

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПОДЁНОК (EPHEMEROPTERA) ВОДОТОКОВ СЕВЕРНОГО АЛТАЯ *

Приведены данные о видовом составе подёнок (Ephemeroptera) – одного из отрядов амфибионтных насекомых – в водотоках Северного Алтая, расположенных на высотах от 220 до 1 637 м над уровнем моря (51° 03'–52° 02' с. ш. и 84° 00'–86° 35' в. д.). Обнаружено 27 видов, проведен анализ распределения видов вдоль русла реки. Определена степень влияния различных абиотических факторов на количественные характеристики сообществ подёнок.

Ключевые слова: Ephemeroptera, Северный Алтай, видовой состав.

Личинки подёнок (Ephemeroptera), наряду с личинками веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera), составляют значительный, а часто и основной компонент населения макрзообентоса водотоков горного типа [1]. Последние характеризуются каменистым или гравийно-галечным грунтом, высокой скоростью течения, насыщенной кислородом водой и амплитудой среднемесячных температур до 20 °С. Густота речной сети высокогорных и среднегорных районов Алтае-Саянского экорегиона предопределяет видовое богатство подёнок как типичных представителей реофильных сообществ [2].

Ранее на территории Горного Алтая исследования подёнок малых рек и ручьев проводились целым рядом авторов: Д. М. Безматерных [1; 3], М. А. Бекетовым [4], А. А. Евсеевой [5], В. В. Заикой [6], М. И. Ковешниковым [7], В. В. Крыжановским [8] О. В. Поповой [9], Л. В. Рудневой [10; 11], О. А. Черновой [12]. Однако большая часть исследований посвящена восточной части Алтая, основная тер-

ритория которого относится к бассейнам рек Катунь и Бия. Таким образом, видовой состав подёнок собственно Северного Алтая, т. е. Северо-Алтайской физико-географической провинции, остается малоизученным в настоящее время.

Цель исследования – определить видовой состав подёнок водотоков Северного Алтая, выявить особенности расселения видов и изменчивости количественных характеристик (биомасса, интенсивность метаболизма) сообществ при варьировании абиотических факторов.

Материал и методы

Данные собраны в ходе полевых экспедиций в Шебалинском, Усть-Канском районах Республики Алтай и Солонешенском, Петропавловском районах Алтайского края. Исследовались р. Ануй (август 2009 – июль 2010) и р. Сема (июль 2010). Изученные участки рек расположены на высотах от 220 до 1 655 м над уровнем моря. Приурочен-

* Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 08-04-92228), программ «Развитие научного потенциала высшей школы» (проект № 2.2.3.1/1557 и 10984) и «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (контракт № 02.740.11.0277).

Автор выражает благодарность В. В. Заике (лаборатория геоэкологии Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН) за помощь при таксономическом определении материала.

ность участков к той или иной зоне реки (эпи-, мета-, гипоритраль) определялась по абиотическим характеристикам и по сходству сообществ, оцененному при помощи индекса Брея – Кертиса [13] (табл. 1, рис. 1).

Использовались общепринятые гидро-биологические методики. Всего собрано 92 пробы: 69 количественных и 23 качественных. Организмы фиксировались в 75 % растворе этилового спирта. При обработке ма-

Таблица 1

Места отбора проб и абиотических характеристик участков

Номер участка	Зона реки	Координаты		Высота над уровнем моря	Водоток	Температура воды, °С	Расход воды, м ³ /с	Характер грунта
		с. ш.	в. д.					
1	Э	51°03,134'	085°35,400'	1 637	р. Сема	7,0	0,13	КГ
2	М	51°03,867'	085°35,204'	1 537		12,0	0,25	КГ, ИЛ
3	М	51°06,468'	085°35,526'	1 248		14,1	0,6	К
4	М	51°10,334'	085°35,002'	1 130		14,9	1,77	К, В
5	М	51°15,665'	085°39,182'	922		15,6	5,56	К
6	М	51°27,353'	085°35,490'	633		16,0	15,3	КГ, П
7	М	51°29,090'	085°33,629'	555		16,2	17,82	К, В
8	Г	51°34,052'	085°34,397'	478		17,9	46,4	ИЛ
9	Г	51°37,663'	085°44,136'	350		18,4	55,8	К, П
1*	Э	51°29,239'	084°32,162'	1128	р. Ануй	5,0	0,03	КГ
2*	М	51°11,447'	084°45,521'	951		11,0	0,73	К
3*	М	51°19,548'	085°44,882'	747		14,5	1,09	К, М
4*	М	51°08,265'	085°21,949'	555		16,0	7,14	КГ, П
5*	М	51°35,653'	085°23,115'	444		11,0	6,05	К
6*	Г	51°50,278'	084°01,980'	290		14,0	15,05	К, П
7*	Г	52°02,543'	084°00,849'	221		17,0	21,08	К, В

