoobenthos was observed in lakes Beloe (81 species) and Koksha (76 species), the least number of species was found in lakes Aya (41 species) and Kireevo (52 species). The most pairs of lakes: Koksha - Svetloye, Beloye - Kolyvanskoe, Aya - Kireevo are the closest in terms of species composition of bottom invertebrates. According to the taxonomic composition of the fauna of bottom invertebrates, most lakes (Aya, Beloe, Kireevo, Kolyvanskoe) were closer to plain water bodies, two lakes (Koksha, Svetloye) combined features of both plain and mountain lakes.

Key words: species composition; macrozoobenthos; Mountain Altai; foothill lakes.

Received June 25, 2024. Accepted: July 29, 2024

Сведения об авторах

Вдовина Ольга Николаевна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории гидробиологии Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-2479-3338. E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru.

Безматерных Дмитрий Михайлович – доктор биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-7747-4939. E-mail: bezmater@mail.ru.

Information about the authors

Vdovina Olga Nikolaevna – PhD in Biology, Researcher at the Laboratory of Hydrobiology of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-2479-3338. E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru.

Bezmaternykh Dmitry Mikhailovich – Dr Sc. in Biology, Associate Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-7747-4939. E-mail: bezmater@mail.ru.