

STRATIFYING DRIFT SAMPLER

M.V. Astakhov

[Астахов М.В. Пробоотборник для стратифицирующего отлова дрейфующих беспозвоночных]
Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 100-let Vladivostoku Av.
159, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: mvastakhov@mail.ru
Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-лет Владивостоку 159, Владивосток, 690022, Россия. E-mail:
mvastakhov@mail.ru

Key words: *invertebrates, sampling procedure, stream drift, ice, vertical distribution*

Ключевые слова: *беспозвоночные, процедура отбора проб, речной дрейфт, лед, вертикальное распределение*

Summary. A new drift sampler construction and a procedure for its usage on stream sites with depth up to 0.6 m all year, and at deeper sites during the ice-cover period have been described. This device gives an opportunity to collect samples separately from distinct layers of water column, which is important for study of vertical distribution in drift.

Резюме. Описывается конструкция нового дрейфотборника и техника его использования на речных участках глубиной до 0,6 м круглогодично и на более глубоких участках в период ледостава. Описанное устройство дает возможность дифференцированного отбора материала из разных слоев водной толщи, что важно при исследовании вертикального распределения дрейфующих организмов.

INTRODUCTION

Monitoring of stream drift is widely used in zoological, ecological and fishery studies [Waters, 1972; Humphries, Ruxton, 2002]. Drift is a normal feature of running waters and occurs all year round [Elliott, 1967; Müller, 1974]. However, in regions with cool and cold temperate climates usually it is not explored in winter because of difficulties connected with drift sampling at air temperatures below zero. Therefore information on drift in ice-covered streams is limited to just several publications [e.g., Shubina, Martynov, 1990; Pennuto et al., 1998]. Data obtained in ice-free channels have demonstrated that drifting organisms are mostly nocturnal migrants [Bogatov, 1994; Elliott, 2008] and can distribute within the water column evenly [e.g., Ulfstrand, 1968; Benke et al., 1986], or not. In the latter case, the total drift density usually is higher near the bottom [Fenoglio et al., 2004; Neale et al., 2008]. At the same time, some taxa can predominate in the surface layer [Fenoglio et al., 2004]. Vertical position of drifting invertebrates may depend on the time of 24-hr cycle. For example, baetid mayflies can exhibit the greatest density in the upper stratum during the night with no consistent pattern during the day [Matter, Hopwood, 1980]. Furthermore, cases when a nocturnal maxima in the surface layer alternate with a daytime maxima in the bottommost layer have been observed. The explanation was that in the daytime the bottommost stratum is weakly illuminated, therefore invertebrates drifting closer to the streambed avoid drift-feeding fish that require light to find prey [Kljutschareva, 1963; Konstantinov, 1969]. In cases of pollution a drift rate increase takes place [Samman et al., 1994;

Beketov, Liess, 2008]. As benthic invertebrates can independently change their position within the water column [Alexeev, 1955; Matter, Hopwood, 1980], we may assume that in order to avoid polluted areas drifting bottom-living invertebrates would form the greatest density in the surface layer more often than in normal conditions. Thus, an examination of vertical stratification in drift may be relevant to river pollution control. However, this hypothesis deserves special testing and further utilization of special drift samplers may be helpful in this aspect. The description of a new device destined for layered drift sampling in northern streams all year round is the goal of this paper.

METHODS

Sampler construction

The sampler is an upright with detachable drift nets, arranged one above another (fig. 1a). The upright (1) (fig. 1b) is made of square tubing with 15×15 mm outer cross section.

A bushing (2) with a female thread for an attachable "anchor" (3) is soldered into the lower end of the upright. The "anchor" is welded of the sharpened spike (the upper end terminates with a male thread) and crosspiece, designed to prevent the sampler from sinking into a pebbly streambed. A perforated supporting disk (4) may be placed between the bushing and the "anchor" when bottom is sandy.