Примечание: Э – эпитраль; М – метатраль; Г – гипоритраль; К – каменистый грунт; КГ – крупная галька; В – водоросли; П – песчаный грунт; ИЛ – илестый грунт; М – макрофиты.

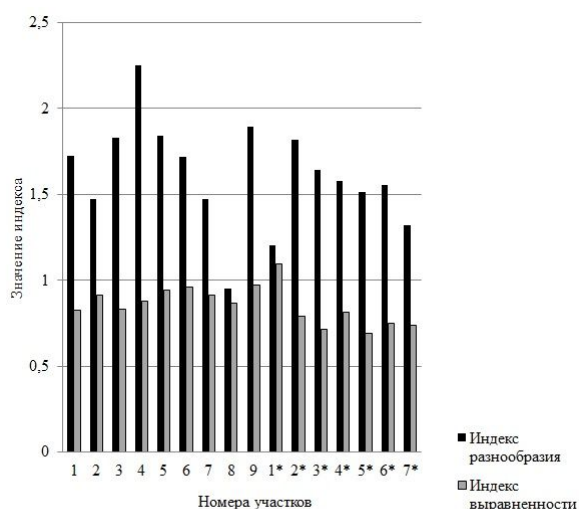


Рис. 1. Структурные характеристики сообществ подёнок на участках

териала использовались определители [6; 14]. Относительную значимость вида в местном сообществе оценивали по доле его дыхания в суммарном расчетном дыхании сообщества [15–17]. Расчет и анализ сходства проб проводили с использованием индекса сходства Брэя – Кертиса [18] на основе данных по доле дыхания видов в суммарном дыхании сообщества. При характеристике видовой структуры сообществ подёнок использовалась классификация В. Я. Леванидова [19], представляющая собой модификацию классификации А. М. Чельцова-Бельбутова: доминанты – 15 % и более; субдоминанты – 5,0–14,9; второстепенные виды – 1,0–4,9 %. Анализ структуры сообществ проводился с использованием индексов разнообразия и выравненности Шеннона [13].

Краткая физико-географическая характеристика обследованных водотоков. Река Семá – левый приток первого порядка р. Катунь. Длина реки около 88 км. Берет свое начало с Семинского хребта, где на высотах от 1 700 до 2 100 м располагаются основные ее истоки. Река протекает в северном направлении через весь Шебалинский район, впадает в р. Катунь напротив с. Усть-Сема. Тип питания реки снего-дождевой, вскрывается во второй декаде апреля. Общая продолжительность ледовых явлений от 170 до 250 сут. [20].

Ануй – река в Республике Алтай и Алтайском крае, левый приток первого порядка р. Обь. Основные истоки располагаются на Башчелакском и Ануйском хребтах на высотах от 1 100 до 1 400 м над уровнем моря. Питание преимущественно дождевое. Замерзает в ноябре, вскрывается – в апреле [20]. Длина изученного участка составляет 134 км.

Результаты исследования и обсуждение

По последним данным, фауна подёнок Горного Алтая насчитывает не менее 40 видов [2; 4; 6; 10]. В 2009–2010 гг. на исследованных участках обнаружено 27 видов (табл. 2).

Анализ структуры сообществ подёнок по количественным характеристикам (интенсивность метаболизма), проведенный с использованием индексов разнообразия и выравненности Шеннона, показал, что на

участках 4, 9 р. Сема и 2*, 3* р. Ануй сообщества наиболее полно представлены для каждой из рек (см. рис. 1).

