

УДК 574.587 УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

**ДРИФТ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В МАЛОМ ЛЕСНОМ ВОДОТОКЕ о. САХАЛИН (БЕЗЫМЯННЫЙ РУЧЕЙ – ПРИТОК р. МИЦУЛЕВКА) В БЕЗЛЕДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА****В. С. Лабай** (v.labaj@yandex.ru)**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)****Сахалинский филиал («СахНИРО»)  
Россия, г. Южно-Сахалинск, 693023, ул. Комсомольская, 196**

**Лабай В. С.** Дрифт беспозвоночных в малом лесном водотоке о. Сахалин (безымянный ручей – приток р. Мицулевка) в безледный период года // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2021. – Т. 17. – С. 174–186.

Описана суточная и сезонная динамика сиртона малого безымянного ручья – притока р. Мицулевка на юге о. Сахалин. У дрейфующих донных беспозвоночных на протяжении безледного периода наблюдается преимущественно ночной тип дрейфа. Основу дрейфа во все месяцы составляли бокоплавы. Отмечается влияние длины светового дня на время наибольшей интенсивности ночного дрейфа. Наблюдается связь между биомассой бентоса и биомассой сиртона. Бентосток малых безрыбных лесных водотоков формирует значительную часть кормовых ресурсов бентоядных рыб эфиритрали «лососевых» рек о. Сахалин.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** дрейфующие беспозвоночные, бокоплавы, ручей, суточная динамика, сезонная динамика.

**Табл. – 1, ил. – 5, библиогр. – 26.**

**Labay V. S.** Invertebrate drift in the small forest stream of Sakhalin Island (the unnamed stream – a tributary of the Mitsulevka river) in ice-free season // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the “SakhNIRO”. – Yuzhno-Sakhalinsk : “SakhNIRO”, 2021. – Vol. 17. – P. 174–186.

The daily and seasonal dynamics of sirtion from small unnamed stream – a tributary of Mitsulevka river in the south of Sakhalin Island is described. Drifting benthic invertebrates has the mostly nocturnal type of the drift throughout of the ice-free period. The bases of the drift in all months were amphipods. Noted the influence of the length of daylight on the time of most intensity of a night drift. There is a correlation between the biomass of a benthos and the biomass of a sirtion. The benthic outflow of small forest fish-free streams forms a significant part of the food resources of benthophagic fishes of epiritral of the "salmon" river of Sakhalin Island.

**KEYWORDS:** drifting invertebrates, Amphipoda, stream, diurnal dynamics, seasonal dynamics.

**Tabl. – 1, fig. – 5, ref. – 26.**

## ВВЕДЕНИЕ

Речным потоком переносятся различные живые организмы. Собственно «дрифтом» называется процесс перемещения организмов в речном потоке вниз по течению (Waters, 1972). Дрейфующих в толще воды водных беспозвоночных называют автохтонным дрифтом, попавших в воду с суши или воздуха – аллохтонным. Для обозначения совокупности дрейфующих организмов, находящихся в толще воды, используют специальный термин – «сиртон» (Berner, 1951).

При изучении особенностей функционирования речных сообществ основное внимание уделяют дрейфу донных беспозвоночных. Наличие дрейфа обеспечивает целостность ареала донных беспозвоночных, их расселение по водотоку, реколонизацию участков дна после катастрофических природных явлений и антропогенного воздействия, кормовую базу рыб (Лабай, Роготнев, 2008; Лабай и др., 2015; Чебанова, 2009, Naman et al., 2016). Посредством дрейфа гидробионтов происходит масштабное расселение водных организмов, осуществляются внутривидовые связи и контакты между локальными сообществами, образуется поток питательных веществ и сброс излишков продукции донных сообществ верхних участков реки (Богатов, 1994; Леванидов, 1969; Waters, 1972). Дрейфующие организмы являются основным источником пищи для многих видов рыб, особенно в эфиритрали, где собственной продукции бентоса не хватает, чтобы обеспечить кормовым ресурсом рыбное население (Лабай и др., 2015).

В теплое время года в реках Дальнего Востока в масштабах циркадного ритма, как правило, максимальное количество дрейфующих организмов отмечается в сумеречные и ночные (предрассветные) часы, а минимальное – днем (Астахов, 2019; Богатов, 1994). Тип циркадного ритма при наличии преобладающего пика в начале ночи называется «бигеминус», перед рассветом – «альтернанс» (Allan, 2006). Зимой суточная периодичность дрейфа может меняться, и дневной тип дрейфа преобладает над ночным (Астахов, 2014; Богатов, Астахов, 2011). Общая динамика дрейфа формируется путем наложения ритмов сноса представителей разных таксономических групп, либо определяется активностью только одной. На количественное обилие отбираемого дрейфового материала влияет морфология и протяженность донных участков, расположенных непосредственно выше по течению от створов отбора проб (Астахов, 2019).

Опубликованных данных по дрейфу донных беспозвоночных в реках о. Сахалин крайне мало (Живоглядова и др., 2015; Жуйкова, 1974; Жульков, Шершнев, 1975; Канидьев, Жуйкова, 1971; Фроленко, 1965). В межгодовом и сезонном аспектах и применительно к отдельным биотопам дрейфт описан на бассейновом водотоке оз. Тунайча – р. Ударница (Френкель, 2003, 2011) и в р. Лютога с притоками (Лабай и др., 2015).

