ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ЯКОВЛЕВИЧА ЛЕВАНИДОВА
Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings
2008 Вып. 4

ОСЕННИЙ ДРИФТ В РЕКЕ КЕДРОВОЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

М.В. Астахов

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022, Россия. E-mail: mvastakhov@mail.ru

Исследование в лососевой реке Приморского края показало, что октябрьское снижение количества организмов в дрифте не является свидетельством прекращения миграционной активности реофильных беспозвоночных в холодный период года. С массовым отрождением в конце осени зимующих генераций интенсивность дрифта снова возрастает. В ряду сентябрь–октябрь–ноябрь выявлена тенденция к смещению активности дрифта в первую половину ночи.

AUTUMN DRIFT IN THE KEDROVAYA RIVER (PRIMORYE TERRITORY)

M.V. Astakhov

Institute of Biology and Soil Sciences, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, 100 let Vladivostoku Avenue, 159, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: mvastakhov@mail.ru

The research of samples from a salmon river in Primorsky region (Russia) revealed that the drift organism amount decrease in October does not witness the termination of rheophil invertebrates migration activity during the cold part of a year. With the wintering generations mass bearing in the end of the autumn, drift intensity increases back. In the row: September–October–November a tendency for the drift activity displacement to the first half of a night was displayed.

Важность исследований дрифта речного бентоса (перемещения беспозвоночных вниз по течению) общеизвестна и подчеркивалась неоднократно (Леванидова, Леванидов, 1962; Леванидов, Леванидова, 1979, 1981; Богатов, 1984, 1994; Waters, 1972; Brittain, Eikeland, 1988; и др.). В проточных экосистемах дрифт происходит на протяжении всего года (Waters, 1966; Hemsworth, Brooker, 1979). Однако изучение этого процесса осуществляется главным образом лишь в период вегетации, а представленные в мировой литературе немногочисленные материалы круглогодичных наблюдений касаются преимущественно регионов со сравнительно мягким климатом.

Информация о дрифте в потоках, покрытых в холодное время года льдом и снегом, крайне ограничена. В последнем обзоре (Svendsen et al., 2004) упоминаются всего две публикации, затрагивающие эту проблему. В одной даются сведения о подледном сносе водных беспозвоночных на севере Европейской части России (Шубина, Мартынов, 1990), в другой – в Скалистых горах североамериканского штата Вайоминг (Pennuto et al., 1998).

Несмотря на более чем полувековую историю исследований дрифта на Дальнем Востоке, в соответствующей литературе отсутствуют данные о сносе беспозвоночных после завершения периода вегетации. По нашему мнению, это обусловлено не только сложностью взятия проб при отрицательных температурах, но и применением орудий лова с крупноячеистыми (ячея > 500 мкм) фильтрующими конусами. При работе с такими сетка-

ми плохо учитывается мейофауна, в том числе недавно отродившиеся личинки. В результате, после вылета летних генераций амфибиотических насекомых, может складываться представление о полном прекращении дрифта в осенний период, поэтому исследователи часто ставят под сомнение целесообразность изучения дрифта в холодное время года.

Нами была поставлена задача изучить процесс сноса беспозвоночных в одной из лососевых рек юга Приморского края (Россия) в период перехода речного сообщества к функционированию в условиях ледостава. Данная публикация освещает результаты наших исследований осенью 2006 г.

Материал и методика

Работы были проведены осенью 2006 г. в среднем течении р. Кедровая, берущей начало на склонах Восточно-Маньчжурских гор и впадающей в Амурский залив Японского моря. Большая часть реки (за исключением нижнего, равнинного участка) протекает по территории заповедника «Кедровая Падь» и не подвержена антропогенному влиянию. Протяженность р. Кедровая – 18 км (Ресурсы.., 1964). Площадь водосбора – 45,4 км^2 (Ежегодные.данные.., 1987). Долина реки узкая, ограничена хребтами, поросшими смешанным лесом. Ширина водотока в среднем течении – 10–15 м, средняя глубина – 0,3–0,4 м. Русло преимущественно галечное, в верхнем течении характеризуется большими уклонами – до 20° (Васильев и др., 1985). В летнюю межень расход воды – 1,5–2,5 м^3/с (Леванидова и др., 1977). Содержание кислорода близко к полному насыщению, жесткость – 0,322 мг-экв/л (Тиунова, 1993), pH равен 7,7 (Резвой, 1931).

Река протекает в зоне влияния муссонного климата. Летом здесь господствуют воздушные массы, приносящие большое количество осадков, а зимы суровы и малоснежны. Дождевые паводки наблюдаются с конца апреля по октябрь. Первые ледовые явления отмечаются с конца октября. Замерзает р. Кедровая в первой половине декабря. Толщина льда на отдельных участках достигает 1,5 м (Васильев и др., 1984). Вскрытие реки происходит в апреле. В конце зимы в связи с оттепелями отмечаются суточные колебания уровня – до 0,3 м (Васильев и др., 1985). Во время летних тайфунов уровень воды в реке может подниматься более чем на 2 м. Согласно нашим наблюдениям температура воды в реке изменяется от +0,1°С зимой, до +19,6°С в конце лета. Среднегодовая температура воздуха в районе работ + 4°С, средняя продолжительность безморозного периода – 180 дней (Васильев и др., 1985).

Сбор дрейфующих в потоке организмов проводили пробоотборником, состоящим из трех сетных конусов. Размер ячеи каждого конуса – 220 мкм, высота входной рамки – 0,1 м, ширина – 0,25 м. Время экспозиции – 300 с. Пробоотборник устанавливали таким образом, чтобы суммарная высота его сетных конусов была равна глубине потока. Скорость течения измеряли гидрометрической вертушкой ГР-55 на трёх горизонтах, соответствующих положению в реке конусов пробоотборника: у дна, в толще воды, у поверхности.

Материал собирали 23–22.09, 21–22.10 и 20–21.11.2006 г.: сентябрьская серия – с 07.00 до 19.00 каждые два часа, с 19.00 до 07.00 каждый час; октябрьская и ноябрьская серии – в 09.00, 13.00, 15.00, 19.00, а с 21.00 до 07.00 каждый час. Время декретное. Всего было отобрано 144 пробы, которые фиксировали 4%-ым водным раствором формальдегида.

За период наблюдений произошло снижение среднесуточных показателей температуры: воды – на 8,5ºС, воздуха – на 12ºС. Динамика суточного хода температур во время сбора материала представлена на рис. 1.