Для объяснения полученных данных предпринята попытка выяснить, какие абиотические факторы определяют распределение видов подёнок в условиях исследуемых рек. Наибольшее влияние на видовой состав отряда Ephemeroptera, по данным литературы, оказывают содержание растворенного кислорода в воде [16; 21], расход воды, стабильность грунта [17] и температура воды [22]. Для анализа мы выбрали такие факторы, как стабильность грунта, величина стока и температура воды – факторы, напрямую коррелирующие с содержанием в ней растворенного кислорода. По нашим данным, распределение видов подёнок по участкам связано с варьированием в первую очередь величины стока (рис. 2) и стабильности грунта. Влияния температуры воды на распределение видов подёнок нами не установлено.

Отмечено, что максимальное количество видов приходится на участки 4, 2* и 3*, принадлежащие к зоне метаритрали. Данные участки сходны тем, что расход воды в них принимает значения более 0,5 и менее 2,0 м³/с, дно представлено каменистыми грунтами, присутствует водная растительность (водорослевые обрастания на камнях или макрофиты). В условиях исследуемых рек именно такое соответствие параметров абиотических факторов должно обуславливать относительное повышение видового разнообразия подёнок, что, отчасти, объясняет результаты анализа структуры сообществ подёнок на участках при помощи индексов Шеннона.

При сравнении населения подёнок двух рек (данные 2010 г.) использовался индекс Брэя – Кертиса. Значение индекса для бассейнов рек в целом составило 0,65. При разделении исследованных участков рек на эпи-, мета- и гипоритраль удалось более детально сопоставить сообщества и проследить изменения в их структуре. Расчет индекса показал, что сходство сообществ как эпитрали, так и гипоритрали двух рек невелико: значение для эпитрали составило 0,40, для гипоритрали – 0,29. Вероятно, это определяется существенными абиотическими отличиями, обусловленными характером стока рек: эпитраль р. Ануй представляет собой типичный горный ручей, а р. Сема

Таблица 2

Подёнки, собранные в местах отбора материала

Вид	Место сбора															
	р. Сема									р. Ануй						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
<i>Epeorus alexandri</i> , Kluge et Tiunova, 1989				+												
<i>Epeorus pellucidus</i> , Brodskij, 1930	+			+					+					+		+
<i>Ecdyonurus</i> <i>joernensis</i> , Bengtsson, 1909											+	+	+	+	+	+
<i>Rhythrogena cava</i> , Ulmer, 1927	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+
<i>Rhythrogena</i> <i>kurenzovi</i> , Bajkova, 1965	+		+	+	+	+			+			+	+	+		
<i>Rhythrogena</i> <i>lepnevae</i> , Brodskij, 1930				+									+	+	+	
<i>Baetopus wartensis</i> , Keffermüller, 1960											+					
<i>Baetis</i> <i>pseudothermicus</i> , Kluge, 1983	+		+	+	+			+			+					
<i>Baetis feles</i> , Kluge, 1980											+					
<i>Baetis fuscatus</i> , Linnaeus, 1761				+							+				+	
<i>Baetis lapponicus</i> , Bengtsson, 1912	+	+		+				+	+		+	+	+		+	
<i>Baetis bicaudatus</i> , Dodds, 1923	+		+													
<i>Baetis vernus</i> , Curtis, 1834	+		+					+								
<i>Baetis tuberculatus</i> , Kazlauskas, 1963				+												
<i>Baetis ursinus</i> , Kazlauskas, 1963												+		+		
<i>Baetis tonneri</i> , Braasch et Soldan, 1983											+					
<i>Ameletus</i> <i>inopinatus</i> , Eaton, 1887		+	+	+	+	+				+	+	+			+	
<i>Ephemerella</i> <i>kozhoi</i> , Bajkova, 1967		+	+	+	+		+									
<i>Ephemerella</i> <i>aurivillii</i> , Bengtsson, 1908	+		+	+	+	+	+					+				

Окончание табл. 2

Вид	Место сбора															
	р. Сема									р. Ануй						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
<i>Ephemerella micronata</i> , Bengtsson, 1909					+	+										
<i>Ephemerella lenoki</i> , Tshernova, 1952		+					+					+				
<i>Ephemerella ignita</i> , Poda, 1761		+						+	+			+	+	+	+	
<i>Ephemerella nuda</i> , Tshernova, 1949												+				+
<i>Ephemerella lepnevae</i> , Tshernova, 1952			+	+		+	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>Ephemerella triacantha</i> , Tshernova, 1949														+		
<i>Potamanthus luteus</i> , Linnaeus, 1767															+	
<i>Caenis miliaria</i> , Tshernova, 1952																+
Всего видов	8	5	9	13	7	6	5	3	7	3	10	10	7	9	8	6

Примечание: 1–9, 1*–7* – места сборов (пояснения в тексте).

