

УДК 574.52(591.5)

ДРИФТ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА ПРЕДГОРНОМ УЧАСТКЕ РЕКИ КЕДРОВАЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

© 2014 г. М. В. Астахов

Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН,
690022 Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159,
e-mail: mvastakhov@mail.ru

Поступила в редакцию 23.05.2012 г.

Исследована суточная динамика дрейфа в р. Кедровая, протекающей в зоне влияния муссонного климата (Приморский край, Россия). У дрейфующих беспозвоночных реки на протяжении безморозного периода года наблюдался переход от преимущественно дневного дрейфа к выраженному ночному. При этом соотношение общей численности ночных и дневных мигрантов увеличивалось в каждом последующем месяце. Предполагается, что в регуляции интенсивности ночного дрейфа может иметь значение степень светового контраста между светлым и темным периодами суток.

Ключевые слова: дрейфующие беспозвоночные, двукрылые, поденки, река, суточная динамика.

DOI: 10.7868/S0320965214010033

ВВЕДЕНИЕ

Изучение суточной динамики дрейфа (переноса организмов по течению в водотоках) имеет значение при исследовании питания реофильных рыб, а также при составлении графиков эксплуатации речных водозаборов [13, 16, 17]. В зависимости от того, в какое время суток преимущественно мигрируют те или иные гидробионты, различают дневных и ночных дрейфтеров [20, 21] и соответственно дневной и ночной типы дрейфа. Совокупность дрейфующих организмов принято называть сиртоном [6, 19]. В составе сиртона выделяют автохтонную (водные организмы) и аллохтонную (наземные беспозвоночные) фракции. В теплый сезон значение наземной фракции возрастает [2]. Массовый подъем донных беспозвоночных в толщу потока может происходить в короткие промежутки времени и чаще приурочен к вечерним суткам, а также первым часам ночи [3].

Цель работы — оценка сезонных особенностей суточной динамики дрейфа в типичной малой реке российского Дальнего Востока.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал собран на р. Кедровая — одной из лососевых рек южной части Дальнего Востока России. Бассейн реки расположен на территории Приморского края в зоне влияния муссонного климата. В теплый период года здесь выпадает большое количество осадков, а зимы малоснежны. Весной и в первую половину лета в долину р. Кедровая часто проникают холодные морские

туманы. На вторую половину лета и начало осени приходится до 85% годовой нормы осадков [5]. Дождевые паводки кратковременны, а меженные периоды имеют большую продолжительность. Протяженность реки 18 км, суммарная длина ее притоков 46 км, общая площадь водосбора 45 км².

Исследования проводили на одном из перекаатов среднего течения реки в пределах Государственного природного биосферного заповедника “Кедровая Падь”. Грунт на участке наблюдений гравийно-галечный; глубина потока в даты отбора материала не превышала 0.6 м, а ширина — 12 м.

Выполнено шесть круглосуточных серий сборов: 25–26 июня, 25–26 июля, 23–24 августа, 22–23 сентября и 21–22 октября 2006 г., а также 15–16 мая 2007 г. Устойчиво ясная погода наблюдалась только при проведении июльской серии. В июньскую, августовскую и майскую даты сборов иногда шел дождь. Температура воды в июне варьировала от 8 до 10°C, в июле от 11.2 до 14.6°C, в сентябре от 11.8 до 17°C, в октябре от 7.5 до 11.4°C, в мае от 7.8 до 11°C. В августе при амплитуде 14.6–15.8°C отмечена самая высокая за весь период исследования среднесуточная температура воды (15.1°C). Средняя по глубине скорость течения в точке наблюдений в июне–сентябре была 0.5–0.7 м/с, в октябре — 0.4 м/с, в мае — 0.8 м/с.

Дрейфующих беспозвоночных отлавливали пробоотборником собственной конструкции [18], оснащенным тремя расположенными друг над другом дрейфовыми сачками. Ширина входного отверстия каждого сачка 0.25 м, высота 0.1 м; длина фильтрующего конуса 0.6 м, размер ячеи

220 мкм. При работе пробоотборник устанавливали так, чтобы суммарная высота его сачков (0.3 м) была равна глубине потока. Скорость течения измеряли гидрометрической вертушкой ГР-55 на трех горизонтах, соответствующих положению сачков пробоотборника в реке. Продолжительность ночи определяли как временной промежуток между окончанием вечерних сумерек и началом утренних. В темный период суток материал отбирали каждый час, днем — каждые 2 ч. Время экспозиции 5 мин. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формальдегида.

