

## Вылет короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera) из бобрового пруда в верховье р. Хопёр (Пензенская обл., Россия)

### Emergence of Diptera (Brachycera) from a beaver pond in the upper reaches of the Khoper river in Penzenskaya Oblast of Russia

А.Е. Силина\*, \*\*, О.Н. Бережнова\*\*\*  
A.E. Silina\*, \*\*, O.N. Berezhnova\*\*\*

\* Государственный заповедник «Белогорье», пер. Монастырский 3, Белгородская обл., пос. Борисовка 309340 Россия. E-mail: allasilina@list.ru.

\* «Belogorye» Nature Reserve, Monastyrskiy per. 3, Belgorodskaya Oblast, Borisovka 309340 Russia.

\*\* Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Воронежский отдел Волгоградского филиала, ул. Пугачевская 1, Волгоград 400001 Россия. E-mail: allasilina@list.ru.

\*\* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Voronezh Department of the Volgograd branch, Pugachevskaya Str. 1, Volgograd 400001 Russia.

\*\*\* Воронежский государственный университет, Университетская площадь 1, Воронеж 394018 Россия. E-mail: berezhnova@bio.vsu.ru.

\*\*\* Voronezh State University, Universitetskaya pl. 1, Voronezh 394018 Russia.

**Ключевые слова:** р. Хопёр, Россия, Diptera, Brachycera, вылет, вынос биомассы, численность.

**Key words:** the Khoper river, Russia, Diptera, Brachycera, emergence, removal of biomass, abundance.

**Резюме.** При исследовании вылета амфибиотических насекомых из бобрового пруда в верховье р. Хопёр (Пензенская обл., Россия) выявлено 29 видов и таксонов короткоусых двукрылых (Diptera: Brachycera) из 9 семейств. Проанализировано биотопическое распределение, численность, биомасса и сезонная динамика вылета и роль Brachycera в вылете и выносе биомассы двукрылыми насекомыми из воды на сушу.

**Abstract.** The emergence of amphibiotic insects from a beaver pond in the upper reaches of the Khoper River in Penzenskaya oblast of Russia is investigated. 29 fly species from 9 families of Brachycera were found. The biotopic distribution, abundance, biomass, seasonal dynamics of emergence and the role of Brachycera in transferring biomass from water to soils are analysed.

## Введение

Вылету короткоусых двукрылых из водных экосистем посвящён ряд работ зарубежных авторов [Caspers, Wagner, 1982]. Ранее авторами были опубликованы данные по вылету мух различных семейств из водоёмов Усманского бора [Krivosheina et al., 1996; Silina, Chalaya, 1996] и некоторых водоёмов Белорусского Полесья [Negrobov, Silina, 1987; Silina, 1988].

Значимость данных исследований обусловлена недостаточной изученностью роли короткоусых двукрылых в вылете и выносе биомассы из водных экосистем на сушу. Целью настоящей работы является выявление роли группы, отдельных семейств и доминирующих видов Brachycera в вылете амфибиотических насекомых из прудовой экосистемы.

## Материалы и методы

Для изучения вылета насекомых был выбран участок «Островцовская лесостепь» заповедника «Приволжская лесостепь», расположенный на водоразделе рек Арчады и Хопёр. В административном отношении участок находится на территории Кольшлейского района Пензенской области (52°49'–52°50' с.ш. и 44°23'–44°27' в.д.).

Исследования проводились на бобровом пруду, образованном на ручье Южном, являющемся притоком Хопра 1 порядка. Ручей протекает на дне балки, имеет длину 4 км и впадает в р. Селемутку (приток р. Хопёр 2 порядка) на границе среднего и нижнего течения.

Пруд имеет следующие параметры: протяжённость — 200 м, ширина — 16–18 м, площадь — 3600 м<sup>2</sup>. Берега пруда преимущественно открытые, заросли ивы и сухой древесной располагаются только в зоне нижней плотины. Акватория покрыта многочисленными видами рясковых (многокоренник, ряска маленькая и трёхраздельная). По периферии водоёма и на мелководье расположены осоковые кочки. Погружённая растительность представлена разреженными ассоциациями роголистника тёмно-зелёного. Грунт образован крупнодетритным или тонкодисперсным бурым илом. Дно почти по всей акватории покрыто плотным слоем неразложившихся макрофитов, в основном рясковыми.