Собственные ресурсы кормового бентоса отдельных участков малых водотоков о. Сахалин не могут обеспечить существование имеющейся ихтиофауны, в связи с чем основную роль в поставках кормовых беспозвоночных, вероятно, играет дрейфт (Лабай и др., 2015). Вместе с тем роль малых безрыбных водотоков, как основных поставщиков кормовой животной органики в заселенные ихтиофауной участки реки, до сих пор плохо описана.

Цель работы – оценка сезонных особенностей суточной динамики дрейфта в типичном малом лесном безрыбном водотоке о. Сахалин.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в безымянном ручье – притоке р. Мицулевка – в окрестностях г. Южно-Сахалинск (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема района исследований. Кругом отмечен участок отбора проб  
**Fig. 1.** Schematic map of the study area. The circle marks the sampling site

Выполнено шесть круглосуточных серий сборов: 11–12.06.2015, 09–10.07.2015, 13–14.08.2015, 15–16.09.2015, а также 29–30.04.2016 и 27–28.05.2016. Устойчиво ясная погода наблюдалась при проведении июньской – сентябрьской серий. В апрельскую и майскую даты сборов иногда шел снег. Температура воды в апреле варьировалась от 4,74 до 6,27°C, в мае от 6,14 до 9,43°C, в июне от 6,19 до 9°C, в июле от 7,35 до 9,71°C, в августе от 8,2 до 9,4°C. В сентябре при амплитуде 7,7–10,9°C отмечена самая высокая за весь период исследования среднесуточная температура воды (8,95°C).

Скорость течения в точке наблюдений в апреле варьировалась в пределах 0,186–0,254 м/с, в мае – 0,152–0,194 м/с, в июне – 0,127–0,261 м/с, в июле – 0,084–0,137 м/с, в августе – 0,109–0,147 м/с и в сентябре – 0,022–0,101 м/с.

Дрейфующих беспозвоночных отлавливали сачком с прямоугольным входным отверстием (ширина 0,3 м, высота 0,2 м); длина фильтрующего кону-

са – 0,6 м, размер ячеи – 220 мкм. Так как глубина потока была заметно меньше высоты входного отверстия сачка, то вертикальная составляющая створа облова оценивалась по глубине потока (измерялась линейкой, прикреплённой к одной из вертикальных планок входной рамки).

Отбор проб дрефта проводился в соответствии с существующими гидро-биологическими методиками (**Богатов, 1994; Методические рекомендации..., 2003**). Скорость течения измеряли гидрометрической вертушкой ISUZU № 1396 в створе сачка во время отбора проб. Продолжительность ночи определяли как временной промежуток между окончанием вечерних сумерек и началом утренних. В темный период суток материал отбирали каждый час, днем – каждые 4 ч. Время экспозиции – 5 мин. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формальдегида.

Количество беспозвоночных, снесенных за 1 ч через сечение сачка, определяли с учетом объема воды, профильтрованной сачком за время экспозиции (**Богатов, 1994**). Биомассу оценивали аналогично. Валовые показатели интенсивности дрефта (экз./сут., или мг/сут.) определяли как сумму соответствующих показателей каждого часа. Доминирующими в дрефте считали беспозвоночных, составлявших  $\geq 10\%$  валовых показателей.

Для выявления связи между биомассой сиртона и биомассой бентоса рассчитывалась линейная регрессия и коэффициент корреляции Спирмена (**Кобзарь, 2006**). Выбор коэффициента ранговой корреляции Спирмена, имеющий ограничения по размеру сравниваемых рядов от 6 до 40, был обусловлен небольшим объемом выборки (шесть пар данных).

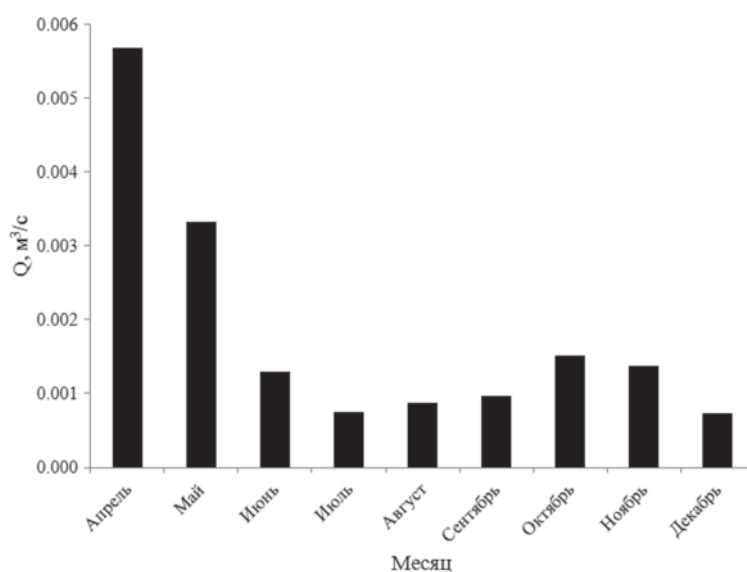
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Условия среды.** Описание водотока и макрозообентоса представлено по **В. С. Лабаю (2020)**. Обследованный ручей является притоком первого порядка р. Мицулевка и имеет длину 3,3 км (**Ресурсы поверхностных..., 1963**); на створе исследований относится к кренали. Ширина водотока в месте работ составляет 0,4–1 м. Пойма выражена слабо, поросшая ивой.

Грунт дна представлен дресвой с песком и, незначительно, глиной. На участках со слабой скоростью течения – преимущественно песчаный и глинистый со скоплениями детрита.