Количество беспозвоночных, снесенных за 1 ч через сечение отдельного горизонта (1.0×0.1 м), определяли с учетом объема воды, профильтрованной каждым сачком за время экспозиции [1, 4]. Суммируя показатели отдельных горизонтов, получали интегральную величину сноса беспозвоночных через учетное сечение потока (1.0×0.3 м) за 1 ч. Биомассу оценивали аналогично. Валовые показатели интенсивности дрейфа (экз./сут, или мг/сут) определяли как сумму соответствующих показателей каждого часа. Доминирующими в дрейфе считали беспозвоночных, составлявших $\geq 15\%$ валовых показателей; остальных дрейфтеров относили к категории “прочие”.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среди дрейфовавших в р. Кедровая беспозвоночных наибольшую активность проявляли личинки двукрылых (Diptera), а именно хирономид (Chironomidae) и мошек (Simuliidae), а также личинки поденок (Ephemeroptera), главным образом бэтид (Baetidae). По численности личинки двукрылых преобладали в июне—августе и в мае, личинки поденок — в сентябре—октябре. Из других беспозвоночных преобладающая численность зарегистрирована только у водяных клещей (Hydracarina) в октябре. Среди лидеров по биомассе в июне отмечены наземные беспозвоночные, в августе—октябре — амфиподы (Amphipoda), в октябре — ручейники (Trichoptera). Меньшую роль в сиртоне играли личинки веснянок (Plecoptera) и жуков (Coleoptera), а также ногохвостки (Collembola), малощетинковые (Oligochaeta) и круглые (Nematoda) черви. Самыми малочисленными были Oribatida, Ostracoda, Corepoda, Daphniiformes, Heteroptera, Gordiacea и личинки бабочек из сем. Nymphulinae (см. таблицу). Из наземных беспозвоночных в речном потоке чаще всего встречались перепончатокрылые (Hymenoptera), равнокрылые (Homoptera) и пауки (Aranei).

Максимальные валовые показатели интенсивности дрейфа зафиксированы в мае, минимальные — в октябре (рис. 1).

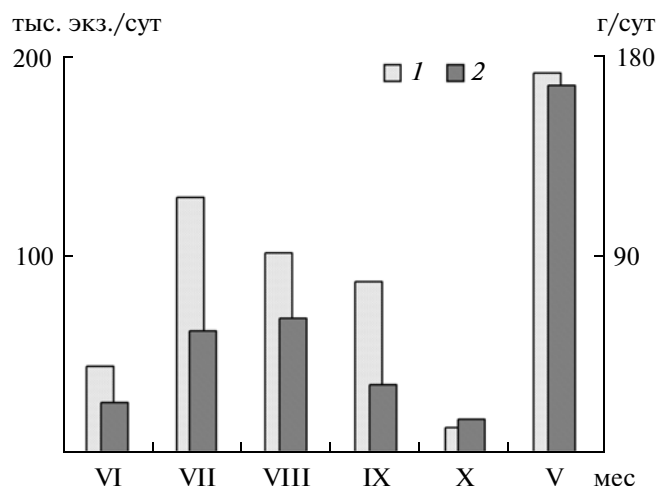


Рис. 1. Динамика дрейфа беспозвоночных через учетное сечение потока р. Кедровая: 1 — численность, тыс. экз./сут, 2 — биомасса, г/сут.

В июне 2006 г. наибольшее количество беспозвоночных дрейфовало в светлое время суток, однако биомасса дневного сиртона оказалась в 4.6 раза ниже аналогичной величины ночного (рис. 2а и 3а). Днем в дрейфе участвовало в ~2 раза больше двукрылых и вдвое меньше поденок, чем в темный период, при этом дневная биомасса двукрылых несколько превысила ночную, а у поденок оказалась в 9 раз ниже. Помимо поденок преимущественно ночью дрейфовали водяные жуки, веснянки, ручейники, амфиподы и олигохеты. Самый высокий показатель общей численности зарегистрирован в 4 ч, когда наблюдался суточный максимум численности двукрылых, а также повторный пик активности поденок. Общая активность мигрантов в первую и во вторую половину ночи была примерно одинаковой. В светлый период беспозвоночные отдавали предпочтение утренним миграциям.

В июле большинство организмов дрейфовало в темное время суток, биомасса ночного сиртона в 3.7 раза превысила величину дневного (рис. 2б и 3б). В первую половину ночи общая численность дрейфтеров оказалась вдвое выше, чем во вторую. Количество двукрылых, дрейфовавших в темный период, превзошло соответствующий показатель светлого времени суток лишь на 10%, в то время как их биомасса была больше в 2.5 раза. Численность и биомасса поденок, снесенных ночью, превысили дневные величины в 5.7 и 9.6 раза соответственно. Максимум общей численности зарегистрирован в 23 ч. В этот час отмечены пики активности у двукрылых, поденок, амфипод, водяных клещей, нематод, ручейников и веснянок. Личинки последних в светлое время суток в дрейфе не участвовали. Веслоногие и ветвистоусые раки, напротив, дрейфовали исключительно