Таксономическая идентификация беспозвоночных выполнена автором под контролем специалистов: Т.С. Вшивковой и С.Л. Кочариной (Trichoptera), Т.М. Тиуновой (Ephemeroptera), В.А. Тесленко (Plecoptera), К.А. Семенченко (Hydracarina). Автор также признателен М.А. Макарченко, О.В. Зориной, В.С. Сидоренко, Г.Ш. Лаферу, А.С. Лелею

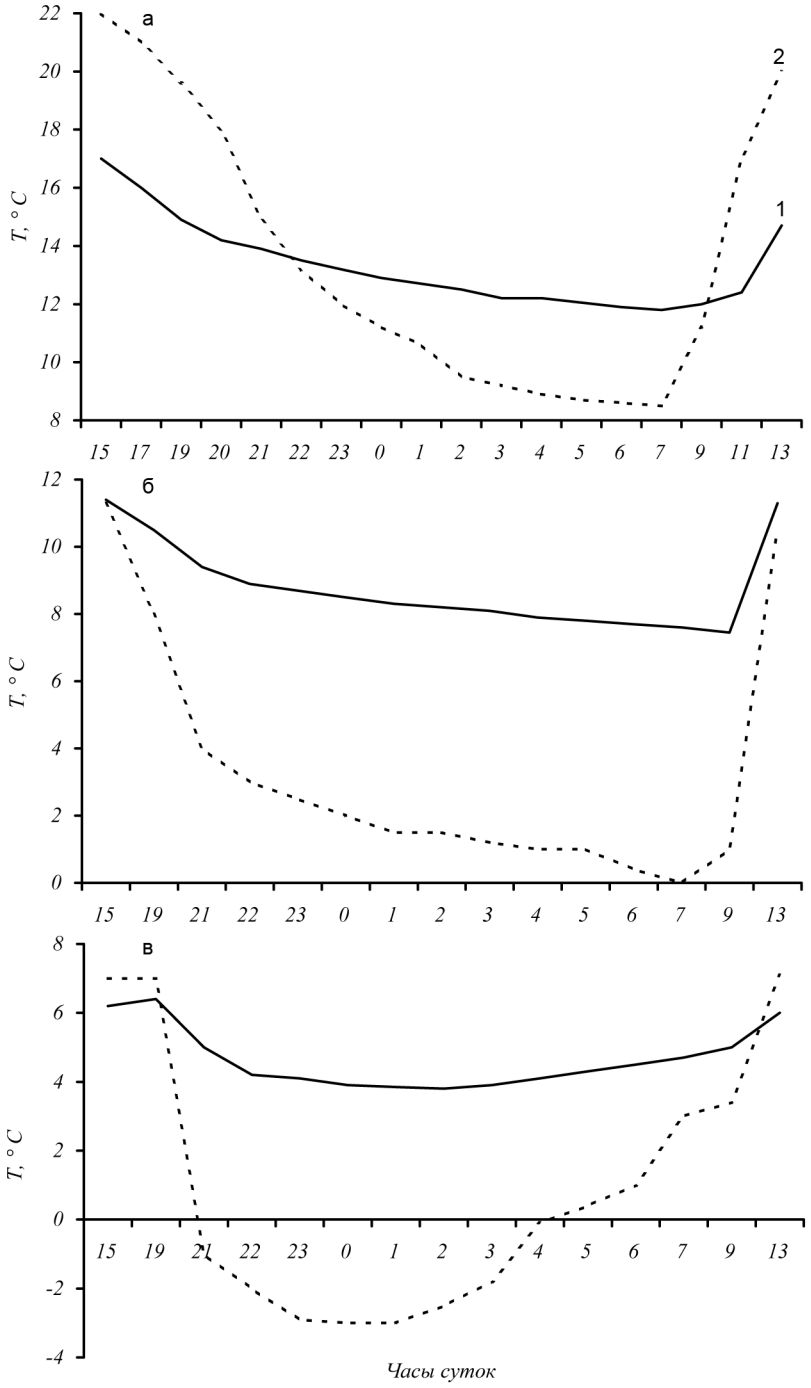

Рис. 1. Суточный ход температур: 1 – воды, 2 – воздуха. а – 22–23.09.2006 г.; б – 21–22.10.2006 г.; в – 20–21.11.2006 г.

(БПИ ДВО РАН) и Е.И. Барабанщикову (ТИНРО-Центр) за консультации по определению представителей прочих групп.

Количество (Nt_i, экз./м^2/ч) организмов, снесённых за учётный интервал времени (t_i = 3600 с) через сечение потока шириной 1 м и высотой, равной высоте каждого горизонта потока, определяли следующим образом: Nt_i = *[улов, экз. / (площадь входного отверстия*

конуса, м² × скорость в конусе, м/с × время экспозиции, с)] × (площадь сечения потока, м² × скорость потока, м/с × учетный интервал времени, с). Данное выражение – обобщенный алгоритм схемы, рекомендованной к применению при исследовании дрифта (Богатов, 1994, 2005). Аналогично рассчитывали и показатель биомассы (Bt_i, мг/м²/ч). Интегральную величину дрифта учетного интервала получали, суммируя Nt_i или Bt_i каждого горизонта. Величину суточного дрифта (экз./м²/сут, или мг/м²/сут) определяли как сумму результатов каждого часа.

При определении структурной иерархии дрейфующих беспозвоночных (табл. 1, 2) автор пользовался критериями Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (Леванидов, 1977; Леванидов, Леванидова, 1979): 15 % и более от численности (биомас-

Таблица 1

Иерархическая структура дрифта в р. Кедровая осенью 2006 г.

Дата	Доминанты	Субдоминанты	Второстепенные	Малозначащие
22–23.09.2006 г.	Ephemeroptera (32,8) Diptera (23) Trichoptera (15)	Hydracarina (10) Amphipoda (5,9)	Oligochaeta (3,7) Plecoptera (2,4) Аллохтонная фракция (5,6)	Coleoptera (0,7) Ostracoda (0,4) Collembola (0,2) Oribatida (0,1) Daphniiformes (0,1) Nematoda (0,1)
21–22.10.2006 г.	Ephemeroptera (34,2) Hydracarina (16,7) Diptera (15,8)	Trichoptera (9,6) Amphipoda (8,4)	Plecoptera (4,3) Collembola (3,7) Oligochaeta (3) Coleoptera (1,8) Аллохтонная фракция (2,5)	-
20–21.11.2006 г.	Ephemeroptera (31,7) Diptera (28,4)	Oligochaeta (14,3) Hydracarina (12)	Collembola (4,8) Plecoptera (2,3) Coleoptera (1,8) Trichoptera (1,3) Nematoda (1)	Copepoda (0,8) Amphipoda (0,8) Oribatida (0,3) Аллохтонная фракция (0,5)

Примечание. В скобках указана доля (%) от общей численности.

Таблица 2

Иерархическая структура дрифта в р. Кедровая осенью 2006 г.

Дата	Доминанты	Субдоминанты	Второстепенные	Малозначащие
22–23.09.2006 г.	Ephemeroptera (49,8) Amphipoda (16,6)	Trichoptera (12) Diptera (11,3)	Plecoptera (2,1) Hydracarina (2) Coleoptera (1,5) Oligochaeta (1,2) Аллохтонная фракция (3,4)	Oribatida (<0,1) Collembola (<0,1) Ostracoda (<0,1) Daphniiformes (<0,1) Nematoda (<0,1)
21–22.10.2006 г.	Amphipoda (27,9) Trichoptera (21,7) Ephemeroptera (17,8) Diptera (16,9)	Аллохтонная фракция (6,7)	Plecoptera (4) Hydracarina (1,8) Coleoptera (1,7) Oligochaeta (1)	Collembola (0,5)
20–21.11.2006 г.	Ephemeroptera (32) Diptera (28,2)	Oligochaeta (12,4) Trichoptera (6,1) Coleoptera (5,2)	Hydracarina (4,6) Plecoptera (4,6) Amphipoda (3,5) Collembola (2,5)	Copepoda (0,3) Oribatida (0,2) Nematoda (0,1) Аллохтонная фракция (0,3)

Примечание. В скобках указана доля (%) от общей биомассы.