Становление льда отмечается в декабре, разрушение ледового покрова – в апреле. В сезонном ходе расхода воды на створе (**рис. 2**) наблюдается два основных паводка: весенний и осенний. В весенний паводок (апрель) расход воды был равен  $0,0057 \text{ м}^3/\text{с}$ ; в осенний (октябрь) –  $0,0015 \text{ м}^3/\text{с}$ . Летняя межень отмечается с июля по сентябрь, когда расход воды составлял  $0,0008\text{--}0,001 \text{ м}^3/\text{с}$ . В декабре начинается зимняя межень, что приводит к резкому снижению расхода воды до  $0,0007 \text{ м}^3/\text{с}$ . В январе, после промерзания водотока до дна расход воды не фиксировался.

Годовой ход температуры воды характеризуется наличием летнего максимума в сентябре (в среднем за сутки –  $8,95^\circ\text{C}$ ; амплитуда –  $7,4\text{--}10,9^\circ\text{C}$ ). Учитывая относительно низкую температуру воды в теплый период года и отсутствие ледового покрова в ноябре, когда температура воды составила  $4,85^\circ\text{C}$  при отрицательной температуре воздуха, можно уверенно говорить, что на данном створе преобладает ключевое питание.



**Рис. 2.** Сезонная динамика расхода воды  $Q$  на обследованном створе ручья б/н – притоке р. Мицулевка в 2015–2016 гг.

**Fig. 2.** Seasonal dynamics of water flow  $Q$  at the surveyed part of the unnamed stream – the tributary of Mitsulevka River, 2015–2016

Концентрация растворенного кислорода в воде в течение всего периода наблюдений была высокой (100–108% насыщения) и, видимо, обусловлена небольшой глубиной водотока и фотосинтетической деятельностью водной растительности. Минимальное количество растворенного кислорода в воде регистрировалось в утренние часы, максимальное – во второй половине дня.

На данном створе отсутствовала ихтиофауна, что создавало хорошие условия (наряду с массовым поступлением растительного детрита из вневодной среды) для обильного развития макрозообентоса.

В видовом составе бентоса преобладают амфибиотические насекомые, но основу численности и биомассы на протяжении всего теплого периода формируют гомотопные водные организмы: бокоплавцы и плоские черви. Характерной особенностью макробентоса кренали является высокая численность (более 2 000 экз./м<sup>2</sup>) донных организмов. Минимальная численность донных гидробионтов отмечалась в июне (3 922±468 экз./м<sup>2</sup>), максимальная (24 042±2 490 экз./м<sup>2</sup>); еще один период высокой численности – апрель (14 119±1 522 экз./м<sup>2</sup>). Отмечено два периода низкой удельной биомассы – в декабре (12,66±1,32 г/м<sup>2</sup>) и в июне (14,34±1,76 г/м<sup>2</sup>). Наблюдалось два пика биомассы – в мае (38,00±3,95 г/м<sup>2</sup>) и в сентябре (61,96±7,36 г/м<sup>2</sup>).

Из-за преобладания гомотопных гидробионтов структура донных сообществ из месяца в месяц довольно устойчива и слабо изменчива. В теплый период года (с июня по октябрь, включительно) доминантами донного сообщества были бокоплавцы *Gammarus lacustris* Sars, 1863 и турбеллярии рода *Dendrocoelopsis*, которые совместно формировали 70,2–92,9% от общей биомассы макрозообентоса. В холодный период года (с ноября по май) кодоминантом донного сообщества были также неопределенные до вида личинки комаров звонцов (10,4–16,0%) (Лабай, 2020).

**Состав и динамика сиртона.** Среди дрейфовавших в безымянном ручье беспозвоночных наибольшую активность проявляли разноногие раки (Amphipoda), а также представители двукрылых (Diptera), а именно хирономид (Chironomidae), а также турбеллярии (Turbellaria). По численности личинки двукрылых были значимы в апреле и в мае, бокоплавывы – в течение всего периода наблюдений, турбеллярии – в мае, августе и сентябре (табл.).

Таблица

**Численность (в числителе – экз./м<sup>2</sup>/сут.) и биомасса (в знаменателе – г/м<sup>2</sup>/сут.) сиртона в безымянном ручье – притоке р. Мицулевка**

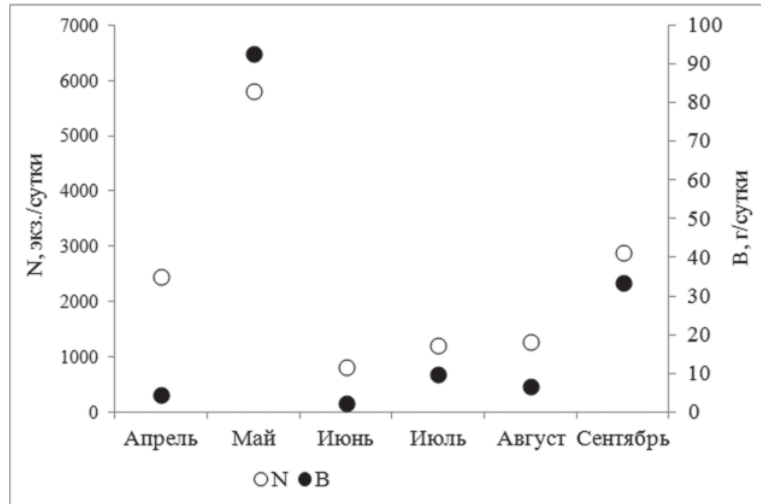
Table

**Density (in the numerator, ind./m<sup>2</sup>/day) and biomass (in the denominator, g/m<sup>2</sup>/day) of the sirton in an unnamed stream – a tributary of Mitsulevka River**