On the upper end of the upright a T-handle (5) is to be put on. The T-handle's vertical part is made of square tubing with 16×16 mm inner cross section. The frontal drilled hole in this part (fig. 1b) allows mounting the T-handle in its standard position – parallel to net mouths (fig. 1a). The lateral drilled

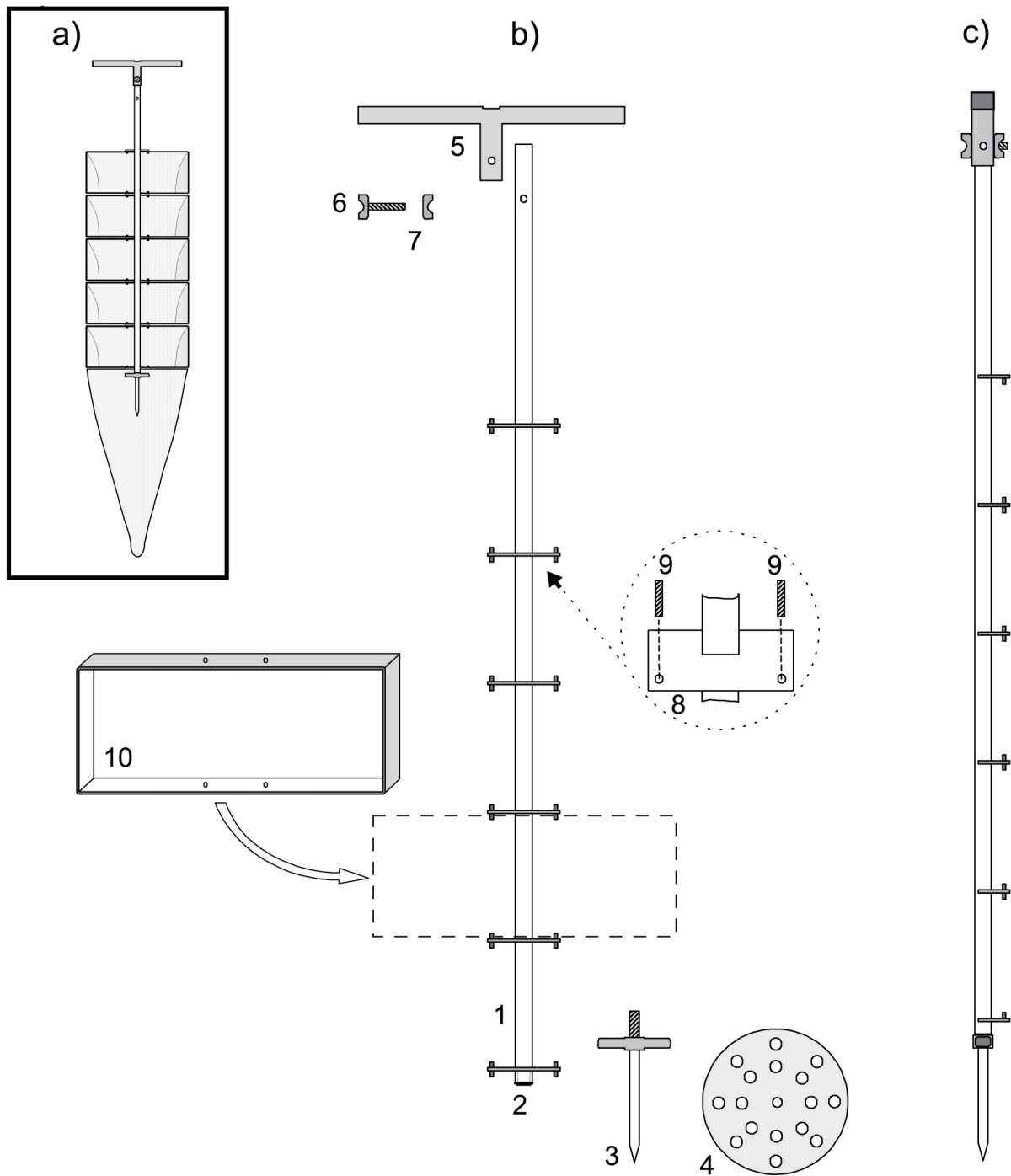


Fig. 1. Stratifying drift sampler: a) apparatus in the assembled state, front view; b) sampler construction, back view: 1 – upright, 2 – bushing, 3 – "anchor", 4 – supporting disk, 5 – T-handle, 6 – butterfly bolt, 7 – butterfly nut, 8 – CTNH's perpendicular plate, 9 – CTNH's screw-pins, 10 – net mouth frame. A frontal drilled hole in the vertical part of the T-handle can be seen; c) apparatus without nets, side view. A lateral drilled hole in the T-handle's vertical part can be seen. See text for explanations.