сы) – доминанты; 5–14,9 % – субдоминанты; 1–4,9 % – второстепенные; менее 1 % – малозначащие. Смена доминантов на видовом уровне прослежена на примере ведущей группы (табл. 3, 4). Ритмика дрифта лидирующего вида каждой серии показана на одной диаграмме с графиками общего сноса беспозвоночных и ведущей группы (рис. 2). Информация о

Таблица 3

Иерархическая структура дрифта поденок в р. Кедровая осенью 2006 г.

Дата	Доминанты	Субдоминанты	Второстепенные	Малозначащие
22–23.09.2006 г.	*Baetis (Acentrella) sibiricus* Kazl. (59,3)	*Baetis fuscatus* L. (12,1) *Epeorus gornostajevi* Tshern. (9,1) *Baetis pseudothermicus* Kluge (8,6)	*Cinygmula* sp. (3,4) *Cincticostella tshernovae* Bajk. (2,7) *Leptophlebia chocolata* Iman. (1,8) *Cincticostella levanidovae* Tshern. (1,6)	*Epeorus rubeus* Tiunova (0,7) *Ephemera strigata* Eaton (0,3) *Ephemerela kozhovi* (?) Bajk (0,2) *Ecdyonurus aurarius* Kluge (0,2)
21–22.10.2006 г.	*Epeorus gornostajevi* Tshern. (49,1) *Baetis pseudothermicus* Kluge (26,3)	*Cinygmula* sp. (7) *Baetis (Acentrella) sibiricus* Kazl.(5,3) *Drunella* sp. (5,2)	*Baetis fuscatus* L. (1,8) *Cincticostella tshernovae* Bajk. (1,8) *Leptophlebia chocolata* Iman. (1,8) *Ephemera strigata* Eaton (1,7)	-
20–21.11.2006 г.	*Drunella* sp. (36,2) *Baetis pseudothermicus* Kluge (32,3) *Epeorus gornostajevi* Tshern. (21,3)	*Ephemerella kozhovi* Bajk. (8,7)	-	*Leptophlebia chocolata* Iman. (0,8) *Ephemera strigata* Eaton (0,7)

Примечание. В скобках указана доля (%) от численности.

Таблица 4

Иерархическая структура дрифта поденок в р. Кедровая осенью 2006 г.

Дата	Доминанты	Субдоминанты	Второстепенные	Малозначащие
22–23.09.2006 г.	*Baetis (Acentrella) sibiricus* Kazl. (55,7) *Baetis fuscatus* L. (24,3)	*Epeorus rubeus* Tiunova (11,7)	*Cincticostella tshernovae* Bajk. (2,4) *Baetis pseudothermicus* Kluge (2,1) *Epeorus gornostajevi* Tshern. (1) *Cincticostella levanidovae* Tshern. (1) *Cinygmula* sp. (1)	*Leptophlebia chocolata* Iman. (0,6) *Ephemerella kozhovi* (?) Bajk. (0,1) *Ephemera strigata* Eaton (<0,1) *Ecdyonurus aurarius* Kluge (<0,1)
21–22.10.2006 г.	*Baetis (Acentrella) sibiricus* Kazl. (44,3) *Epeorus gornostajevi* Tshern. (28,7)	*Cinygmula* sp. (8) *Baetis pseudothermicus* Kluge (7,5) *Leptophlebia chocolata* Iman. (5,7)	*Cincticostella tshernovae* Bajk. (3,6)	*Ephemera strigata* Eaton (0,9) *Baetis fuscatus* L. (0,8) *Drunella* sp. (0,5)
20–21.11.2006 г.	*Epeorus gornostajevi* Tshern. (40,4) *Baetis pseudothermicus* Kluge (27,7) *Drunella* sp. (17,1)	*Leptophlebia chocolata* Iman. (10,7)	*Ephemerella kozhovi* Bajk. (3,1) *Ephemera strigata* Eaton (1)	-

Примечание. В скобках указана доля (%) от биомассы.