Группа	Месяц					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Turbellaria	$\frac{75}{0,134}$	$\frac{583}{1,739}$	$\frac{54}{0,109}$	$\frac{86}{0,222}$	$\frac{239}{0,414}$	$\frac{627}{0,620}$
Acarina	–	$\frac{27}{0,003}$	$\frac{8}{0,0001}$	$\frac{9}{0,004}$	–	–
Amphipoda	$\frac{517}{3,139}$	$\frac{3\ 605}{87,149}$	$\frac{412}{2,037}$	$\frac{525}{8,490}$	$\frac{797}{6,233}$	$\frac{2\ 259}{32,761}$
Collembola	$\frac{194}{0,019}$	$\frac{398}{0,066}$	$\frac{85}{0,008}$	$\frac{482}{0,187}$	$\frac{32}{0,011}$	–
Ephemeroptera	–	–	–	$\frac{9}{0,003}$	$\frac{80}{0,017}$	–
Plecoptera	$\frac{25}{0,007}$	$\frac{27}{0,019}$	$\frac{31}{0,054}$	–	–	–
Trichoptera	–	$\frac{27}{0,981}$	–	$\frac{9}{0,645}$	$\frac{21}{0,001}$	–
Diptera	$\frac{1\ 635}{1,119}$	$\frac{1\ 140}{2,537}$	$\frac{179}{0,207}$	$\frac{86}{0,238}$	$\frac{96}{0,099}$	–
Прочие	–	–	$\frac{39}{0,005}$	–	–	–
Всего	$\frac{2\ 445}{4,419}$	$\frac{5\ 805}{92,492}$	$\frac{808}{2,421}$	$\frac{1\ 204}{9,790}$	$\frac{1\ 265}{6,775}$	$\frac{2\ 886}{33,381}$

Доминантами по биомассе в течение всего периода мониторинга были амфиподы (Amphipoda), представленные единственным видом *G. lacustris* (71–98% от общей биомассы сиртона), только в апреле кодоминантами являлись личинки двукрылых (Diptera) (25%). Меньшую роль в сиртоне играли плоские черви (Turbellaria) – 1,9–6,1%. Прочие группы были малозначимы (см. табл.)

Максимальные валовые показатели интенсивности дрейфа зафиксированы в мае, минимальные – в июне; очередной рост численности и биомассы отмечен в сентябре (рис. 3). Сезонная динамика численности и биомассы соответствуют таковым для бентоса на этом же створе (Лабай, 2020).



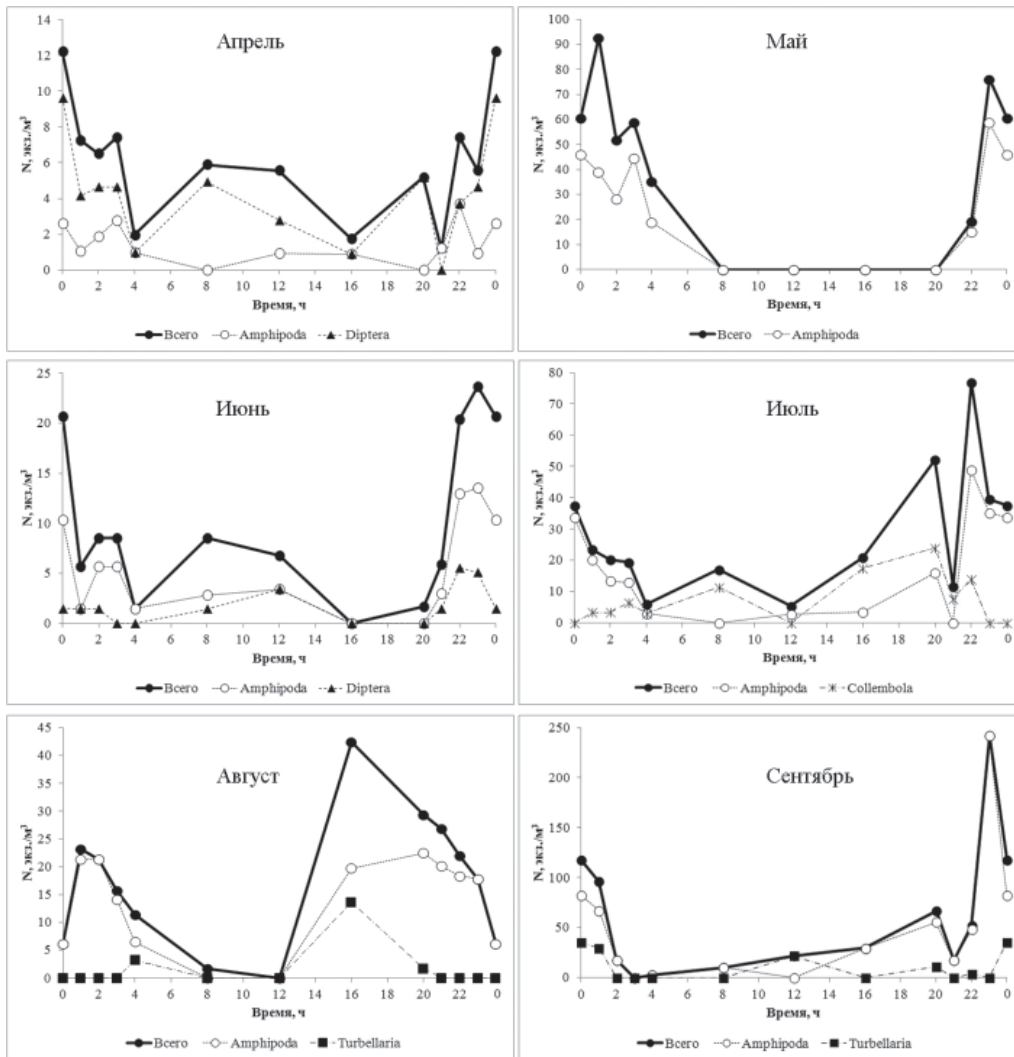
**Рис. 3.** Динамика дрефта донных беспозвоночных через  $1 \text{ м}^2$  сечения потока безымянного ручья – притока р. Мицулевка