Для исследования вылета насекомых было выбрано 3 пункта: профундаль центрального участка, заводь в литорали центрального участка и сублитораль приплотинного участка.

Для количественного учёта вылетающих из воды насекомых были использованы плавающие конусообразные ловушки с площадью охвата водной поверхности 1 м<sup>2</sup>. Ловушки изготавливались из мелкоячеистого газа, в основании конуса на металлическое кольцо прикреплялась ткань. В профундали ловушки устанавливали на плавающие деревянные плотки, на мелководьях — подвешивали на деревянные П-образные стойки [Savitskii et al., 1986]. В заводи литорали ловушки были размещены над глубиной 0,2 м, в сублиторали у плотины — 0,8–1,2 м, в профундали — 1,5 м.

Сбор насекомых проводился в период с 28.04.2016 по 20.09.2016 г. Выбор материала из ловушек осуществлялся вручную, во время интенсивного лёта — ежедневно, в другие периоды — не реже 2 раз в декаду. Всего отработано 222 ловушко-суток учёта, по 74 ловушко-суток в каждом пункте. Собранных насекомых фиксировали в 70 % растворе этилового спирта. Экземпляры каждого таксона из пробы взвешивали на торсионных весах с точностью 1 мг.

Для количественного анализа были использованы следующие показатели: среднесуточная численность (N, экз./м<sup>2</sup> в сутки), биомасса (B, мг/м<sup>2</sup> в сутки), численность и биомасса за вегетационный период с 1 м<sup>2</sup>. Кроме того, была рассчитана доля численности и биомассы (%), а также частота встречаемости (ЧВ, %) для отдельных семейств и видов.

Для средних величин вычисляли ошибку средней арифметической численности ( $N \pm m_n$ ) и биомассы ( $B \pm m_B$ ). Статистические показатели для численности и биомассы насекомых вычисляли с помощью расчетной программы «Медицинская статистика» [<http://medstatistic.ru/calculators.html>].

## Результаты исследования

В результате исследований вылета амфибиотических насекомых из прудовой экосистемы в верховье Хопра выявлено 29 видов и таксонов короткоусых двукрылых из 9 семейств (табл. 1). Таксономическое

разнообразие мух в литорали на мелководье было в 1,8 раза выше, чем в профундали и сублиторали: в литорали выявлено 20 видов из 7 семейств, в других биотопах — по 11 видов из 4 семейств в профундали и 7 семейств в сублиторали. Наибольшее количество видов отмечено в семействах Ephydriidae (6 видов), Tabanidae, Stratiomyidae и Dolichopodidae (по 5 видов). Семейство Empididae представлено 2 видами, все другие семейства — по 1 виду (табл. 1).

Выявленные виды мух широко распространены в Палеарктике, а некоторые и за её пределами. Большинство ареалов в меридиональном отношении охватывают 2–3 ландшафтно-географические зоны.

Всесветное распространение характерно для *Scatella (Scatella) stagnalis* (Fallén, 1813) (Ephydriidae). В Голарктике и Афротропическом царстве встречается *Psilopa compta* (Meigen, 1830) (Ephydriidae). Голарктический тип ареала имеет *Dolichopus brevipennis* Meigen, 1824 (Dolichopodidae). Транспалеарктическое распространение, охватывающее почти всю Европу, азиатскую часть России, Центральную Азию, Дальний Восток и Северную Африку, свойственно *Oplodontha viridula* (Fabricius, 1775) (Stratiomyidae) [Nesterenko, 2014]. Трансевразийский температурный тип ареала имеют виды *Haematopota pluvialis* (Linnaeus, 1758) (Tabanidae), *Odontomyia hydroleon* (Linnaeus, 1758) (Stratiomyidae), *Hydrophorus bipunctatus* (Lehmann, 1822) и *Campsicnemus scambus* (Fallén, 1823) (Dolichopodidae). Западно-центральнопалеарктический ареал характерен для видов *Chrysops (Chrysops) relictus* Meigen, 1820, *Ch. (Ch.) viduatus* (Fabricius, 1794) (Tabanidae), *Odontomyia tigrina* (Fabricius, 1775) и *O. ornata* (Meigen, 1822) (Stratiomyidae). Древне-средиземноморское распространение, включающее Средиземноморье, Переднюю Азию и Кавказ, имеет *Odontomyia cephalonica* Strobl, 1898. Европейский ареал отмечен для *Rhamphomyia (Megacyttarus) nodipes* (Fallén, 1816) (Empididae).