Относительная численность (над чертой) и биомасса (под чертой) в суточном дрефте р. Кедровая, %

Группа	2006 г.					2007 г.
	25–26.VI	25–26.VII	23–24.VIII	22–23.IX	21–22.X	15–16.V
Водные беспозвоночные						
Diptera	$\frac{47.2}{11.5}$	$\frac{53.8}{37.6}$	$\frac{41.0}{22.2}$	$\frac{25.6}{12.6}$	$\frac{15.7}{15.8}$	$\frac{67.7}{35.8}$
Ephemeroptera	$\frac{30.3}{52.7}$	$\frac{23.4}{44.8}$	$\frac{25.6}{36.2}$	$\frac{29.9}{48.6}$	$\frac{32.5}{16.3}$	$\frac{10.3}{43.0}$
Trichoptera	$\frac{0.9}{9.9}$	$\frac{2.8}{6.8}$	$\frac{8.6}{3.5}$	$\frac{14.2}{11.8}$	$\frac{9.9}{18.6}$	$\frac{0.9}{3.6}$
Plecoptera	$\frac{1.6}{0.2}$	$\frac{1.0}{0.7}$	$\frac{0.6}{0.4}$	$\frac{2.1}{2.0}$	$\frac{5.0}{4.1}$	$\frac{0.6}{1.6}$
Coleoptera	$\frac{0.3}{0.9}$	$\frac{0.4}{0.6}$	$\frac{0.3}{3.2}$	$\frac{0.6}{1.4}$	$\frac{1.3}{1.3}$	$\frac{0.2}{0.3}$
Heteroptera	0	$\frac{0.1}{0.0}$	0	0	0	$\frac{0.4}{0.0}$
Nymphulinae	0	0	0	0	0	$\frac{0.1}{0.0}$
Collembola	$\frac{0.8}{0.3}$	$\frac{0.3}{0.0}$	$\frac{2.1}{0.5}$	$\frac{0.3}{0.1}$	$\frac{6.0}{0.8}$	$\frac{1.7}{0.2}$
Oligochaeta	$\frac{2.2}{0.2}$	$\frac{2.7}{0.3}$	$\frac{3.1}{0.5}$	$\frac{3.7}{1.3}$	$\frac{3.0}{1.0}$	$\frac{5.7}{1.0}$
Nematoda	$\frac{0.2}{0.0}$	$\frac{1.5}{0.2}$	$\frac{0.8}{0.1}$	$\frac{0.1}{0.0}$	0	$\frac{0.3}{0.0}$
Gordiacea	$\frac{0.2}{2.2}$	0	0	0	0	$\frac{0.2}{2.5}$
Amphipoda	$\frac{5.6}{5.5}$	$\frac{7.1}{5.6}$	$\frac{9.2}{23.3}$	$\frac{5.0}{15.7}$	$\frac{7.1}{27.8}$	$\frac{1.6}{6.0}$
Copepoda	0	$\frac{0.1}{0.0}$	$\frac{0.9}{0.4}$	0	0	$\frac{0.3}{0.0}$
Ostracoda	$\frac{1.1}{0.0}$	$\frac{1.1}{0.0}$	$\frac{0.1}{0.0}$	$\frac{0.4}{0.0}$	0	$\frac{0.1}{0.0}$
Daphniiformes	0	$\frac{0.1}{0.0}$	0	$\frac{0.1}{0.0}$	0	0
Hydracarina	$\frac{7.3}{1.5}$	$\frac{1.8}{0.5}$	$\frac{3.2}{0.5}$	$\frac{11.0}{2.4}$	$\frac{16.1}{2.0}$	$\frac{6.2}{0.6}$
Oribatida	$\frac{0.3}{0.0}$	$\frac{0.9}{0.1}$	$\frac{0.3}{0.0}$	$\frac{0.2}{0.1}$	0	$\frac{0.4}{0.0}$
Наземные беспозвоночные						
Разные	$\frac{2.1}{15}$	$\frac{2.9}{2.6}$	$\frac{5.9}{9.6}$	$\frac{6.8}{4.0}$	$\frac{3.4}{12.3}$	$\frac{3.2}{5.3}$