**Fig. 3.** The dynamics of the drift through the  $1 \text{ m}^2$  of the flow section of unnamed stream – the tributary of Mitsulevka River

Циркадный ритм показателей дрефта в кренали был стандартным для водотоков о. Сахалин и в целом для «лососевых» рек Дальнего Востока России (Астахов, 2014, 2019; Живоглядова и др., 2015; Френкель, 2011) и характеризовался ночным типом дрефта с бимодальной кривой: в сумеречные вечерние часы и в предрассветные часы (рис. 4, 5).

Наблюдения за сезонной изменчивостью дрефта показали довольно интересные результаты. В течение весенних и трех летних месяцев длина видового списка дрефтующих гидробионтов оставалась высокой – 8–13 видов, но в сентябре, при высоких общей численности и биомассе, показатель резко снизился до двух видов.

В апреле наибольшее количество беспозвоночных дрейфовало в темное время суток, однако присутствовал и значительный подъем численности сиртона в светлое время суток (см. рис. 4, 5: апрель). Однако численность дневного сиртона оказалась в 2.1 раза ниже аналогичной величины ночного, а биомасса – в 10 раз. Днем в дрефте участвовало в ~2 раза меньше двукрылых и в 4 раза меньше доминировавших бокоплавов, чем в темный период, при этом ночная биомасса разноногих раков в 16 раз превысила дневную, а у двукрылых оказалась в 1,9 раза выше. Самый высокий показатель общей численности зарегистрирован в 0 ч, когда наблюдался суточный максимум численности двукрылых, а также повторный пик активности бокоплавов. Общая активность мигрантов в первую половину ночи была примерно в два раза выше, чем во вторую половину ночи по численности и почти в 4 раза выше по биомассе. В светлый период беспозвоночные отдавали предпочтение миграциям в первой половине дня.



**Рис. 4.** Суточная динамика численности дрейфующих беспозвоночных через 1 м<sup>2</sup> сечения потока безымянного ручья – притока р. Мицулевка

**Fig. 4.** The diurnal dynamics of the density of drifting invertebrates through 1 m<sup>2</sup> of the flow section of an unnamed stream – the tributary of Mitsulevka River

В мае наибольшее количество и биомасса беспозвоночных зарегистрированы в темное время суток (см. рис. 4, 5: май). Ночные дрейтеры были активнее во второй половине темного периода, однако максимум общей численности зафиксирован в 1 ч. В этот час отмечены пики активности у двукрылых и беспозвоночных категории «прочие», преимущественно кладок амфибиотических насекомых. Во все остальное время активность дрефта определялась сносом бокоплавов. Дневной снос донных беспозвоночных не отмечался вовсе.

В июне наибольшее количество беспозвоночных также дрейфовало в темное время суток, однако присутствовал и значительный подъем численности и менее значительный – биомассы сиртона в светлое время суток



(см. рис. 4, 5: июнь). Однако численность дневного сиртона оказалась в 2,8 раза ниже аналогичной величины ночного, а биомасса – в 7 раз. Днем в дрефте участвовало в ~1,6 раза меньше двукрылых и в 4 раза меньше доминировавших бокоплавов, чем в сумеречный период, при этом ночная биомасса амфипод в 11,4 раза превысила дневную, а у двукрылых оказалась в 4,5 раз выше. Самый высокий показатель общей численности зарегистрирован в 23 ч, когда наблюдался суточный максимум численности и амфипод и двукрылых. Общая активность мигрантов в сумеречные часы была примерно в три раза выше, чем во вторую половину ночи по численности и почти в 4 раза выше по биомассе. В светлый период беспозвоночные отдавали предпочтение миграциям в первой половине дня.