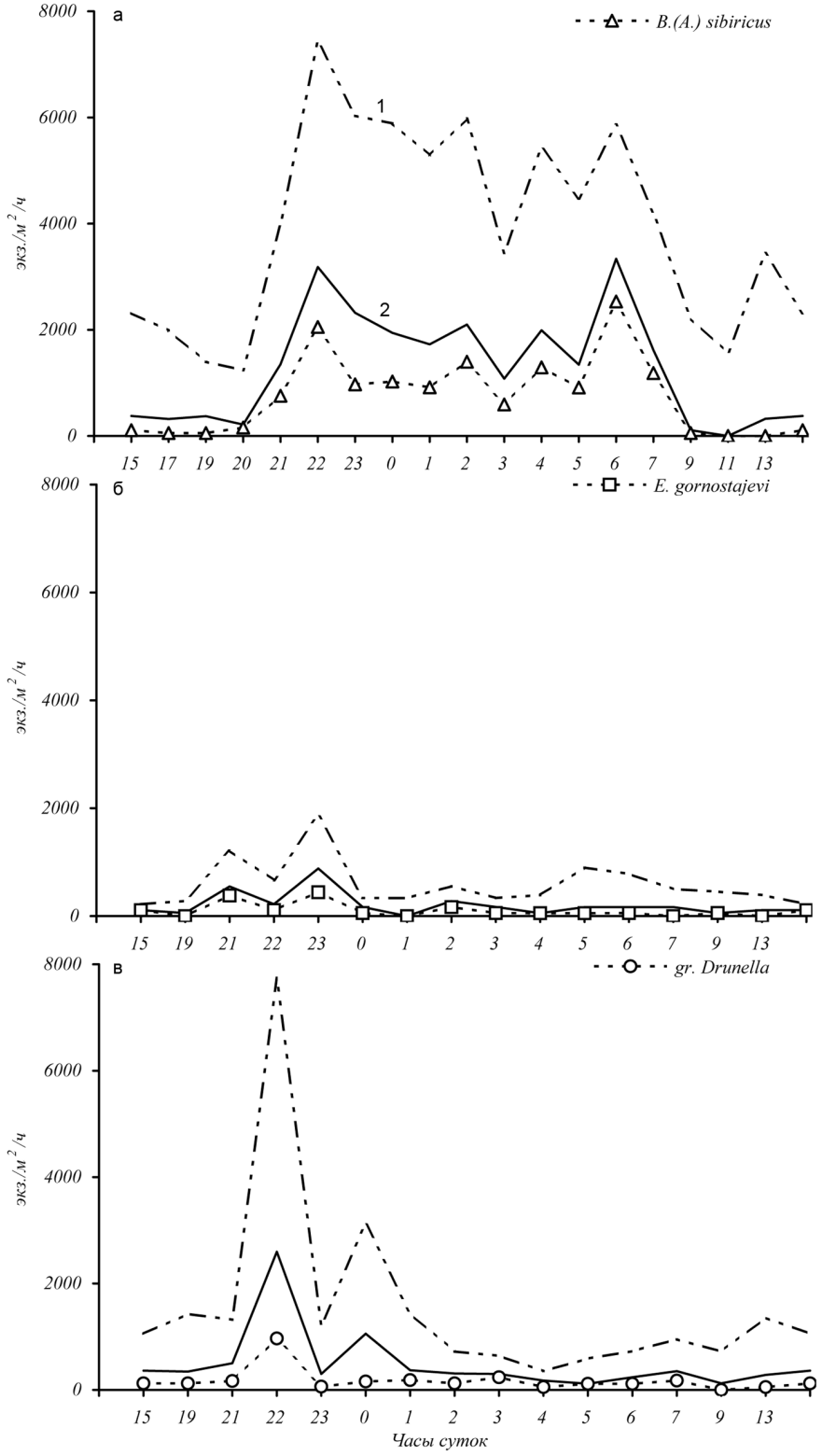

Рис. 2. Дрифт беспозвоночных: 1 – суммарный, 2 – личинок поденок, доминирующих видов поденок (обозначения на графиках). а – 22–23.09.2006 г.; б – 21–22.10.2006 г.; в – 20–21.11.2006 г.

динамике суточного дрифта большинства групп представлена в виде рисунков (рис. 3–5) и таблиц (табл. 1–5).

Для выявления специфики дрифта каждой серии сутки разбивали на четыре промежутка (первая и вторая половина ночи, первая и вторая половина дня), продолжительность которых зависела от длины световой фазы. Продолжительность ночи определяли как период между окончанием вечерних сумерек и началом утренних. Количество организмов в темновую и световую фазу суток приведено в долях (%) от величины суточного сноса,

Таблица 5

Доля участия организмов в дрифте (по численности)

Группа	Период	Параметры	22–23.09.2006 г.	21–22.10.2006 г.	20–21.11.2006 г.
Ephemeroptera	Ночь	%	92,7	89,4	86,7
		П:В	1,3:1	2,9:1	3,9:1
	День	%	7,3	10,6	13,3
		П:В	1:2,8	1:1	1:2,5
Diptera	Ночь	%	65,5	84,6	88,9
		П:В	1,7:1	1:2,1	4,9:1
	День	%	34,5	15,4	11,1
		П:В	1,5:1	1:1	1:2,4
Trichoptera	Ночь	%	87,5	93,6	80
		П:В	1,3:1	2:1	1:3
	День	%	12,5	6,4	20
		П:В	1:1,5	В	В
Amphipoda	Ночь	%	100	100	100
		П:В	1,3:1	1,3:1	В
	День	%	0	0	0
		П:В	–	–	–
Plecoptera	Ночь	%	93,8	71,5	100
		П:В	1,3:1	1:1,5	3,3:1
	День	%	6,2	28,5	0
		П:В	В	1:1	–
Oligochaeta	Ночь	%	81,6	79,4	73,3
		П:В	1,7:1	1:3,1	9,3:1
	День	%	18,4	20,6	26,7
		П:В	1:1,2	П	1:1,6
Coleoptera	Ночь	%	88,7	100	100
		П:В	3:1	1:2,1	2,3:1
	День	%	11,3	0	0
		П:В	В	–	–
Collembola	Ночь	%	33,8	33,4	100
		П:В	П	П	17,2:1
	День	%	66,2	66,6	0
		П:В	1:1	3:1	–
Hydracarina	Ночь	%	63,5	85,8	63,1
		П:В	2,2:1	6,9:1	1,7:1
	День	%	36,5	14,2	36,9
		П:В	1:1,9	3,1:1	1:1,6
Общий дрифт	Ночь	%	80,4	85,5	83,6
		П:В	1,5:1	1,7:1	3,9:1
	День	%	19,6	14,5	16,4
		П:В	1:1	1,7:1	1:1,8

Примечание. **%** – доля от суточной величины; П – дрифт в первую половину периода; В – дрифт во вторую половину периода.

а разница количественных характеристик в первую и во вторую половину каждой фазы указана в виде соотношения (табл. 5).

Результаты

22–23.09.2006 г. В дрифте было зарегистрировано тринадцать групп водных организмов (автохтонная фракция): Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera, Hydracarina, Amphipoda, Oligochaeta, Plecoptera, Coleoptera, Ostracoda, Collembola (Isotomidae), Oribatida, Daphniiformes, Nematoda. Аллохтонная фракция дрифта (наземные беспозвоночные) была представлена перепончатокрылыми, равнокрылыми, двукрылыми, почвенными ногохвостками и пауками.

Основу дрифта формировали личинки Ephemeroptera (табл. 1, 2), подавляющее большинство которых совершало миграции в темное время суток – с 20:37 до 07:32. Максимум их численности – 14,1 % – был отмечен в 06:00 (рис. 2,а и 3,г). Во вторую половину световой фазы дрейфовало почти втрое больше поденок, чем в первую (табл. 5). Среди дрейфующих Ephemeroptera преобладали виды семейства Baetidae: *Baetis (Acentrella) sibiricus* Kazl., *Baetis fuscatus* L., *Baetis pseudothermicus* Kluge – при доминировании *B. (A.) sibiricus* (табл. 3, 4). Суточная периодичность дрифта *B. (A.) sibiricus* определяла ход миграций всего отряда (рис. 2,а).

Личинки Trichoptera также тяготели к сносу в первой половине ночи, однако наибольшее их количество – 12 % – было отмечено в 05:00 (рис. 3,а).

Миграции Diptera были приурочены преимущественно к темному периоду – днем дрейфовало около трети учтенного количества двукрылых (табл. 5). Максимум их сноса – 10,3 % – наблюдался в 13:00 (рис. 3,ж).

Дрифт Amphipoda был зарегистрирован только в ночное время (рис. 4,а; табл. 5). В первую половину темного периода дрейфовало 57%, а во вторую – 43% учтенных за серию бокоплавов. Подавляющее большинство представителей этой группы – 16,5 % – было отмечено в 00:00.

Суммарный дрифт сентябрьской серии (экз./м^2/сут) составил не менее 72 тыс. организмов, а с учетом биомассы (мг/м^2/сут) – не менее 28,7 тыс. мг.

Дрифт беспозвоночных наблюдался преимущественно в темное время суток (табл. 5). При этом в первую половину ночи дрейфовало 47,9%, а во вторую – 32,5% учтенных за серию особей. Наивысший пик общего сноса – 10,3 % суточной величины – был зафиксирован в 22:00.