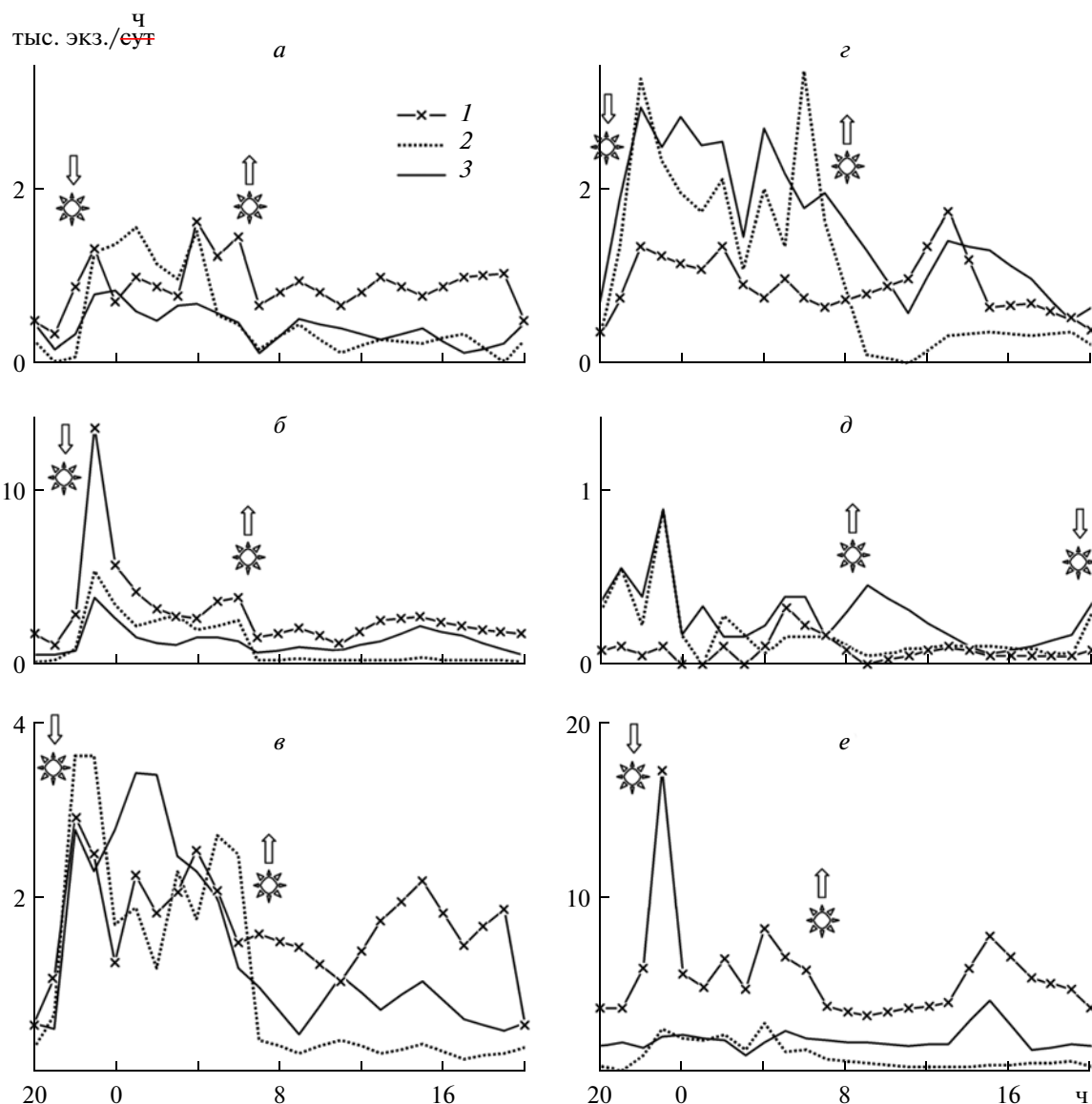


Рис. 2. Суточная динамика численности дрейфующих беспозвоночных через учетное сечение потока р. Кедровая: 1 – Diptera, 2 – Ephemeroptera, 3 – прочие беспозвоночные. Даты: а – 25–26.VI.2006, б – 25–26.VII.2006, в – 23–24.VI–II.2006, г – 22–23.IX.2006, д – 21–22.X.2006, е – 15–16.V.2007 г. Стрелками показано время захода и восхода солнца.

днем. Общее усиление дневного сноса наблюдалось в 15 ч.

В августе ночной тип активности стал более выражен (рис. 2в и 4). При этом биомасса ночного сиртона превысила биомассу дневного в 5.7 раза. Интенсивнее всего снос беспозвоночных проходил в первой половине темного периода. Двукрылые дрейфовали преимущественно днем, однако ночью вынос биомассы представителей этой группы был в 2.5 раза больше, чем в светлое время суток (рис. 2в и 3в). Численность личинок поденок, сносимых ночью, оказалась выше дневных величин в 4.8, а биомасса – в 15.6 раза. Другие участники дрейфа (за исключением остракод, олигохет и водяных клещей) также отдавали

предпочтение ночным миграциям. Пики численности ночных и дневных дрейфтеров пришлись соответственно на 22 и 15 ч.