Рис. 1. Дрифтоотборник для стратифицирующего облова водной толщи: а) устройство в собранном виде, вид спереди; б) конструкция пробоотборника, вид сзади: 1 – стойка, 2 – втулка, 3 – "якорь", 4 – опорный диск, 5 – Т-образная ручка, 6 – барашковый болт, 7 – барашковая гайка, 8 – пластина когтевого держателя, 9 – шпильки когтевого держателя, 10 – входная рамка дрифтовой сетки. На вертикальной части Т-образной ручки показано фронтальное отверстие; с) устройство без сеток, вид сбоку. На вертикальной части Т-образной ручки показано боковое отверстие. Объяснения в тексте.

hole, shown on the figure 1c, allows mounting the T-handle at the right angle to net mouths for winter sampling at deep sites covered with strong ice (see fig. 3f). The T-handle is fixed on the upright with a butterfly bolt (6) and a butterfly nut (7) (fig. 1b).

Several identical 60×27×3 mm plates (8) with 15×12 mm notches in their "front" edges are welded at the right angles to the "rear" surface of the upright at equal distances. A distance between adjacent plates depends on height of a drift net, which is planned to be used. For instance if the height of a net mouth is 100 mm such distance should be 104 mm, or 154 mm – in the case of 150 mm height of a net mouth. At the plate's flanks there are 3 mm dia holes, disposed 50 mm away from each other and 4 mm away from the "rear" edge of a plate. Two 3 mm dia and 12 mm long screw-pins (9) are screwed up to their middle in these holes and soldered. Together with screw-pins $n+1$ plates make up n immobile claw-type net holders (CTNHs), designed to hold n detachable drift nets simultaneously (fig. 1a). The screw-pins' segments protruding outside the "upper" and "bottommost" CTNHs can be cut off, as is shown on the figure 1c.

Net mouth frames (10) are made of flexible metal strips 15 mm wide and 2 mm thick. In the central portion of each long side of the frame there are two 3.1 mm dia holes, drilled at the distance of 50 mm from each other. These holes are to receive CTNH's screw-pins (fig. 1b). Because of inherent flexibility, the frame works like a rectangular spring that can be slightly compressed to tightly insert into CTNH. A cloth part of a net consists of a canvas band and an attached filtering bag, tapering to the closed end. Nets should be installed into CTNHs starting from the bottommost one (fig. 2).

Конструкция устройства

Пробоотборник представляет собой вертикальную стойку с размещаемыми друг над другом съемными дрейфовыми сачками (рис. 1а). Стойка (1) (рис. 1b) выполнена из профильной трубки с наружным сечением 15×15 мм.

В нижний конец стойки впаяна втулка (2) с внутренней резьбой под съемный «якорь» (3). «Якорь» сварен из штыря с наружной резьбой на верхнем конце и поперечины, препятствующей погружению прибора в галечное дно. При работе на участках с песчаным дном между втулкой и «якорем» может быть размещен перфорированный опорный диск (4).

На верхний конец стойки надевается Т-образная ручка (5), вертикальная часть которой изготовлена из профильной трубки с внутренним сечением 16×16 мм. Фронтальное отверстие в этой части ручки (рис. 1b) позволяет устанавливать ручку в стандартном положении – параллельно входным рамкам сачков

(рис. 1а). Боковое отверстие, показанное на рисунке 1с, дает возможность закреплять Т-образную ручку перпендикулярно входным рамкам сачков при зимнем отборе материала на глубоких участках покрытых прочным льдом (см. рис. 3f). Ручка фиксируется на стойке с помощью барашкового болта (6) и барашковой гайки (7) (рис. 1b).

Несколько одинаковых 60×27×3 мм пластин (8) с 15×12 мм выемками в их «передних» краях приварены под прямыми углами к «задней» поверхности стойки на одинаковых расстояниях друг от друга. Дистанция между смежными пластинами зависит от высоты входных рамок сачков, которые планируется использовать. Например, если высота входной рамки сачка составляет 100 мм, то такая дистанция должна быть равна 104 мм, и 154 мм – в случае если высота входной рамки составляет 150 мм. По бокам пластин просверлены два отверстия диаметром 3 мм, расположенные в 50 мм друг от друга и в 4 мм от «заднего» края пластины. В эти отверстия вкручены до середины и припаяны две резьбовые шпильки (9) диаметром по 3 мм и длиной 12 мм. Вместе со шпильками $n+1$ пластин образуют n неподвижных когтевых держателей, предназначенных для одновременной фиксации n сачков (рис. 1а). Концы шпилек, выступающие за пределы «поверхностного» и



Fig. 2. Sampler preparation. Nets should be installed into CTNHs starting from the bottommost one.

Рис. 2. Подготовка пробоотборника к работе. Сачки устанавливаются в когтевые держатели, начиная с нижнего.