21–22.10.2006 г. В составе дрифта было отмечено девять групп водных беспозвоночных: Ephemeroptera, Hydracarina, Diptera, Trichoptera, Amphipoda, Plecoptera, Collembola (Isotomidae), Oligochaeta, Coleoptera. Аллохтонная фракция дрифта была представлена жесткокрылыми и пауками. Основу бентостока формировали Ephemeroptera, Hydracarina и Diptera (табл. 1). По биомассе доминировали Amphipoda, Trichoptera, Ephemeroptera и Diptera (табл. 2).

Дрифт Ephemeroptera происходил в основном в темное время суток – с 19:50 до 08:04, при этом в первую половину ночи дрейфовало почти втрое больше личинок этого отряда, чем во вторую (табл. 5). Пик их миграционной активности – 28 % – был зарегистрирован в 23.00. В сносе лидировали представители семейства Heptageniidae – личинки *Epeorus gornostajevi* Tshern. (табл. 3, 4). В светлое время суток личинки *E. gornostajevi* были зафиксированы только утром и в начале второй половины дня. В остальном ритмика их сноса соответствовала таковой всех поденок (рис. 2,б).

Личинки Trichoptera в первую половину дня не мигрировали, а в первую половину ночи дрейфовало 62,2 % учтенных за серию представителей этого отряда. Максимум их активности – 18,4 % – наблюдался в 23:00 (рис. 3,б).

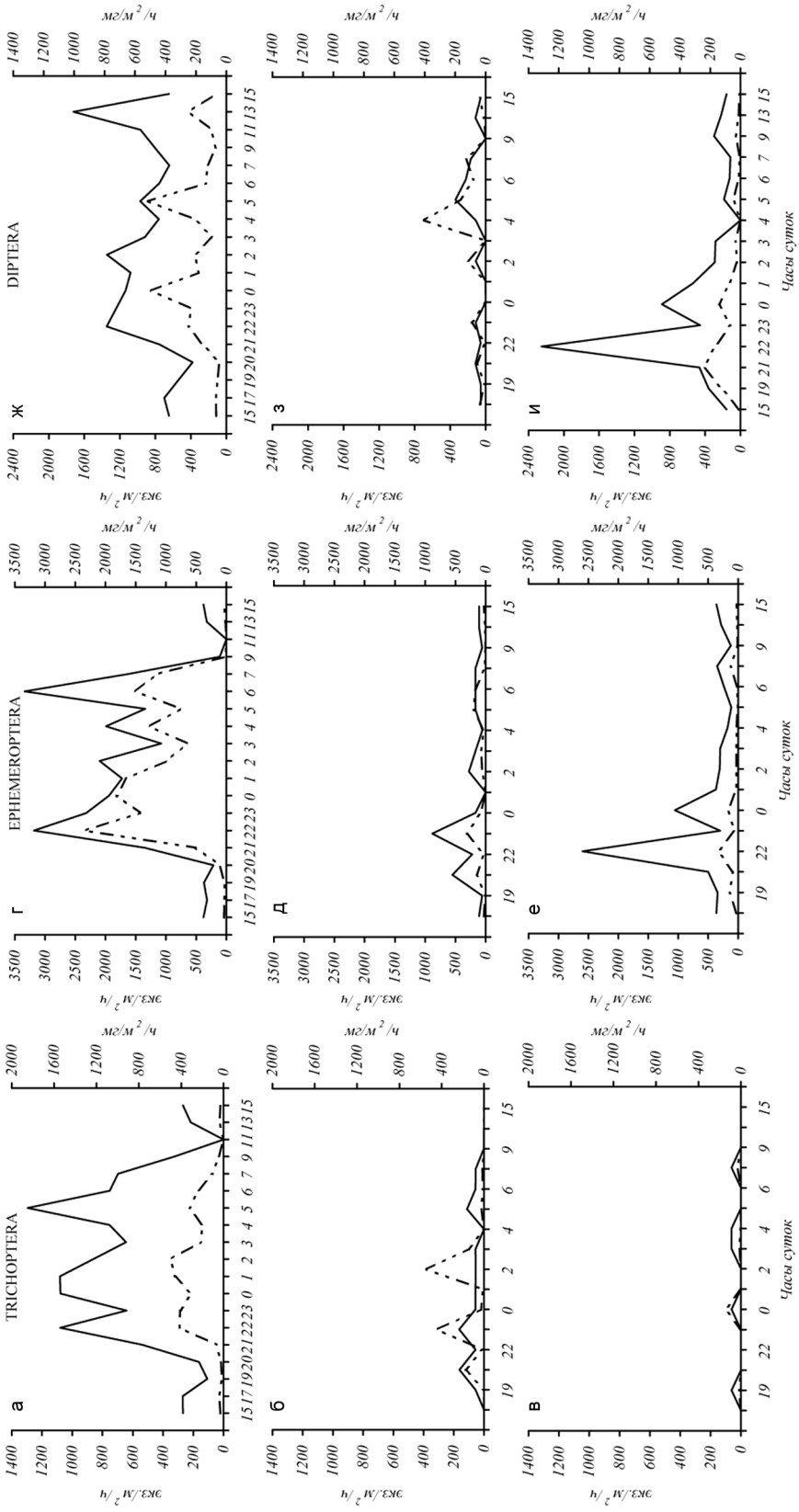

Рис. 3. Дрифт Trichoptera, Ephemeroptera и Diptera в р. Кедровая: 1 – численность, 2 – биомасса. а, г, ж – 22–23.09.2006 г.; б, д, з – 21–22.10.2006 г.; в, е, и – 20–21.11.2006 г.

Большая часть Diptera – 57,7 % – мигрировала во вторую половину темного периода, а пик их численности – 23,2 % – был отмечен в 05:00 (рис. 3,з).

В дрифте Amphipoda сохранилось то же соотношение, что и в сентябре, – 57% в первую половину ночи и 43% во вторую (табл. 5), однако в октябре максимум их активности – 28,4 % – был зафиксирован на три часа раньше, в 21:00 (рис. 4,б).

Октябрьская серия характеризуется общим снижением количественных показателей сноса почти для всех групп (исключая ногохвосток). Суммарный дрифт серии (экз./м^2/сут) составил не менее 9 тыс. организмов, а с учетом биомассы (мг/м^2/сут) – не менее 6,5 тыс. мг.

Большинство организмов октябрьской серии поднималось в толщу потока в ночное время (табл. 5). При этом в первую половину ночи дрейфовало 54%, а во вторую – 31,5% учтенных за серию особей. Наибольшее количество мигрантов – 20,4 % суточной величины – было отмечено в 23:00 (рис. 2,б).

20–21.11.2006 г. В пробах дрифта было обнаружено двенадцать групп водных беспозвоночных: Ephemeroptera, Diptera, Oligochaeta, Hydracarina, Collembola (Isotomidae), Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Nematoda, Copepoda, Amphipoda, Oribatida. Аллохтонная фракция дрифта состояла только из почвенных ногохвосток. В дрифте доминировали Ephemeroptera и Diptera (табл. 1, 2).