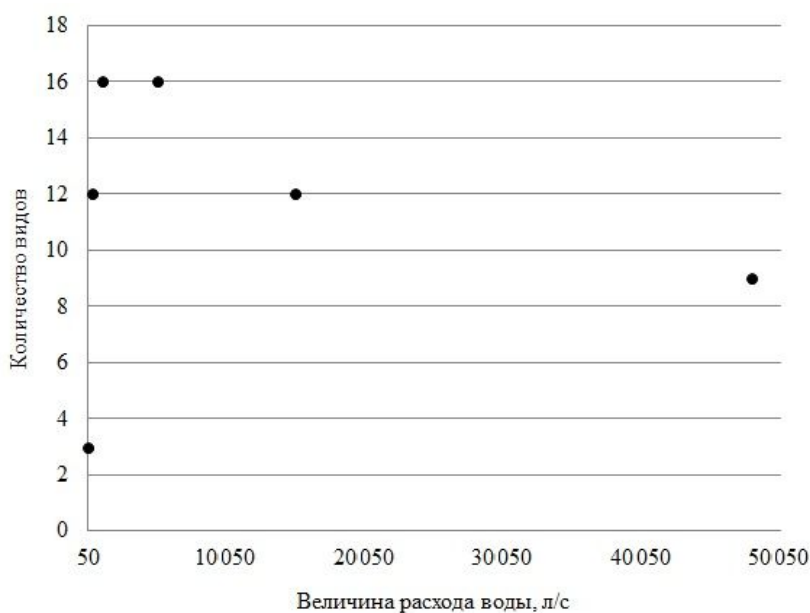


Рис. 2. Распределение числа видов в зависимости от величины стока

представлена в большей мере участками дренажного типа. Для сообществ подёнок метаритрали индекс равен 0,57. Более выраженная гомологичность сообществ метаритрали рек обусловлена сходством параметров наиболее важных абиотических факторов: скорости течения и характера грунта (см. табл. 1).

Ввиду обедненности сообществ эпи- и гипоритрали мы сравнили структуру сообществ только метаритральной зоны. Для каждой из рек выявлены доминантные, субдоминантные и второстепенные виды в сообществах подёнок по показателям интенсивности метаболизма. Так, доминантами для р. Сема являются *Rhythrogena cava* – 18,5 % (доля вида в интенсивности метаболизма сообщества); для р. Ануй: *Rhythrogena cava* – 34,5 %; *Rhythrogena kurenzovi* – 25,2 %. К субдоминантам метаритрали р. Сема относятся *Rhythrogena kurenzovi* – 12,6 %, *Ephemerella aurivillii* – 12,3, *Ephemerella lepnevae* – 10,7 и *Ephemerella kozhovi* – 10,2 %. Для р. Ануй субдоминанты не установлены. Помимо доминантных видов представлены только второстепенные: *Ephemerella lepnevae* – 6,2 % и *Ephemerella aurivillii* – 5,4 %. Второстепенные виды в сообществе р. Сема представлены *Ameletus inopinatus* – 7,7 %, *Rhythrogena lepnevae* – 5,8 %.

Очевидно, что структура сообществ метаритрали рек значительно различается. Так, например, сообщество р. Сема представлено сравнительно большим числом равнозначных представленных видов, а структура сообщества р. Ануй включает два ярко выраженных доминанта, все остальные виды представлены незначительно.

Заключение

В исследованных реках зарегистрировано 27 видов подёнок, принадлежащих к 9 родам. Выявлены отличия в населении подёнок верхних и нижних участков рек, что обусловлено эколого-гидрологическими условиями речного стока. Сообщества эпи- и гипоритрали слабо разнообразны, включают мало видов, большая часть которых относится к эврибионтным. Основу разнообразия составляют представители метаритрали – 19 видов. Именно в данных условиях экологические условия наиболее приемлемы для заселения микроэкотопов подёнками.