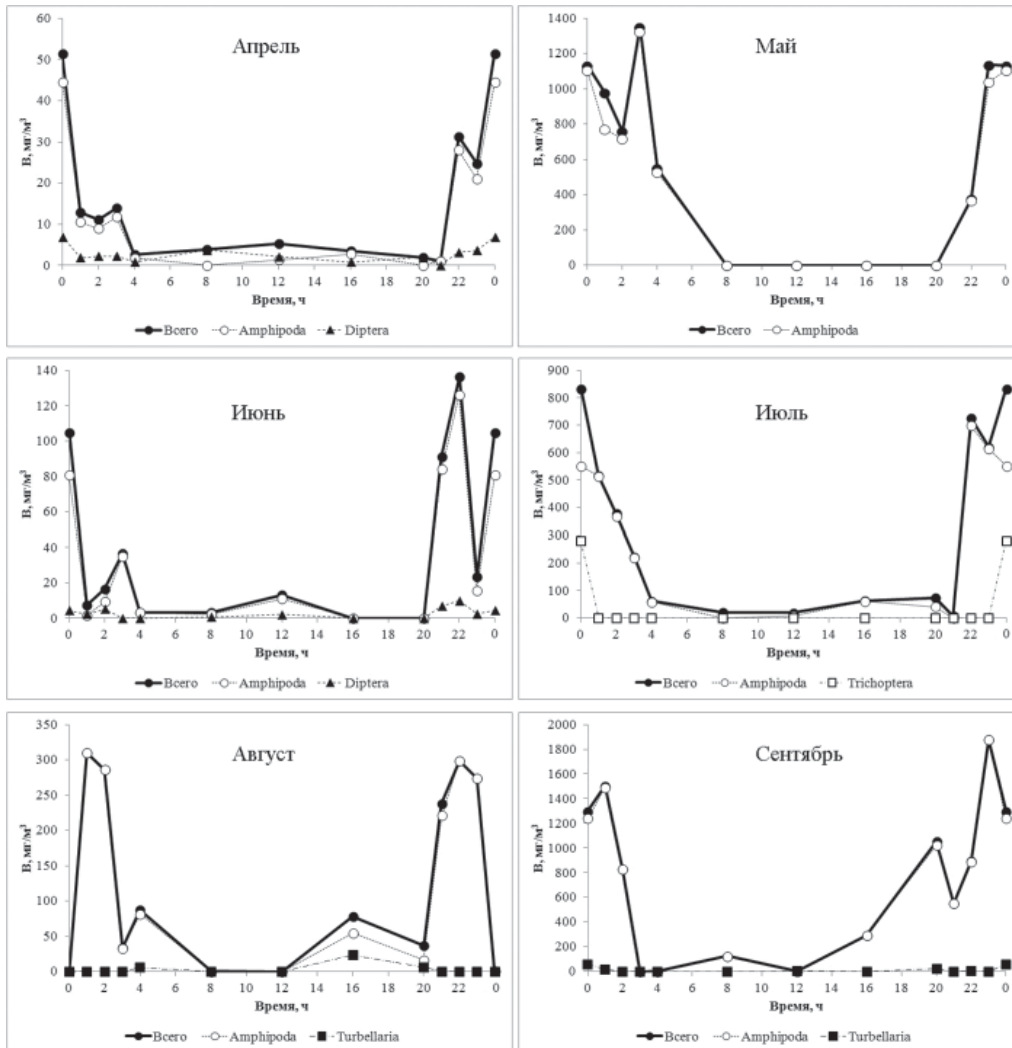


Рис. 5. Суточная динамика биомассы дрейфующих беспозвоночных через 1 м<sup>2</sup> сечения потока безымянного ручья – притока р. Мицулевка

Fig. 5. The diurnal dynamics of the biomass of drifting invertebrates through 1 m<sup>2</sup> of the flow section of an unnamed stream – the tributary of Mitsulevka River

В июле большинство организмов дрейфовало в темное время суток, биомасса ночного сиртона в 13 раз превысила величину дневного (*см. рис. 4, 5: июль*). По численности отмечалось три пика показателя: в 20, в 22 и в 3 ч. В сумерках общая численность дрейфтеров оказалась вдвое выше, чем ночью. Ночной тип дрейфта характеризовал доминировавших бокоплавов. У второй по численности группы – ногохвосток (*Collembola*) – основной снос приходится на предвечерние часы – с пиком в 20 ч. Первый пик валовой биомассы, обусловленный дрейфтом разноногих раков, отмечался в 22 ч; второй (максимальный), где снос бокоплавов совмещался со сносом личинок ручейников, – в 0 ч. Типичный для других месяцев предутренний пик дрейфта в июле отсутствовал.

Сокращение длины светового дня в августе приводит к смещению времени сумеречного и ночного пиков (*см. рис. 4, 5: август*). Максимум сноса донных беспозвоночных, обусловленный совместным сносом бокоплавов и турбеллярий, отмечался в предвечерние часы – в 16 ч. Однако наибольшая активность доминировавших разноногих раков приходилась на сумерки – 20 ч. Численность бокоплавов во время ночного пика (в 1–2 ч) была немного ниже, чем в сумеречное время. По биомассе наблюдалось четыре пика дрейфта: два в ночные часы (в 22–23 ч и в 1–2 ч) и два – днем (в 4 и в 16 ч). Валовая биомасса дрейфта в ночные часы в четыре раза превышает таковую в дневные. Основу валовой биомассы дрейфта в любое время суток формировали бокоплавы и только в 16 ч некоторое значение имели турбеллярии.

Сентябрь характеризуется трехвершинной кривой дрейфта донных гидробионтов (*см. рис. 4, 5: сентябрь*). Сумеречный пик численности и биомассы отмечался в 20 ч, его почти исключительно формировали бокоплавы. Наибольший пик приходился на начало ночи (в 23 ч) и был сформирован только бокоплавами. Второй ночной пик (в 1 ч) также был обусловлен активным сносом разноногих раков и, незначительно, – турбеллярий. Ночная активность дрейфта была в 8 раз выше дневной (в 16 ч), а биомасса во время основного ночного пика в 6,4 раза превышала таковую в 16 ч.

Исследование в холодный период года на р. Кедровая (Приморский край) показало, что после образования ледового покрова на реке высокая активность гидробионтов в дрейфте могла наблюдаться как в ночные, так и в дневные часы, однако численность дневных мигрантов обычно была выше, чем ночных (**Богатов, Астахов, 2011**). Весной и в начале лета происходил переход от преимущественно дневного дрейфта к выраженному ночному (август–октябрь) (**Астахов, 2014**).

На безымянном ручье – притоке р. Мицулевка – дрейфт в период существования ледового покрова отсутствовал, вследствие промерзания водотока до дна. Переходный тип дрейфта – с выраженными ночными и дневными пиками – отмечался в апреле и в июне. В прочие месяцы наблюдался типичный ночной тип дрейфта.