Наиболее часто в наших сборах встречались представители семейства Ephydriidae, частота их встреча-

Таблица 1. Таксономическое разнообразие двукрылых насекомых (число видов), вылетающих из старого бобрового пруда в верховье Хопра

Table 1. The taxonomic diversity of Diptera (number of species) flying out of the old beaver pond in the upper reaches of the Khopyor river

Семейства	Литораль, заводь	Профундаль	Сублитораль у плотины	Всего
Diptera	72	70	85	136
Brachycera	20	11	11	28
Tabanidae	3	3	2	5
Stratiomyidae	4	2	—	5
Empididae	1	1	2	2
Hybotidae	—	—	1	1
Dolichopodidae	4	—	1	5
Syrphidae	1	—	1	2
Ephydriidae	6	5	3	6
Scatophagidae	—	—	1	1
Muscidae	1	—	—	1

емости (ЧВ) в ловушках составила 14,0%. Реже отмечены львинки (ЧВ = 5,0%), слепни (ЧВ = 4,1%), толкунчики (ЧВ = 3,6%) и зеленушки (ЧВ = 3,2%). Частота встречаемости мух из других семейств находилась в границах 1,4% (Muscidae) — 0,5% (Scatophagidae, Hybotidae) (табл. 2).

Наблюдается предпочтение различных биотопов представителями слепней (профундаль, ЧВ = 8,1), львинок (литораль, ЧВ = 12,2%, при отсутствии в сублиторали), толкунчиков (сублитораль, под ивой, ЧВ = 6,8%), береговушек (литораль, ЧВ = 20,3%) (табл. 2). Мухи семейства Hybotidae и Scatophagidae отмечены лишь в сублиторали у плотины (единично), Muscidae — в литорали, Dolichopodidae и Syrphidae — в литорали и сублиторали.

Приуроченность короткоусых двукрылых к определенным биотопам пруда обусловлена особенностями биологии их личинок.

Среди береговушек наибольшая встречаемость выявлена у *S. stagnalis* (Fallén, 1813) (3,6%), *Hydrellia* sp. (8,1%) и *Ilythea* sp. (3,2%) (табл. 3). Вид *S. stagnalis* собран в литорали и профундали, его личинки являются альгофагами, могут питаться гниющими растениями, бактериями, дрожжами. Обитают в разных типах пресных и солёных водоёмов, как естественных, так и антропогенных [Кривошеина, 2004]. Представители родов *Hydrellia* и *Ilythea* найдены во всех биотопах. Личинки *Hydrellia* минируют листья водных растений, а *Ilythea* питаются водорослями.

Среди львинок часто встречался вид *O. ornata* (2,3%). Личинки родов *Odontomyia* и *Oplodontha*

являются водными, питаются детритом, разлагающимися листьями и водорослями, живут в стоячих водоёмах [Nesterenko, 2014].

Представители семейства Tabanidae отмечены в ловушках вылета во всех биотопах. Среди слепней наибольшая встречаемость была у дождёвки *H. pluvialis* (1,8%) (табл. 3). Вид пойман в литорали и профундали. Личинки обитают в разных биотопах: по берегам водоёмов, во влажной почве ольшаников и зарослей ив, низинных болотах, в почве пойменных лугов, на полях под посевами трав. Личинки могут быть хищниками и сапрофагами [Andreeva, 1990]. Личинки *Ch. relictus* — сапрофаги, обычны в переувлажненном субстрате (разлагающиеся водоросли, ил и др.) берегов замкнутых и проточных водоёмов различной величины со слабым течением. Яйца откладываются на листья и стебли тусека, манника, стрелолиста, частухи, ежеголовника, ивы [Violovich, 1968]. Личинки *Ch. viduatus* — детритофаги, развиваются преимущественно в заболоченных частях берегов, в сплетениях корней и мха черноольховых болот [Andreeva, 1990].