Поденки дрейфовали главным образом в темное время суток – с 19:16 до 08:40, при этом максимальное их количество было отмечено в 22:00 – 35 % и в 00:00 – 14,2 %. В составе отряда доминировали личинки gr. *Drunella* (Ephemerellidae). Данная группа объединяет отрождающихся в октябре *D. criptomeria* Iman., *D. solida* Bajk. и *D. tricantha* Tshern., видовая идентификация которых на начальных стадиях онтогенеза вызывает затруднения (Тиунова, 1993). В динамике дрифта gr. *Drunella* была выявлена некоторая специфика: отсутствие второго пика в полночь и прекращение миграций в первой половине дня (рис. 2,в).

Личинки Trichoptera в ноябрьском дрифте встречались единично (рис. 3,в). Днем ручейники не мигрировали.

В первую половину ночи дрейфовало почти в пять раз больше Diptera, чем во вторую (табл. 5). Максимум их численности – 34 % – наблюдался в 22:00.

Amphipoda подвергались сносу в небольшом количестве и исключительно в предутренние сроки (рис. 4,в).

В сумме дрифт ноябрьской серии (экз./м^2/сут) составил не менее 23 тыс. организмов, а с учетом биомассы (мг/м^2/сут) – не менее 3,5 тыс. мг.

Беспозвоночные ноябрьской серии мигрировали преимущественно ночью (табл. 5). При этом в первую половину темного периода дрейфовало 66,6 %, а во вторую – 17 % учтенных за серию особей. Наибольшее количество мигрантов – 33,1 % суточной величины – было зарегистрировано в 22:00 (рис. 2,в).

Обсуждение

Осенью 2006 г. основным компонентом дрифта в р. Кедровая являлись личинки Ephemeroptera, на примере которых была прослежена последовательная смена видов-доминантов: в сентябре лидировали личинки *Baetis (Acentrella) sibiricus* Kazl (Baetidae), в октябре – личинки *Epeorus gornostajevi* Tshern. (Heptageniidae), а в ноябре – личинки gr. *Drunella* (Ephemerellidae). Сентябрьские доминанты – нимфы *B. (A.) sibiricus* – в основном были представлены особями с хорошо развитыми крыловыми чехликами, что свидетельствовало о скором массовом вылете этой летней формы. К концу октября вылет *B. (A.) sibiricus* еще продолжался и благодаря своим размерам личинки данного вида доминировали по биомассе (табл. 4). В ноябрьском дрифте нимфы *B. (A.) sibiricus* уже отсутствовали. В

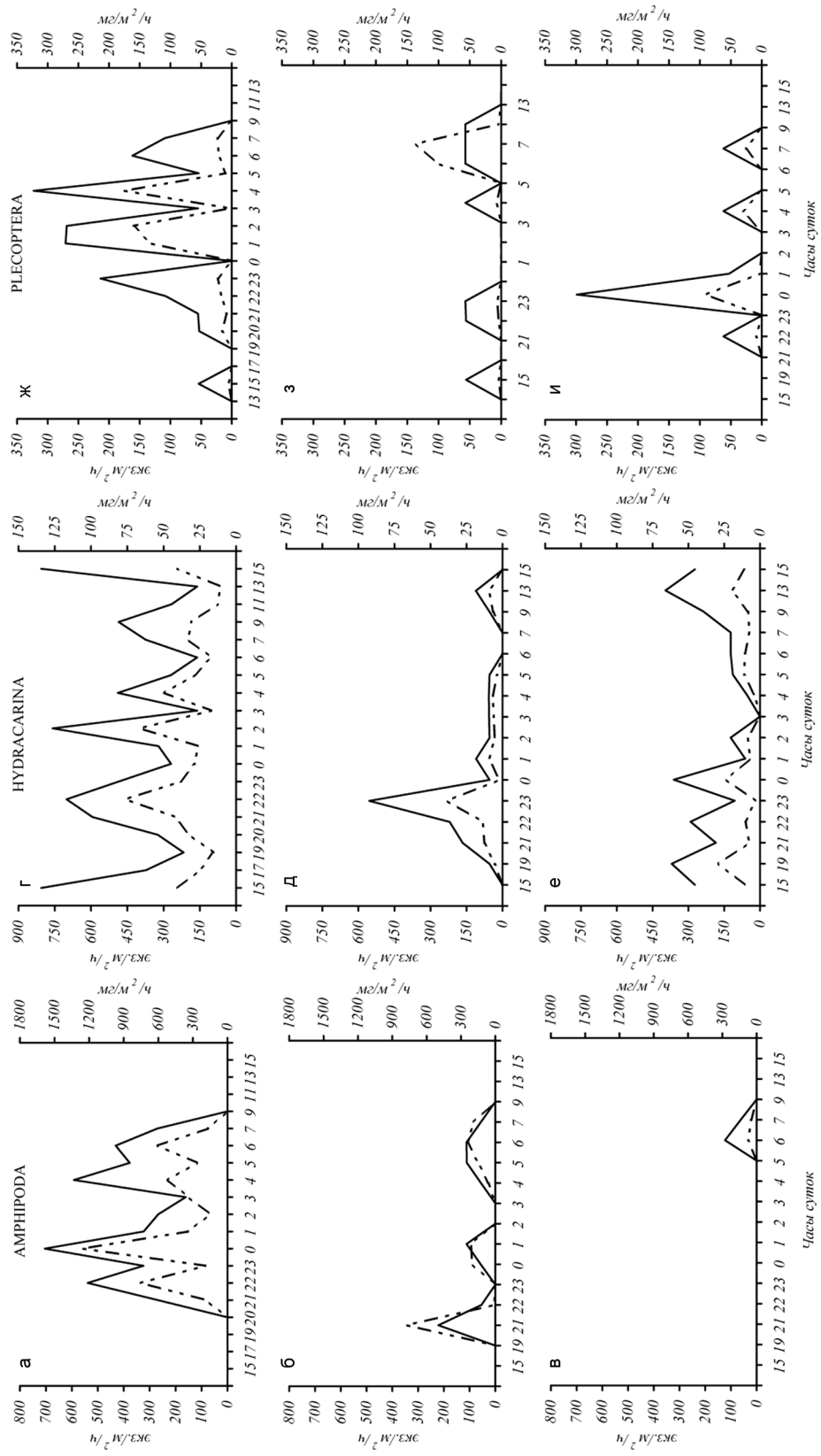

Рис. 4. Дрифт Amphipoda, Hydracarina и Plecoptera в р. Кедровая: 1 – численность, 2 – биомасса. а, г, ж – 22–23.09.2006 г.; б, д, з – 21–22.10.2006 г.; в, е, и – 20–21.11.2006 г.