Несмотря на отсутствие рыбного населения в этой части водотока, обуславливающего ночной тип дрейфта, динамика дрейфта была аналогична таковой для рек и ручьев о. Сахалин, населенных рыбами (**Живоглядова и др., 2015; Лабай и др., 2015; Френкель, 2003, 2011**). Следовательно, в небольших безрыбных водотоках, входящих в единый ареал популяций дрейфующих беспозвоночных, сохраняется ночной тип дрейфта, характерный для зарыбленных рек. Это может быть обусловлено генетической закрепленностью типа дрейфта для беспозвоночных сиртона в пределах одной популяции.

Преобладающие в сиртоне обследованного ручья бокоплав *G. lacustris* имели преимущественно ночной тип сноса, что характерно для бокоплавов ручьев и рек Дальнего Востока (Астахов и др., 2014, 2019).

В июле при безоблачной погоде отмечены наибольшие различия между максимальной и минимальной интенсивностью общего дрефта (в 13 раз), что соответствует отмеченным для р. Кедровая (Приморский край) закономерностям циркадной изменчивости дрефта в условиях значительных перепадов освещенности на протяжении суток (Астахов, 2014).

Наступление сумеречного и первого ночного пиков дрефта было обусловлено длительностью светового дня и смещалось с 22–23 ч в июне до 20 ч в сентябре. Увеличение длительности темного периода приводит к увеличению количества пиков численности и биомассы с двух-трех в июне и июле до трех-четырех в апреле, августе и сентябре.

Была обнаружена линейная зависимость между биомассой сиртона ( $y$ ) и биомассой бентоса ( $x$ ) и в теплый период года ( $y$ ):  $y=0,6529x-7,2784$ ;  $R^2=0,97$ . Зависимость двух величин подтверждается высоким коэффициентом ранговой корреляции по Спирмену (0,77) при уровне значимости равном 0,05. Вероятно, данная связь была обусловлена преобладанием как в дрефте, так и на грунте представителей одного и того же вида (*G. lacustris*), для которых зависимость между показателями биомассы в сиртоне и в бентосе оказалась ещё более существенной:  $y=0,7367x-2,9918$ ;  $R^2=0,998$ . Между биомассой бокоплавов в дрефте и бентосе отмечалась также значимая (при  $\alpha=0,05$ ) корреляция равная 0,94.

Ранее попытка продемонстрировать прямую связь между биомассой дрефта и бентоса была предпринята В. В. Богатовым (2014), однако не было показано значимой связи между биомассой дрефта и бентоса при объединении данных по разным водотокам и створам. В нашем случае наблюдается обратное явление. Вероятно, это обусловлено тем, что видовая структура и биомасса дрефта в каждом конкретном случае является совокупностью видов и их биомассы, соответственно, поднявшихся в толщу воды донных организмов с участков расположенных выше по течению. При этом значительное влияние на итоговую величину биомассы дрефта оказывают рыбы, активно выедающие дрейфующих организмов. Так как в разных реках и на разных створах на вышерасположенных участках реки могут располагаться иные донные сообщества, чем в месте отбора проб бентоса и дрефта, то и суммарные состав и биомасса дрефта будут сильно различаться.

В нашем случае на всем протяжении кренили от створа до истока (80 м) наблюдается единое сообщество бентоса с преобладанием *G. lacustris* при полном отсутствии рыбного населения, использующего организмы сиртона в качестве кормовых объектов. Следовательно, в данном случае, интенсивность дрефта (количество дрефующих организмов, снесенных через створ за единицу времени) прямо зависит от биомассы бентоса.

Полученная зависимость, видимо, будет нарушена в осенние месяцы, когда наблюдается активная миграция всей группировки бокоплавов с верхних участков ручья в нижние, обусловленная становлением ледового покрова (Струговщиков, Лабай, 2017). Это подтверждается снижением численности и биомассы бокоплавов в бентосе на обследованном створе в декабре до  $4\ 033\pm 982$  экз./м<sup>2</sup> и  $6,307\pm 1,282$  г/м<sup>2</sup> с  $9\ 435\pm 1\ 233$  экз./м<sup>2</sup> и  $16,100\pm 2,048$  г/м<sup>2</sup> в ноябре.

Средний через сечение ручья бентосток за апрель–сентябрь составлял 24,9 г/сут., при среднем расходе воды за этот же период – 0,00215 м<sup>3</sup>/с. В небольшом притоке р. Лютога – р. Партизанка за этот же период с апреля по сентябрь средний бентосток составлял 44,5 г/сут. при несравненно большем расходе воды 0,804 м<sup>3</sup>/с (почти в 400 раз больше) (Лабай и др., 2015). Таким образом, малый лесной водоток в несколько сот раз меньший, чем типичная малая «лососевая» река о. Сахалин характеризуется необычайно высоким объемом бентостока, составляющем более 50% от бентостока малой «лососевой» реки. Следовательно, один такой небольшой ручей может обеспечивать значительную часть кормовых ресурсов бентоядных рыб малой «лососевой» реки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сиртоне безымянного ручья – притока р. Мицулевка выявлены представители 9 групп водных беспозвоночных. По количественным показателям доминировали бокоплавцы и личинки амфибиотических насекомых – двукрылых. Двукрылые были значимы по численности весной, бокоплавцы – в течение всего периода мониторинга.