«придонного» когтевых держателей можно срезать, как показано на рисунке 1с.

Входные рамки (10) сачков изготовлены из упругих металлических полос 15 мм шириной и 2 мм толщиной. В центральной части каждой длинной стороны рамки на расстоянии 50 мм друг от друга просверлены два 3.1-миллиметровых отверстия, предназначенные под шпильки когтевых держателей (рис. 1б). Благодаря своей упругости, каждая рамка работает как прямоугольная пружина, которая после легкого сжатия плотно вставляется в когтевой держатель. Тканевая часть сачков состоит из брезентового кольца и пришитого к нему сетного конуса. Сачки устанавливаются в когтевые держатели, начиная с «придонного» (рис. 2).

Sampler operation

In a stream with depth up to 0.6 m a collector stands against the flow, and, holding the sampler with one hand, installs it vertically: when the "anchor" spike is buried into the bottom, the device is fixed and cannot move under a current force (fig. 3a). To terminate sampling, the device should be raised above the water (fig. 3b). Then the collector turns his back against the flow and, keeping the sampler horizontally, dunks the filtering bags into the stream to the level of the canvas bands (fig. 3c), and instantly raises them out. In this step the water, having percolated into the nets, pours down and "concentrates" the accumulated material in the ends of filtering bags. Having repeated the "concentration" procedure, the collector moves to a riverbank and hangs the device with the help of the T-handle (e.g., to tree branches). Now it is possible to detach drift nets sequentially, starting from the top, to extract and pack the samples (fig. 3d).

In conditions of subzero air temperatures any separate net together with its contents can be rolled, packed (fig. 3e) and frozen at a sampling site. With a supply of nets, a collector is free to conduct winter sampling in view of round-the-clock drift rhythm. When ice cover is strong, the device can be used at deep stream sites. In this case, the T-handle is put on the upright at the right angle to the net mouths, and the sampler is sunk into the water through a prepared rectangular ice-hole. A durable wooden bar, which is attached to the T-handle's horizontal part, allows the device to hang from the edges of an ice-hole (fig. 3f). With such technique, the "concentration" procedure should be performed in another ice-hole, prepared little downstream. In order to avert the CTNHs from covering with ice after nets detachment a collector should wipe the device dry each time, or leave it in an ice-hole until the next sampling.