В сентябре наиболее интенсивный снос всех беспозвоночных наблюдался в первую половину темного времени суток. Ночной дрейфт превысил дневной в 2 раза по плотности и в 7 раз по биомассе (рис. 2г и 3г). Соотношение численности двукрылых в светлое и темное время суток было близко к единице, а соответствующее соотношение их биомасс составило 1:2. Ночью дрейфовало в 5.7 раза больше поденок, чем днем, а их биомасса оказалась в 15 раз выше аналогичной дневной величины. “Прочие” беспозвоночные мигрировали преимущественно в темный период. Самы-

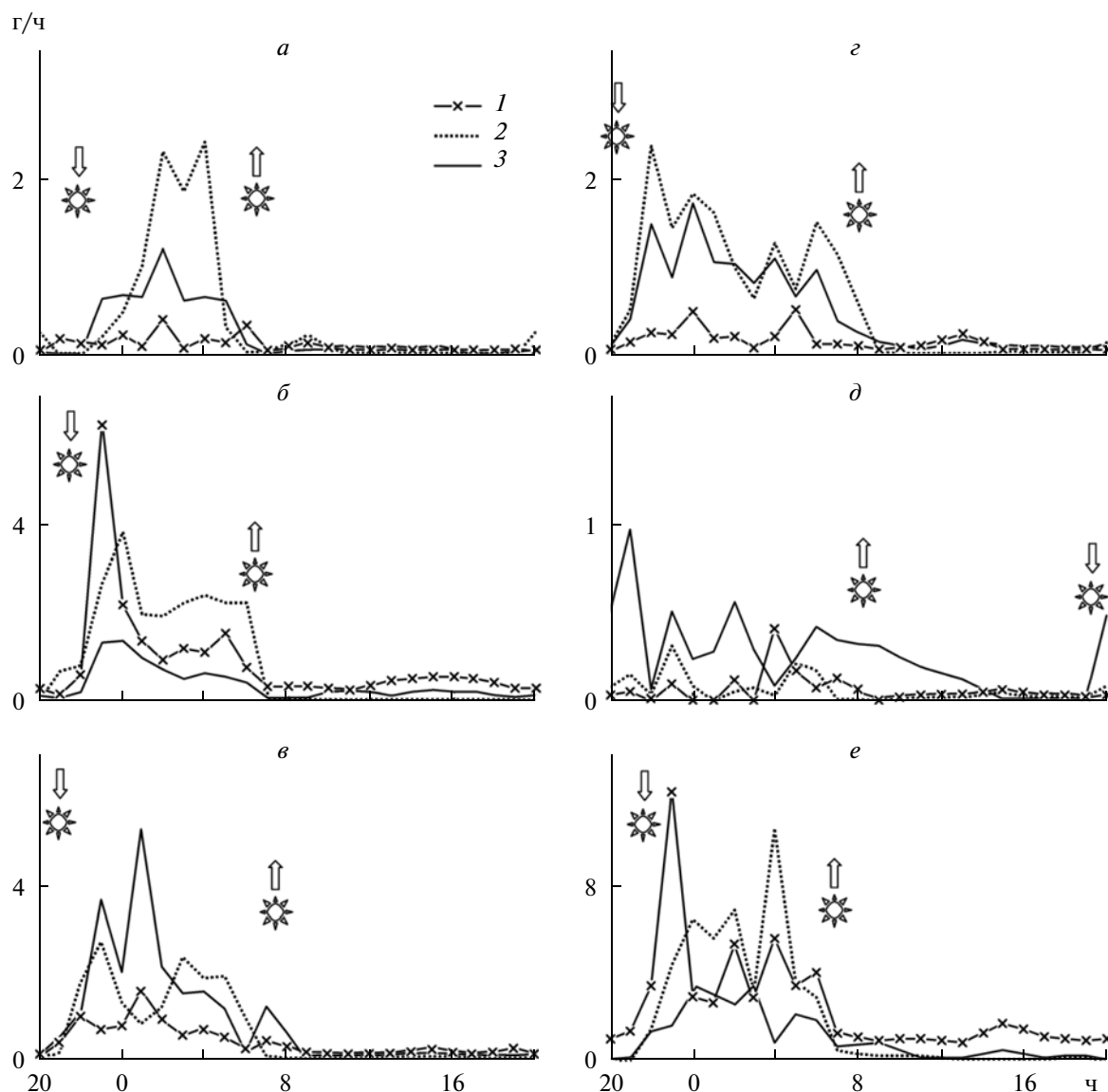


Рис. 3. Суточная динамика биомассы дрейфующих беспозвоночных через учетное сечение р. Кедровая. Обозначения, как на рис. 2.

ми многочисленными из организмов данной категории были личинки ручейников, водяные клещи и амфиподы. Ночной максимум общего сноса наблюдался в 22 ч, дневной — в 13 ч.