Биология и экология личинок долихоподид и эмпидид слабо изучены. Личинки *C. scambus* обнаружены в почве пойменного ольшаника и на опушке смешанного леса, на берегу родника. Для ряда видов *Dolichopus* и *Hydrophorus* отмечено обитание личинок в береговой полосе и зоне уреза воды [Negrobov et al., 2009].

Частота встречаемости мух в ловушках составила 29,7%, от 20,3% в сублиторали у плотины до 41,9% — в заводи литорали.

Таблица 2. Количественная характеристика вылета короткоусых двукрылых различных семейств из различных гидробиоценозов бобрового пруда на ручье Южном в 2016 году

Table 2. The quantitative characteristic of the emergence of Diptera — Brachycera of different families from various hydrobiocenoses of the beaver pond on the Yuzhny stream in 2016

Показатели	Литораль		Профундаль		Сублитораль у бобровой плотины		ВСЕГО	
	ЧВ	$\frac{N}{B}$	ЧВ	$\frac{N}{B}$	ЧВ	$\frac{N}{B}$	ЧВ	$\frac{N}{B}$
Tabanidae (23.6 — 2.08.16)	2,7	$\frac{0,04 \pm 0,03}{2,0 \pm 1,65}$	8,1	$\frac{0,09 \pm 0,04}{2,99 \pm 1,25}$	1,4	$\frac{0,013 \pm 0,13}{0,57 \pm 0,57}$	4,1	$\frac{0,05 \pm 0,02}{1,85 \pm 0,72}$
Stratiomyidae (10.05–22.06.16)	12,2	$\frac{0,12 \pm 0,04}{7,01 \pm 2,62}$	2,7	$\frac{0,04 \pm 0,03}{2,80 \pm 2,47}$	–	–	5,0	$\frac{0,05 \pm 0,02}{3,27 \pm 1,22}$
Empididae (7.05– 5.07.16)	1,4	$\frac{0,03 \pm 0,03}{0,04 \pm 0,04}$	2,7	$\frac{0,07 \pm 0,06}{0,24 \pm 0,19}$	6,8	$\frac{0,09 \pm 0,05}{0,15 \pm 0,08}$	3,6	$\frac{0,06 \pm 0,03}{0,15 \pm 0,07}$
Hybotidae (21.06.16)	–	–	–	–	1,4	$\frac{0,013 \pm 0,013}{0,005 \pm 0,005}$	0,5	$\frac{0,005 \pm 0,005}{0,002 \pm 0,002}$
Dolichopodidae (28.06–12.09.16)	5,4	$\frac{0,05 \pm 0,03}{0,37 \pm 0,28}$	–	–	4,1	$\frac{0,04 \pm 0,02}{0,06 \pm 0,04}$	3,2	$\frac{0,03 \pm 0,01}{0,15 \pm 0,09}$
Syrphidae (7.05, 28.07.16)	1,4	$\frac{0,013 \pm 0,013}{0,162 \pm 0,162}$	–	–	1,4	$\frac{0,013 \pm 0,013}{0,027 \pm 0,027}$	0,9	$\frac{0,09 \pm 0,08}{0,06 \pm 0,05}$
Ephydridae (24.05–12.09.16)	20,3	$\frac{0,27 \pm 0,07}{0,44 \pm 0,15}$	14,9	$\frac{0,20 \pm 0,06}{0,12 \pm 0,05}$	6,8	$\frac{0,07 \pm 0,03}{0,05 \pm 0,03}$	14,0	$\frac{0,18 \pm 0,03}{0,20 \pm 0,06}$
Scatophagidae (12.09.16)	–	–	–	–	1,4	$\frac{0,013 \pm 0,013}{0,62 \pm 0,62}$	0,5	$\frac{0,005 \pm 0,005}{0,21 \pm 0,21}$
Muscidae (8.05–24.06.16)	4,1	$\frac{0,04 \pm 0,02}{0,14 \pm 0,08}$	–	–	–	–	1,4	$\frac{0,013 \pm 0,010}{0,05 \pm 0,03}$

ЧВ — частота встречаемости (%); N — экз./м<sup>2</sup> в сут./доля (%); B — мг/м<sup>2</sup> в сут./доля (%).