Процедура отбора проб

В водотоке глубиной до 0,6 м сборщик стано-

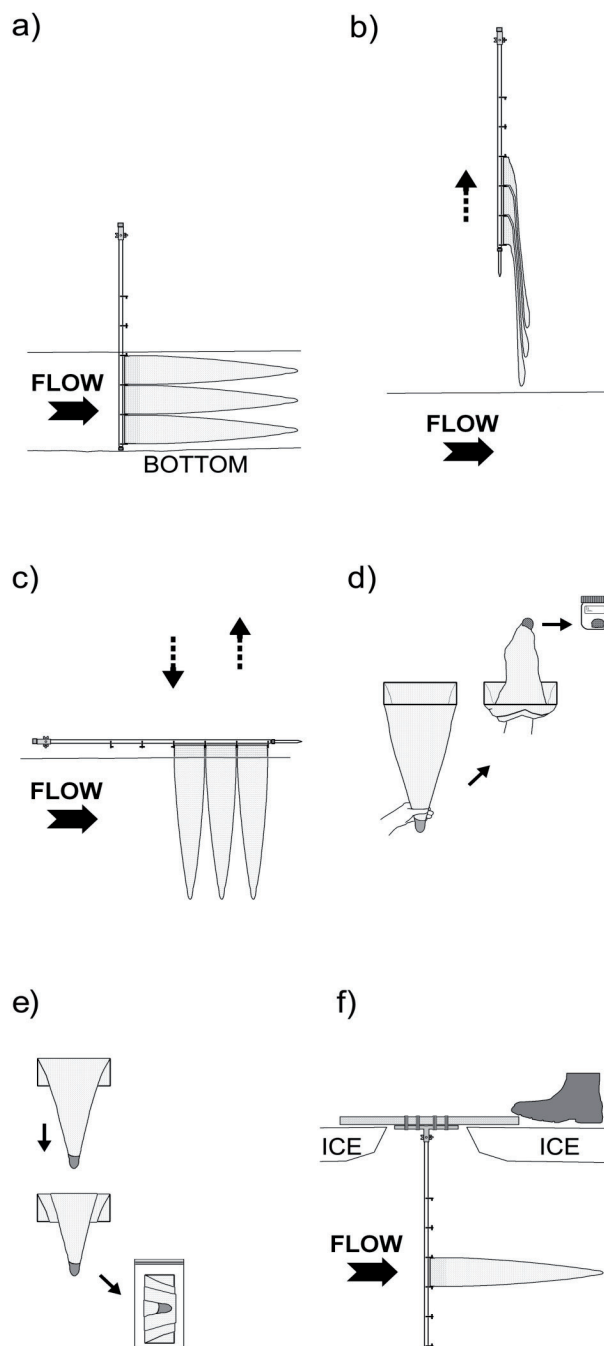


Fig. 3. Sampling procedure: a) sampler position in a stream; b) sampling termination; c) "concentration" procedure; d) sample packing; e) sample packing at subzero air temperatures; f) sampling at deep sites during the ice cover period.

Рис. 3. Процедура отбора проб: а) положение пробоотборника в потоке; б) завершение отбора материала; в) процедура "концентрации"; д) упаковка пробы; е) упаковка пробы при отрицательной температуре воздуха; ф) отбор материала на глубоких участках в период ледостава.

вится против течения и, удерживая пробоотборник одной рукой, устанавливает его вертикально сбоку от себя. Когда штырь «якоря» заглубляется в дно, устройство оказывается зафиксированным и не смещается под действием силы течения (рис. 3а). По окончании экспозиции прибор поднимают над водой (рис. 3б). Сборщик разворачивается спиной против течения и, удерживая пробоотборник горизонтально, окунает сетные конусы в поток до уровня брезентовых колец (рис. 3с), после чего незамедлительно поднимает их обратно. В результате вода, просочившаяся внутрь сачков, стекает вниз и «концентрирует» собранный материал в концах сетных конусов. Повторив процедуру «концентрации», сборщик переходит на берег и подвешивает устройство при помощи Т-образной ручки (например, на ветви дерева). Начиная с верхнего, он последовательно отсоединяет сачки, извлекает и упаковывает пробы (рис. 3д).

В условиях отрицательной температуры воздуха каждый сачок вместе с содержимым можно свернуть, упаковать (рис. 3е) и заморозить непосредственно на месте отбора материала. Имея запас таких сачков, коллектор может проводить зимний отбор проб с учетом суточной периодичности дрейфа. Когда ледовый покров прочен, устройство можно использовать на глубоких участках русла. В этом случае Т-образную ручку надевают на стойку перпендикулярно входным отверстиям сачков, а пробоотборник опускают в воду через подготовленную прямоугольную прорубь. Прочный деревянный брусок, привязанный к горизонтальной части Т-образной ручки, позволяет подвешивать прибор на краях проруби (рис. 3ф). При таком подходе процедуру «концентрации» проводят в другой проруби, подготовленной ниже по течению. Чтобы предотвратить обледенение когтевых держателей, устройство протирают насухо каждый раз после отсоединения сеток, или оставляют в проруби до следующей экспозиции.

DISCUSSION

The device was used for drift collecting in 2006–2009 in the 18 km long Kedrovaya River (Russia, Primorskii krai: 43°05'N, 131°35'E), discharging into the Sea of Japan. Utilization of the new sampler allowed the author to obtain data, which indicate vertical heterogeneity in drift distribution across a depth of only 0.3 m. Furthermore, data demonstrate that vertical stratification in drift was not a stable phenomenon and had day and night shifts [Astakhov, 2009]. Typical pattern in drift activity (with the total number of drifting invertebrates higher at night than by day) was observed during the frost-free period [Astakhov, 2008]. However, after the decline of the

highest daily air temperature to subzero values and the onset of the freeze-up period, daytime drifters began to prevail [Astakhov, 2009; Bogatov, Astakhov, 2011]. Most likely this resulted from reducing illuminance of the water column during daylight (to the level of crepuscular illumination) because of ice and snow covering the river channel.

The main feature and merit of the new device is the original mode of removable net attachment allows improved performance when sampling without assistance. It is significant that CTNHs securely hold nets even under pressure of a stream, which flows with a velocity as high as 1.5 m s⁻¹. The technique of the sampler usage has one more advantage over methods where nets are mounted on stakes driven permanently into the stream bottom [e.g., Waters, 1965], or on a special heavy structure anchored to the riverbed [e.g., Matter, Hopwood, 1980]. These methods are reliable but not always convenient, as they require study site pre-equipment, which takes much time and restricts collector mobility. The application of new sampler does not require preliminary site preparation. The new sampler is lightweight (together with five attached nets it weighs less than 0.4 kg) and is transportable in a ready-for-operation state. This allows for a collector to react right away to external condition changes (e.g., sudden spate); to control sampling process better; to collect samples moving freely across or along the stream channel in the case of spatial drift study.