Индекс сходства Брея – Кертиса, рассчитанный для метаритрали, составил 0,57. Сравнение основных структурных категорий сообществ демонстрирует, что они представлены одними и теми же видами, однако с разной степенью доминирования.

Список литературы

1. *Безматерных Д. М.* Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. Барнаул, 2008.
2. *Заика В. В.* Фауна беспозвоночных животных поверхностных вод Алтае-Саянского горного региона // Животный мир Алтае-Саянской горной страны. Горно-Алтайск, 1993. С. 33–35.
3. *Безматерных Д. М.* Зообентос притоков Верхней Оби // Ползуновский вестн. 2004. № 2. С. 155–161.
4. *Бекетов М. А.* Видовой состав насекомых водотоков Северо-Восточного Алтая: подёнки, ручейники и веснянки (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera) // Евразийский энтومол. журн. 2005. Т. 4, вып. 2. С. 101–105.
5. *Евсеева А. А.* Оценка состояния донных сообществ беспозвоночных малой реки Брекса // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных территорий: Материалы VIII Междунар. конф. Горно-Алтайск, 2007. Т. 2. С. 141–147.
6. *Заика В. В.* Атлас-определитель водных беспозвоночных Тувы и Западной Монголии. Кызыл, 2000. Ч. 1: Подёнки – Insecta, Ectognatha, Ephemeroptera.
7. *Ковешников М. И.* Пространственное распределение, сезонная динамика зообентоса и оценка экологического состояния водных объектов бассейна реки Бия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2009.
8. *Крыжановский В. В.* Биология некоторых видов подёнок (Insecta, Ephemeroptera) Алтая // Фауна и экология членистоногих Сибири. Новосибирск, 1981. С. 67–69.
9. *Попова О. В.* К экологии донных сообществ малых водотоков Алтая на примере р. Черга, Сема и их притоков. URL: <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2008/1/41.pdf> (дата обращения: 24.02.2010).
10. *Руднева Л. В.* Зообентос горных водотоков бассейна Верхней Оби: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1995.
11. *Руднева Л. В.* Эколого-фаунистические особенности зообентоса рек бассейна

Верхней Оби // Гидрологические и экологические процессы в водоемах и их водосборных бассейнах. Новосибирск, 1995. С. 128–130.

12. Чернова О. А. Нимфы поденок притоков Телецкого озера и р. Бии // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1949. Т. 7, ч. 4. С. 139–158.

13. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982.

14. Клюге Н. Ю. Отряд поденки (Ephemeroptera) // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 1997. Т. 3. С. 176–220.

15. Алимов А. Ф. Интенсивность обмена у водных пойкилотермных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979. С. 5–20.

16. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб., 2001.

17. Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Пространственная структура сообщества литореофильного макрозообентоса (на примере ручья в Московской области) // Журн. общ. биологии. 2004. Т. 65, вып. 6. С. 480–489.

18. Bray J. R., Curtis J. T. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin // Ecological Monographs. 1957. Vol. 27, № 4. P. 326–349.

19. Леванидов В. Я. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой. Пресноводная фауна заповедника «Кедровая Падь». Владивосток, 1977. С. 126–158.

20. Маринин А. М., Барышников Г. Я., Лузгин Б. Н., Модина Т. Д. Алтай. Республика Алтай. Природно-ресурсный потенциал. Горно-Алтайск, 2005.

21. Голубков С. М. Функциональная экология личинок амфибиотических насекомых // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 2000. Т. 284. С. 1–294.

22. Haidekker A., Hering D. Relationship between Benthic Insects (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) and Temperature in Small and Medium-sized Streams in Germany: A Multivariate Study // Aquatic Ecology. 2008. Vol. 42. P. 463–481.

Материал поступил в редколлегию 10.11.2011

N. S. Baturina

SPECIES COMPOSITION OF MAYFLIES (EPHEMEROPTERA) OF THE NORTHERN ALTAY RIVERS

Species composition of mayflies in Northern Altay is described (51° 03'–52° 02' N and 84° 00'–06° 35' E, 220–1 637 m). The 27 mayflies species are recorded. The species spatial distributions along river flows are analyzed. The influence of different abiotic factors on quantitative parameters of ephemeropteran assemblages was established.

Keywords: Ephemeroptera, Northern Altay, species composition.