Большинство организмов октябрьской серии поднимались в толщу потока в первой половине ночи. Днем общая интенсивность дрейфа оказалась ниже в 2.4 раза по численности и в 2.7 раза — по биомассе (рис. 2д и 3д). Численность и биомасса двукрылых, дрейфовавших в темное время суток, были выше дневных величин в 2 и в 6.8 раза соответственно. У поденок ночной снос был интенсивнее дневного в 3.4 раза по численности и в 7.8 раза — по биомассе. В первую половину темного периода мигрировало почти втрое больше личинок данной группы, чем во вторую. Самыми

многочисленными представителями категории “прочие” были водяные клещи, личинки ручейников и амфиподы, причем последние участвовали в дрейфе только в темный период. Максимальное количество мигрантов отмечено в 23 ч.

В мае 2007 г. наибольшее количество беспозвоночных зарегистрировано в светлое время суток, но биомасса ночного сиртона в 3 раза превысила биомассу дневного (рис. 2е и 3е). Ночные дрейфтеры были активнее во второй половине темного периода, однако максимум общей численности зафиксирован в 23 ч (рис. 2е). Численность двукрылых, дрейфовавших днем, оказалась в 1.2 раза выше, а биомасса почти вдвое ниже соответствующих показателей темного времени суток. Ночной снос поденок превзошел дневной в 2.3 раза

по численности и в 11 раз по биомассе. В светлое время суток максимальное количество мигрантов наблюдалось в 15 ч. В этот час отмечены пики активности у двукрылых и беспозвоночных категории “прочие”. Среди последних в майском сиртоне преобладали водяные клещи и малошешинковые черви.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При более чем 60-летнем периоде изучения беспозвоночных р. Кедровая [8, 11, 14] первые сведения об их дрейфе появились сравнительно недавно [1]. Исследование в холодный период года показало, что после образования ледового покрова на реке высокая активность гидробионтов в дрейфе могла наблюдаться как в ночные, так и дневные часы, однако численность дневных мигрантов обычно преобладала над численностью ночных [1, 4]. Согласно результатам настоящего исследования, в теплый сезон у беспозвоночных реки происходил переход от преимущественно дневного дрейфа (июнь) к выраженному ночному (август–октябрь). При этом соотношение общей численности ночных мигрантов к общей численности дневных увеличивалось с каждым последующим месяцем (рис. 4). Важно, что в конце весны наибольшее количество беспозвоночных дрейфовало днем. Сопоставляя эти результаты с ранее опубликованными материалами [4], можно предположить, что на протяжении года в р. Кедровая у дрейфтеров происходит смена типов суточной активности: с середины лета и до конца осени у большинства беспозвоночных преобладает ночной тип миграций, а с начала периода ледостава до начала лета — дневной.

В весенне-летний период повышенный снос беспозвоночных в светлое время суток ранее наблюдали на реках Камчатки и объясняли как результат численного преобладания двукрылых, а именно хирономид с дневным типом миграций [15]. Аналогично объяснение преимущественно дневного сноса майских дрейфтеров в одном из водотоков Канады [20]. В этой связи можно отметить, что в мае и июне в сиртоне р. Кедровая доминировали хирономиды, среди которых могли превалировать виды с дневной активностью. Для двукрылых в целом на протяжении большей части периода исследований был характерен дневной тип дрейфа. В июле преимущественно ночной снос двукрылых обуславливался преобладанием в составе этой группы личинок мошек, по данным автора, чаще мигрирующих в темный период. На предрасположенность личинок мошек к ночным миграциям указывали и другие авторы [10, 20, 21].

Личинки поденок на протяжении всего периода наблюдений дрейфовали в р. Кедровая преимущественно ночью. Согласно результатам ра-

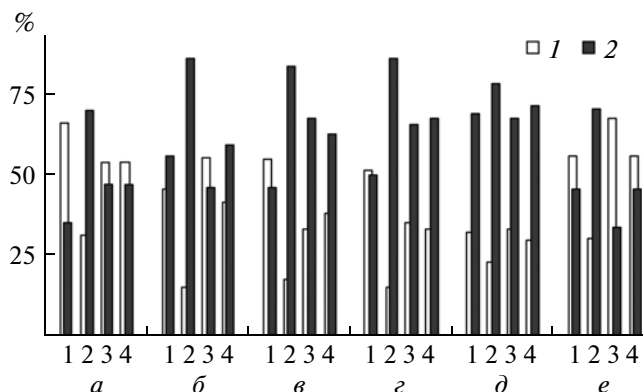


Рис. 4. Доли (%) дневного (1) и ночного (2) сноса беспозвоночных по показателю численности в валовом суточном дрейфе. По оси абсцисс: 1 — Diptera, 2 — Ephemeroptera, 3 — прочие группы, 4 — все беспозвоночные. Остальные обозначения, как на рис. 2.