ACKNOWLEDGMENTS

The work was partially supported by the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, grant 09–III–A–06–165.

REFERENCES

- Alexeev N.K., 1955. On Chironomidae larvae dispersal through the water body // *Vopr. Ikhtiol.* Vol. 5. P. 145-149.
- Astakhov M.V., 2008. Autumn drift in the Kedrovaya River, Primorye Territory // *Vladimir Ya. Levanidov's Bienn. Meml. Meet.* Vol. 4. P. 93-107.
- Astakhov M.V., 2009. Drift of phyto- and zoobenthos in the typical salmon river (Kedrovaya River, Primorsky Region) // *Dissertation.* Vladivostok. 154 p.
- Beketov M.A., Liess M., 2008. Potential of 11 pesticides to initiate downstream drift of stream macroinvertebrates // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* Vol. 55. P. 247-253.
- Benke A.C., Hunter R.J., Parrish F.K., 1986. Invertebrate drift dynamics in a subtropical blackwater river // *J. N. Am. Benthol. Soc.* Vol. 5. P. 173-190.

- Bogatov V.V., 1994. Ecology of Riverine Communities in the Russian Far East. Vladivostok: Dal'nauka. 218 p.
- Bogatov V.V., Astakhov M.V., 2011. Under-ice drift of invertebrates in the piedmont part of Kedrovaya River (Primorskii Krai) // *Inland Wat. Biol.* Vol. 4. P. 56-64.
- Elliott J.M., 1967. Invertebrate drift in a Dartmoor stream // *Arch. Hydrobiol.* Vol. 63. P. 202-237.
- Elliott J.M., 2008. Ontogenetic shifts in drift periodicity and benthic dispersal in elmid beetles // *Freshw. Biol.* Vol. 53. P. 698-713.
- Fenoglio S., Bo T., Gallina G., Cucco M., 2004. Vertical distribution in the water column of drifting stream macroinvertebrates // *J. Freshw. Ecol.* Vol. 19. P. 485-492.
- Humphries S., Ruxton G.D., 2002. Is there really a drift paradox? // *J. Animal Ecol.* V. 71. P. 151-154.
- Kljutschareva O.A., 1963. On downstream and diurnal vertical migrations of benthic invertebrates in the Amur River // *Zool. Zh.* Vol. 42. P. 1601-1612.
- Konstantinov A.S., 1969. Syrton and benthic flow of the Volga River near the town of Saratov in 1966 // *Zool. Zh.* Vol. 48. P. 20-29.
- Matter W.J., Hopwood A.J., 1980. Vertical distribution of invertebrate drift in a large river // *Limnol. Oceanogr.* Vol. 25. P. 1117-1121.
- Müller K., 1974. Stream drift as a chronological phenomenon in running water ecosystems // *Annu. Rev. Ecol. Syst.* Vol. 5. P. 309-323.
- Neale M.W., Dunbar M.J., Jones M.J., Ibbotson A.T., 2008. A comparison of the relative contributions of temporal and spatial variation in the density of drifting invertebrates in a Dorset (U.K.) chalk stream // *Freshw. Biol.* Vol. 53. P. 1513-1523.
- Pennuto C.M., de Noyelles F., Conrad M.A., Vertucci F.A., Dewey S.L., 1998. Winter macroinvertebrate communities in two montane Wyoming streams // *Great Basin Nat.* Vol. 58. P. 231-244.
- Samman J., Amakye J.S., Asobayire M.W., 1994. Short-term effects of carbosulfan on drifting invertebrates in the Black Volta, Ghana // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* Vol. 52. P. 286-291.
- Shubina V.N., Martynov V.G., 1990. Drift of benthic invertebrates in salmon streams of the European North of the USSR during the ice cover period // *Hydrobiol. J.* Vol. 26. P. 27-31.
- Ulfstrand S., 1968. Benthic animal communities in Lapland streams // *Oikos Suppl.* Vol. 10. P. 1-120.
- Waters T.F., 1965. Interpretation of invertebrate drift in streams // *Ecology.* Vol. 46. P. 327-334.
- Waters T.F., 1972. The drift of stream insects // *Annu. Rev. Entomol.* Vol. 17. P. 253-272.