Таблица 3. Видовой состав, численность, биомасса, частота встречаемости и сроки вылета короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera), вылетающих из старого бобрового пруда в заповеднике «Приволжская лесостепь»  
 Table 3. The species composition, abundance, biomass, frequency of occurrence and emergence dates of Diptera — Brachycera flying out of the old beaver pond in the Privolzhskaya Lesostep Nature Reserve

Виды, таксоны	Заводь в литорали	Профундаль	Сублитораль у плотины	$N_2$ (экз./м <sup>2</sup> ·сут.)	$B_2$ (мг/м <sup>2</sup> ·сут.)	Частота встречаемости, %	Сроки вылета в 2016 г.
Diptera: Brachycera							
<b>Tabanidae</b>							
<i>Haematopota pluvialis</i> (L., 1758)	+	+		0,02 ± 0,01	0,50 ± 0,25	1,8	2.07–2.08
<i>Chrysops relictus</i> (Meigen, 1820)	+	–	+	0,009 ± 0,007	0,27 ± 0,21	0,9	31.07
<i>Chrysops viduatus</i> (F., 1794)	*+	–	–	-	-	-	31.07 кач. сбор*
<i>Chrysops</i> sp.		+		0,013 ± 0,010	0,49 ± 0,29	1,4	23.06–31.07
<i>Tabanus</i> sp.	+	+		0,013 ± 0,010	0,59 ± 0,47	0,9	31.07
<b>Stratiomyidae</b>							
<i>Oplodonta viridula</i> (F., 1775)	+	–	–	0,013 ± 0,010	0,19 ± 0,11	1,4	16–22.06
<i>Odontomyia hydroleon</i> (L., 1758)	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,414 ± 0,414	0,5	26.05
<i>Odontomyia ornata</i> (Meigen, 1822)	+	+	–	0,03 ± 0,01	2,41 ± 1,13	2,3	12.05–11.06
<i>Odontomyia tigrina</i> (F., 1775)	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,153 ± 0,153	0,5	10.05
<i>Odontomyia cephalonica</i> Strobl, 1898	–	+	–	0,005 ± 0,005	0,108 ± 0,108	0,5	2.07
<b>Empididae</b>							
<i>Rhamphomyia nodipes</i> (Fallén, 1816)	+	+	+	0,04 ± 0,02	0,10 ± 0,07	1,8	7–20.05
<i>Hilara</i> sp.	–	–	+	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02	1,8	29.06–5.07
Empididae sp.	–	–	+	0,005 ± 0,005	0,012 ± 0,012	0,5	9.06
<b>Hybotidae</b>							
<i>Platypalpus</i> sp.	–	–	+	0,005 ± 0,005	0,002 ± 0,002	0,5	21.06
<b>Dolichopodidae</b>							
<i>Dolichopus brevipennis</i> Meigen, 1824	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,090 ± 0,090	0,5	28.06
<i>Hydroporus bipunctatus</i> (Lehmann, 1822)	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,025 ± 0,025	0,5	11.07
<i>Campsycnemus scambus</i> (Fallén, 1823)	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,005 ± 0,005	0,5	12.09
<i>Campsycnemus</i> sp.	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,005 ± 0,005	0,5	4.07
Dolichopodidae sp. (non det)	–	–	+	0,013 ± 0,010	0,02 ± 0,01	1,4	6.07–6.08
<b>Syrphidae</b>							
<i>Sphaerophoria</i> sp.	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,027 ± 0,027	0,5	7.05
Syrphidae (non det).	–	–	+	0,005 ± 0,005	0,009 ± 0,009	0,5	28.07
<b>Ephydriidae</b>							
<i>Hydrellia</i> sp.	+	+	+	0,08 ± 0,02	0,04 ± 0,01	8,1	25.05–12.09
<i>Scatella stagnalis</i> (Fallén, 1813)	+	+	–	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	3,6	24.05–25.08
<i>Scatella</i> sp.	+	+	–	0,013 ± 0,610	0,014 ± 0,010	0,9	18.06–25.06
<i>Ilythea</i> sp.	+	+	+	0,03 ± 0,01	0,11 ± 0,05	3,2	25.05–25.08
<i>Psilopa compta</i> (Meigen, 1830)	+	–	–	0,005 ± 0,005	0,002 ± 0,002	0,5	25.05
Ephydriidae sp.	+	+	+	0,013 ± 0,009	0,008 ± 0,004	1,4	21.06
Scatophagidae (non det)	–	–	+	0,005 ± 0,005	0,21 ± 0,21	0,5	12.09
Muscidae (non det)	+	–	–	0,013 ± 0,01	0,05 ± 0,03	1,4	8.05–24.06