Наибольшая интенсивность общего сноса наблюдалась в мае и сентябре, наименьшая – в июне. Ночной тип активности преобладал с апреля по сентябрь; в апреле и июне также отмечалась значительная дневная активность дрефта. Наибольшая суточная изменчивость численности дрефтующих организмов приурочена к максимальной суточной амплитуде освещенности; в пасмурную погоду период ночной активности дрефта был больше, чем в ясную погоду. Количество пиков численности в дрефте и сроки их наступления зависели от продолжительности дня.

Отмечена сильная линейная зависимость между биомассой макрозообентоса на створе и биомассой сиртона, обусловленная доминантой бокоплавцов как в бентосе, так и в бентостоке. Это объясняется наличием единого сообщества бентоса на всем протяжении ручья от истока до створа проведения исследований.

Малые лесные безрыбные водотоки обеспечивают значительную часть кормовых ресурсов бентоядных рыб «лососевой» реки о. Сахалин.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы работы выражают искреннюю признательность директору НИИ опережающего развития СахГУ, доктору исторических наук А. А. Василевскому, доктору биологических наук А. М. Каеву за неоценимую помощь в организации исследований; Е. О. Симановскому – за помощь в сборе материала

## ЛИТЕРАТУРА

- Астахов М. В. Дрифт беспозвоночных на предгорном участке реки Кедровая (Приморский край) в теплый период года // Биология внутренних вод. – 2014. – № 1. – С. 52–59.
- Астахов М. В. Дрифт беспозвоночных в двух водотоках о. Кунашир (Курильский архипелаг) // Биология внутренних вод. – 2019. – № 4, вып. 1. – С. 60–67.
- Астахов М. В., Хаматова А. Ю., Фененко А. А. и др. Дрифт амфиподы *Gammarus koreanus* Uéno, 1940 в ключе Японском (бухта Киевка Японского моря) // Чтения памяти проф. Владимира Яковлевича Леванидова. – 2014. – Вып. 6. – С. 59–65.

- Богатов В. В. Соотношение биомассы и дрефта у речных бентосных беспозвоночных // Биология внутренних вод. – 2014. – № 2. – С. 69–75.
- Богатов В. В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 218 с.
- Богатов В. В., Астахов М. В. Подледный дрефт беспозвоночных на предгорном участке реки Кедровая (Приморский край) // Биология внутренних вод. – 2011. – № 1. – С. 62–70.
- Живоглядова Л. А., Даирова Д. С., Лабай В. С. Состав сиргона и суточная динамика дрефта донных беспозвоночных в р. Тымь и ее верхнем притоке – руч. Угловом (о-в Сахалин) // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 154. – С. 57–69.
- Жуйкова Л. И. О сносимом бентосе в реке Белой (юго-восточный Сахалин) // Известия ТИНРО. – 1974. – Т. 93. – С. 124–128.
- Жульков А. И., Шершнев А. П. Материалы по суточному дрейфу водных беспозвоночных р. Приторной // Известия ТИНРО. – 1975. – Т. 95. – С. 58–63.
- Канидьев А. Н., Жуйкова Л. И. Обеспеченность пищей как показатель допустимой концентрации молоди осенней кеты в реке // Известия ТИНРО. – 1971. – Т. 76. – С. 97–110.
- Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
- Лабай В. С. Сезонная динамика макрозообентоса кренали лесного ручья южного Сахалина // Труды СахНИРО. – 2020. – Т. 16. – С. 159–185.
- Лабай В. С., Живоглядова Л. А., Полтева А. В. и др. Водотоки острова Сахалин: жизнь в текучей вод. – Ю-Сах.: Государственное бюджетное учреждение культуры «Сахалинский областной краеведческий музей», 2015. – 236 с.
- Лабай В. С., Роготнев М. Г. Быстрая реакция макробентоса рек острова Сахалин на кратковременное техногенное воздействие // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – 2008. – Вып. 4. – С. 56–65.
- Леванидов В. Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Известия ТИНРО. – 1969. – Т. 67. – 242 с.
- Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. – М.: ВНИРО, 2003. – 95 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 2 [3]. Приморье / Под ред. И. С. Быкадорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 83 с.
- Струговщиков А. Д., Лабай В. С. Биология и продукция бокоплава *Gammarus lacustris* Sars, 1864 (Crustacea, Amphipoda) в малом лесном водотоке южного Сахалина на примере безымянного ручья – притока р. Мицулевка // Ученые записки Сахалинского государственного университета. – 2017. – Вып. 13/14. – С. 33–43.
- Френкель С. Е. Межгодовая динамика дрефта донных беспозвоночных в р. Ударница (Южный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2003. – Вып. 2. – С. 107–116.
- Френкель С. Е. Дрефт беспозвоночных как кормовая база молоди лососей в типичной малой реке Сахалина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, ВНИРО, 2011. – 24 с.
- Фроленко Л. А. Питание и кормовая база молоди кеты и горбуши в реках и прибрежных участках юго-восточной части Татарского пролива // Известия ТИНРО. – 1965. – Т. 59. – С. 161–172.
- Чебанова В. В. Бентос лососевых рек Камчатки. – М.: ВНИРО, 2009. – 172 с.
- Allan J. D. Stream ecology: structure and function of running waters. – Dordrecht: Springer, 2006. – 388 p.
- Berner L. M. Limnology of the lower Missouri River // Ecology. – 1951. – Vol. 32. – P. 1–12.
- Naman S. M., Rosenfeld J. S., Richardson J. S. Causes and consequences of invertebrate drift in running waters: from individuals to populations and trophic fluxes // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2016. – Vol. 73. – P. 1292–1305.
- Waters T. F. The drift of stream insects // Annual Review of Entomology. – 1972. – Vol. 17. – P. 253–272.