бот, проведенных в теплый сезон на других водотоках, поденки — повсеместно ночные мигранты вследствие присущего им отрицательного фототаксиса [20, 21]. Однако готовые к вылету зрелые нимфы поденок могут проявлять высокую миграционную активность и в лунные ночи, что, вероятно, связано с необходимостью пространственной ориентации крылатых особей в воздушной среде [9]. Необходимо отметить, что в р. Кедровая поденки сохраняли ночной тип активности также в условиях ледостава [4]. Несмотря на то что в январе большинство учтенных поденок дрейфовали днем, их передвижения были приурочены к слабо освещенному придонному слою водной толщи. Следовательно, отрицательный фототаксис, характерный для представителей этой группы, проявлялся и в р. Кедровая.

Из других постоянных участников сноса главным образом ночью дрейфовали амфиподы, веснянки, ручейники и водяные жуки, а преимущественно в светлое время суток — водяные клещи, остракоды и ногохвостки. Эти наблюдения согласуются с данными других авторов [16, 21, 22]. В р. Кедровая не выявлено гидробионтов, которые бы мигрировали либо исключительно ночью, либо исключительно днем. Например, амфипода *Gammarus koreanus* Ueno осенью встречалась только среди ночных мигрантов, а летом и весной могла дрейфовать также в светлое время суток.

Наиболее заметные различия между максимальной и минимальной интенсивностью общего дрейфа (в 12 раз) зафиксированы в июле при ясной погоде, т.е. в условиях самых сильных перепадов освещенности на протяжении суток. Известно, что суточные изменения численности сиртона могут быть и более значительными — в 17 [9], 20 [24] и ≥ 24 раза [22]. Принято считать, что фактор, инициирующий ночной дрейфт, — это резкое

изменение освещенности сразу после захода солнца [21]. Однако зачастую пики численности наблюдаются только через несколько часов после наступления темноты [16 и данные автора]. Например, исследование в р. Сылва на Урале показало стабильную приуроченность максимумов интенсивности дрефта к середине ночи (2 ч) независимо от длины дня [9]. Но в реках Алтая по мере увеличения продолжительности световой фазы пик численности смещался с 22 ч в начале мая к 2 ч в конце июня, а при последующем сокращении длины дня максимум дрефта приходился на более ранние сроки — ближе к полуночи [12]. Сходные результаты, но с меньшим расхождением пиков по времени, получены для одной из рек бассейна Амура [7]. Количество таких максимумов на одних водотоках [25] зависело от продолжительности дня (ночи), а на других [22], как и в р. Кедровая, — нет.

В некоторых случаях может наблюдаться синхронизация пиков численности у дрейфующих беспозвоночных отдельных таксонов [7, 12]. Так, на р. Чемал (Алтай) у поденок и мошек на протяжении трех летних месяцев четко прослеживались два пика ночной активности, совпадавших в 24 и 4 ч [12]. В р. Кедровая в пределах некоторых суточных серий массовые подъемы беспозвоночных отдельных таксономических групп в толщу воды также были синхронизированы (рис. 2). Однако сроки наступления пиков общей численности от серии к серии не совпадали, зависимость времени их наступления от продолжительности дня не установлена. Но значимость светового фактора как регулятора интенсивности дрефта проявилась и здесь. В июле на фоне самых резких перепадов освещенности в течение суток численность дрефтеров в первую половину ночи оказалась вдвое выше, чем во вторую, а период высокой ночной активности был наименее растянут по сравнению с остальными сериями, которые проходили в условиях пасмурной погоды. Это дает основание полагать, что для инициации усиленного дрефта ночью имеет значение не только само наступление темноты по окончании вечерних сумерек, но и степень светового контраста между дневным и ночным периодами. Данное предположение отчасти подтверждается фактами слабо выраженной суточной динамики дрефта в условиях полярного дня [21, 23].

Выводы. В сиртоне р. Кедровая выявлены представители 17 групп водных беспозвоночных. По количественным показателям доминировали личинки амфибиотических насекомых — двукрылых и поденок. Двукрылые преобладали в конце весны и летом, личинки поденок — в сентябре—октябре. Среди дрейфовавших наземных беспозвоночных чаще всего встречались перепончатокрылые, равнокрылые и пауки. Наибольшая интенсивность общего сноса наблюдалась в мае, наименьшая —