сентябре будущие октябрьские доминанты – личинки *E. gornostajevi* – являлись субдоминантами по численности и входили в категорию второстепенных по биомассе (табл. 3, 4). По данным Т.М. Тиуновой (1993), личинки этого вида начинают отрождаться ещё в конце августа, но из-за их медленного роста даже к концу октября популяция *E. gornostajevi* в р. Кедровая бывает представлена только особями I возраста. С этим согласуются и наши результаты: средняя масса личинок *E. gornostajevi* в пробах октябрьской серии составляла всего 0,2 мг. Второе место среди доминантов по биомассе для личинок *E. gornostajevi* было обеспечено их большим количеством. В ноябре, заняв лидирующее положение в весовой структуре отряда, нимфы *E. gornostajevi* уступили первое место по численности личинкам gr. *Drunella* (табл. 3, 4), отрождение которых происходит во второй половине октября (Тиунова, 1993). В дрифте октябрьской серии личинки gr. *Drunella* играли самую незначительную роль в иерархической структуре по биомассе. Тем не менее к ноябрю они занимали уже третье место среди доминантов по этому показателю (табл. 4).

Во всех трех сериях дрифт происходил главным образом ночью. В сентябре наибольшая интенсивность сноса у всех беспозвоночных наблюдалась в первую половину этого времени суток (табл. 5). В октябре у Diptera, Plecoptera, Coleoptera и Oligochaeta проявилась склонность к дрифту во вторую половину темного периода (рис. 3,з; 4,з; 5,б, з). В результате представители указанных групп обеспечили дополнительный пик общего сноса во второй половине темновой фазы (рис. 2,б). Однако дисбаланс дрифта в пользу первой половины ночи в октябре сохранился и даже увеличился – с 1,5:1 до 1,7:1. В ноябре ночная активность Diptera, Plecoptera, Coleoptera и Oligochaeta снова сместилась в первую половину темновой фазы (рис. 3,и; 4,и; 5,в,и; табл. 5). При этом суточная ритмика дрифта двукрылых оказалась близкой к таковой у Ephemeroptera (рис. 3,е,и). Как и у поденок, пик миграционной активности двукрылых был зафиксирован в 22:00. В этот же час были отмечены максимумы для олигохет – 50,4% и ногохвосток семейства Isotomidae – 64,3% (рис. 5,е,и). Ногохвостки, прежде дрейфовавшие преимущественно днем, в ноябре были обнаружены только среди ночных мигрантов, с преобладанием сноса в первой половине темного периода (табл. 5). Только Amphipoda и Trichoptera не проявляли тенденции к максимальному дрифту в первой половине темновой фазы. Общее количество беспозвоночных, мигрировавших в первую половину ночи, почти вчетверо превысило аналогичный показатель сноса во вторую (табл. 5). Таким образом, наблюдаемая на протяжении осени тенденция к смещению активности ночного дрифта в начало темновой фазы (по мере приближения зимы), проявилась в ноябре уже более отчетливо (рис. 2,в). Для объяснения этой тенденции имеющихся в нашем распоряжении данных недостаточно. Отметим лишь, что пик ночного максимума в ноябре совпал по времени с понижением температуры воды в реке до 4ºС (рис. 1,в; 2,в). При такой температуре пресная вода обладает наивысшей плотностью, что может отражаться на условиях передвижения беспозвоночных в толще потока.

В октябрьских сборах общее количество дрейфующих организмов оказалась в 7,8 раза ниже аналогичного показателя сентябрьской серии. Снижение численности по группам распределялось следующим образом: Ephemeroptera – в 7,5 раза; Hydracarina – в 4,7 раза; Diptera – в 11,4 раза; Trichoptera – в 12,1 раза; Amphipoda – в 5,5 раза, Plecoptera – в 4,4 раза; Oligochaeta – в 9,5 раза; Coleoptera – в 2,9 раза. В то же время количество дрейфовавших Collembola (Isotomidae) – по сравнению с данными сентября – выросло вдвое. В октябре общее снижение интенсивности дрифта было установлено и на других реках: В.Я. Леванидовым и И.М. Леванидовой (1981) на р. Хор (бассейн Уссури), В.Н. Шубиной (2006) на р. Щугор (бассейн Печоры).

В ноябре в р. Кедровой продолжала снижаться миграционная активность Trichoptera и Amphipoda. По сравнению с сентябрем количество дрейфующих ручейников снизилось в 34,8 раза, что было обусловлено завершением водного этапа в развитии большинства Trichoptera. В сентябре в дрифте участвовали представители десяти семейств данного от-