осенью. Ночной тип активности преобладал с июля по октябрь, в остальные месяцы миграции большинства беспозвоночных были приурочены к светлому времени суток. В условиях самых сильных суточных перепадов освещенности отмечена наибольшая амплитуда колебаний общей численности дрефтеров, при этом период высокой ночной активности имел меньшую продолжительность, чем в пасмурную погоду. Количество пиков численности в дрефте и сроки их наступления не зависели от продолжительности дня.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта 12-1-П30-01.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астахов М.В. Дрифт фито- и зообентоса в модельной лососевой реке Кедровой (Приморский край, Россия): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2009. 22 с.
2. Барышев И.А., Веселов А.Е. Сезонная динамика бентоса и дрефта беспозвоночных организмов в некоторых притоках Онежского озера // Биология внутр. вод. 2007. № 1. С. 80–86.
3. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.
4. Богатов В.В., Астахов М.В. Подледный дрефт беспозвоночных на предгорном участке реки Кедровая (Приморский край) // Биология внутр. вод. 2011. № 1. С. 62–70.
5. Васильев Н.Г., Харкевич С.С., Шибнев Ю.Б. Заповедник “Кедровая Падь”. М.: Лес. пром-сть, 1984. 197 с.
6. Константинов А.С. Сиртон и бентосток Волги близ Саратова в 1966 году // Зоол. журн. 1969. Т. 48. Вып. 1. С. 20–29.
7. Леванидов В.Я., Леванидова И.М. Дрифт личинок насекомых в крупной предгорной реке на примере р. Хор (бассейн Уссури) // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: Дальневост. науч. центр, 1981. С. 22–37.
8. Леванидова И.М., Леванидов В.Я., Макаренченко Е.А. Фауна водных беспозвоночных заповедника “Кедровая Падь” // Пресноводная фауна заповедника “Кедровая Падь”. Владивосток: Дальневост. науч. центр, 1977. С. 3–43.
9. Паньков Н.Н. Основные итоги изучения дрефта реки Сылвы // Вестн. Пермск. ун-та. 2007. № 5(10). С. 83–89.
10. Петрожицкая Л.В., Руднева Л.В. Дрифт личинок двукрылых насекомых в горном водотоке Алтая // Сиб. экол. журн. 2000. № 4. С. 439–443.
11. Радзивиловская З.А. К фауне и экологии мошек (Simuliidae) горных районов Южно-Уссурийской тайги // Паразитол. сб. ЗИН АН СССР. 1948. Т. 10. С. 131–151.
12. Руднева Л.В. Зообентос горных водотоков бассейна Верхней Оби: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1995. 24 с.

13. Тарасов А.Г., Тарасова Г.В. Бентосток нижней части среднего течения р. Урал // Биология внутр. вод. 1997. № 1. С. 59–64.
14. Тесленко В.А. Обзор фауны веснянок (Plecoptera) Восточно-Маньчжурских гор // Растительный и животный мир заповедника “Кедровая Падь”. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 63–90.
15. Чебанова В.В. Динамика дрейфа беспозвоночных в лососевых реках разного типа (юго-восток Камчатки) // Гидробиол. журн. 1992. Т. 28. № 4. С. 31–39.
16. Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океаногр., 2009. 172 с.
17. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.
18. Astakhov M.V. Stratifying drift sampler // Amurian Zool. J. 2012. V. 4. № 1. P. 3–8.
19. Berner L. M. Limnology of the lower Missouri River // Ecology. 1951. V. 32. P. 1–12.
20. Bishop J.E., Hynes H.B.N. Downstream drift of the invertebrate fauna in a stream ecosystem // Arch. Hydrobiol. 1969. Bd. 66. S. 56–90.
21. Brittain J.E., Eikeland T.J. Invertebrate drift – A review // Hydrobiologia. 1988. V. 166. P. 77–93.
22. Elliott J.M. Invertebrate drift in a Dartmoor stream // Arch. Hydrobiol. 1967. Bd. 63. S. 202–237.
23. Johansen M., Elliot J.M., Klemetsen A. Diel fluctuations in invertebrate drift in a Norwegian stream north of the Arctic circle // Norw. J. Entomol. 2000. V. 47. № 2. P. 101–112.
24. Loskutova O.A. Drift of stoneflies in rivers of the European north of Russia // Aquat. Insects. 2009. V. 31. S. 1. P. 419–427.
25. Müller K. Diurnal Rhythm in “Organic Drift” of *Gammarus pulex* // Nature. 1963. V. 198. № 4882. P. 806–807.

Invertebrate Drift in the Piedmont Part of the Kedrovaya River (Primorsky Region, Russia) in Warm Season

M. V. Astakhov

*Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch,
690022 Vladivostok, 100-letiya Vladivostoka Avenue, 159, Russia*

Diurnal dynamics of invertebrate drift in the Kedrovaya River (Primorsky region, Russia), which flows in the zone of influence of the monsoon climate, has been studied. It has been shown that drifting invertebrates tend to shift from predominantly daytime drift pattern to distinguished nocturnal drift pattern during frost-free period. The ratio of total number of nighttime migrants to total number of daytime migrants increased with every subsequent month. It has been proposed that the degree of light contrast between day and night can be significant in the regulation of the intensity of nocturnal drift.

Keywords: drifting invertebrates, Diptera, Ephemeroptera, stream, diurnal dynamics