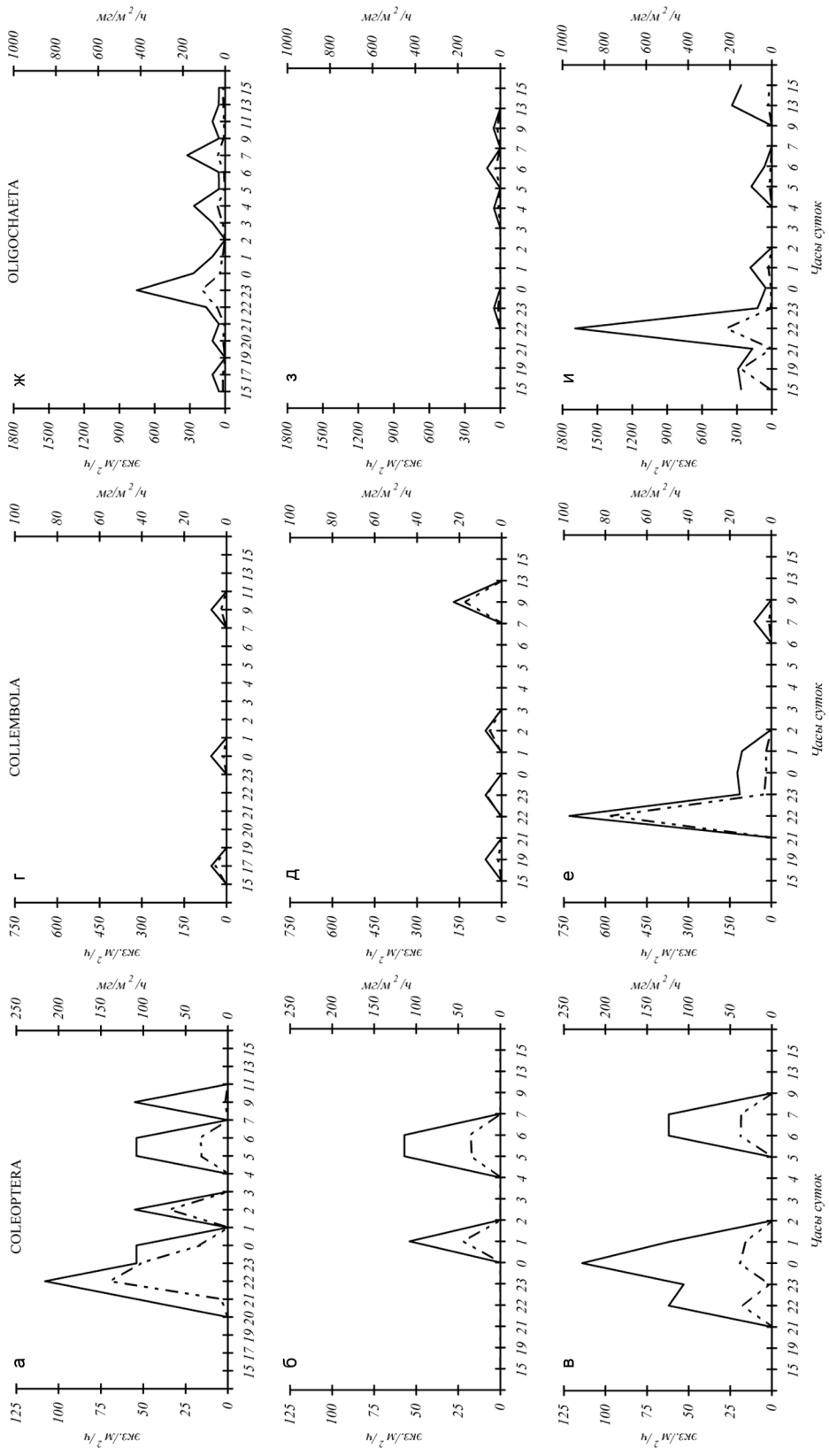

Рис. 5. Дрифт Coleoptera, Collembo la и Oligochaeta в р. Кедровая: 1 – численность, 2 – биомасса. а, г, ж – 22–23.09.2006 г.; б, д, з – 21–22.10.2006 г.; в, е, и – 20–21.11.2006 г.

ряда, в октябре – четырех, в ноябре – только трех. Интенсивность сноса Amphipoda – по сравнению с сентябрем – снизилась в 23 раза. Вероятно, это объясняется сезонным перемещением разноногих в подрусловой поток р. Кедровая и в ее притоки, а также снижением двигательной активности этих ракообразных в холодное время года. Отметим, что массовые миграции бокоплавов в притоки реки осенью и обратные миграции весной наблюдались неоднократно (устное сообщение Т.М. Тиуновой).

Независимо от снижения активности ручейников и амфипод общее количество дрейфовавших в ноябре организмов по сравнению с данными октябрьской серии возросло в 2,5 раза (см. Результаты). Относительно низкая биомасса объясняется преобладанием в ноябрьском дрифте мелких, недавно отродившихся личинок. Повышение численности мигрантов в ноябре по сравнению с октябрем было отмечено для большинства групп: Ephemeroptera – в 2,4 раза; Hydracarina – в 1,8 раза; Diptera – в 4,5 раза; Plecoptera – в 1,4 раза; Coleoptera – в 2,5 раза; Oligochaeta – в 12 раз. Численность дрейфовавших Collembola (Isotomidae) по сравнению с сентябрем выросла в 7 раз.

Таким образом, снижение количественных показателей дрифта в октябре не является свидетельством прекращения миграционной активности реофильных беспозвоночных в холодный период года. С массовым отрождением зимующих личинок, интенсивность дрифта снова возрастает. Полученные результаты не согласуются с указанием И.М. Леванидовой (1982) на то, что «к осени» дрифт «совершенно затухает». Вероятно, такое заключение было обусловлено использованием в исследованиях фильтрующих конусов из газа № 14, ячея которых почти втрое крупнее ячеи наших сачков и слабо улавливает мейофауну. Вывод о прекращении дрифта в осенний период мог быть связан с вылетом летних амфибионтов, личинки которых до момента линьки на имаго хорошо облавливались крупноячеистыми сетками.

Автор благодарен В.В. Богатову (БПИ ДВО РАН) за критические замечания, сделанные при чтении рукописи.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума Российской академии наук (проект 06–1–П11–023).

Литература

Богатов В.В. 1984. Дрифт речного бентоса // Биология пресных вод Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 107–120.

Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.

Богатов В.В. 2005. Основные методы изучения дрифта речного бентоса // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 5–17.

Васильев Н.Г., Харкевич С.С., Шибнев Ю.Б. 1984. Заповедник «Кедровая Падь». М.: Лесн. пром-сть. 197 с.

Васильев Н.Г., Матюшкин Е.Н., Купцов Ю.В. 1985. Заповедник «Кедровая Падь» // Заповедники СССР. Заповедники Дальнего Востока. М.: Мысль. С. 269–291.

Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1987. Т. 1, вып. 21 (1986). Государственный водный кадастр. Владивосток. 261 с.

Леванидов В.Я. 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 126–159.

Леванидов В.Я., Леванидова И.М. 1979. Дрифт водных насекомых в реке Амур // Систематика и экология рыб континентальных водоемов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 3–26.

Леванидов В.Я., Леванидова И.М. 1981. Дрифт личинок насекомых в крупной предгорной реке на примере р. Хор (бассейн Уссури) // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 22–37.

Леванидова И.М., Леванидов В.Я. 1962. К вопросу о миграциях донных беспозвоночных в толще воды дальневосточных рек // Изв. ТИНРО. Т. 48. С. 178–189.

Леванидова И.М., *Леванидов В.Я.*, *Макарченко Е.А.* 1977. Фауна водных беспозвоночных заповедника «Кедровая падь» // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 3–43.

Леванидова И.М. 1982. Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera Plecoptera и Trichoptera. Л.: Наука. 215 с.

Резвой П.Д. 1931. Научные результаты Дальневосточной гидрофаунистической экспедиции Зоологического музея в 1927 г. II. Краткий очерк исследованных экспедицией водоемов // Ежегодник Зоол. музея АН СССР. Т. 31, вып. 3/4 (1930). Л.: Изд-во АН СССР. С. 495–496.

Ресурсы поверхностных вод СССР. 1964. Т. 18,вып. 2. Л.: Гидрометеоиздат. 84 с.

Тиунова Т.М. 1993. Поденки реки Кедровая и их эколого-физиологические характеристики. Владивосток: Дальнаука. 196 с.

Шубина В.Н., *Мартынов В.Г.* 1990. Дрифт донных беспозвоночных в лососевых реках европейского Севера СССР в период ледостава // Гидробиол. журн. Т. 26, № 6. С. 27–31.

Шубина В.Н. 2006. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука. 401 с.

Brittain J.E., *Eikeland T.J.* 1988. Invertebrate drift–A review // Hydrobiologia. Vol. 166. P. 77–93.

Hemsworth R.J., *Brooker M.P.* 1979. The rate of downstream displacement of macroinvertebrates in the upper Wye, Wales // Holarctic Ecology. Vol. 2. P. 130–136.

Pennuto C.M., *deNoyelles Jr.F.*, *Conrad M.A.*, *Vertucci F.A.*, *Dewey S. L.* 1998. Winter macroinvertebrate communities in two montane Wyoming streams // Great Basin Naturalist Vol. 58, N 3. P. 231–244.

Svendsen C.R., *Quinn T.*, *Kolbe D.* 2004. Review of Macroinvertebrate Drift in Lotic Ecosystems (Final Report. Manuscript 25 October 2004. 92 p.). – http://www.seattle.gov/light/environment/WildlifeGrant/Projects/MacroinvertebrateDrift.pdf.

Waters T.F. 1966. Production rate, population density and drift of stream invertebrate // Ecology. Vol. 47. P. 595–604.

Waters T.F. 1972. The drift of stream insects // Ann. Rev. Entomol. Vol. 17. P. 253–272.