Доля короткоусых двукрылых в общем вылете насекомых из прудовой экосистемы составила 3,5 % численности и 12,0 % биомассы, или 4,5 % численности и 34,2 % биомассы всех двукрылых. Доля *Brachycera* среди всех двукрылых в различных биотопах была максимальной в литорали, где составила 7,2 % их численности, в других биотопах — 3,3–3,5 %. Биомасса мух, вылетевших в литорали, составила 73,2 % биомассы двукрылых и 43,2 % биомассы всех вылетевших амфибиотических насекомых. В других биотопах доля биомассы вылетевших мух значительно ниже — в профундали — 24,0 % и 22,1 % соответственно, в сублиторали приплотинного участка роль *Brachycera* минимальна — лишь 2,9 % от общей биомассы насекомых и 12,1 % — двукрылых.

Общая среднесуточная численность мух, вылетающих из бобрового пруда в 2016 г., составила  $0,43 \pm 0,05$  экз./м<sup>2</sup>·сут., от  $0,28$  экз./м<sup>2</sup>·сут. в сублиторали у плотины до  $0,57$  экз./м<sup>2</sup>·сут. в литорали. Биомасса вылетевших имаго составила в среднем  $5,91 \pm 1,53$  мг/м<sup>2</sup>·сут., от  $1,52 \pm 0,85$  мг/м<sup>2</sup>·сут. в сублиторали до  $10,07 \pm 3,47$  мг/м<sup>2</sup>·сут. в литорали. Эти величины соответствуют численности  $64,5$  экз./м<sup>2</sup> и выносу биомассы  $0,89$  г/м<sup>2</sup> за вегетационный сезон (150 сут.) или 645 тыс. экз./га и 8,9 кг/га в год.

Численно доминировали в сборах мухи из семейства Ephydriidae (42,9 %), в выносе биомассы — льявники (55,2 %) и слепни (31,4 %).

В литорали и профундали основа численности мух сформирована за счёт береговушек (43,4–48,8 %). Второстепенными в литорали были льявники (21,1 %), в профундали — слепни (22,0 %). В приплотинном участке почти равнозначна численность толкунчиков (32,1 %) и береговушек (25 %) (табл. 2).

Основу биомассы вылетевших мух в литорали и профундали формировали льявники (69,7 % и 45,5 %) и слепни (19,8 % и 48,6 %), в приплотинном участке — скатофагиды (40,8 %) и слепни (37,5 %).

Наибольшую роль в численности вылетевших *Brachycera* играли следующие виды: *H. phuvialis* со среднесуточной численностью  $0,02$  экз./м<sup>2</sup>·сут. (слепни), *O. ornata* ( $0,03$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) (лявники), *Rh. nodipes* ( $0,04$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) и *Hilara* sp. ( $0,02$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) (эмпидиды), *Ilythea* sp. ( $0,03$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) и *S. stagnalis* ( $0,04$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) (береговушки) (табл. 3).

Максимальной численностью отличается вид береговушек *Hydrellia* sp., достигающий показателя  $0,08$  экз./м<sup>2</sup>·сут. или  $12$  экз./м<sup>2</sup> за вегетационный сезон (табл. 3). В различных биотопах численность вида находилась в границах от  $0,12$  экз./м<sup>2</sup>·сут. в литорали до  $0,04$  экз./м<sup>2</sup>·сут. в сублиторали. На долю этих перелетных видов приходится 60,5 % численности вылетевших мух. Все другие виды имели низкую численность или вылетали единичными экземплярами (7 видов).

В биомассе вылетевших короткоусых двукрылых наибольшее значение имеют виды льявинок: *O. ornata* ( $2,41$  мг/м<sup>2</sup>·сут. или  $361,5$  мг/м<sup>2</sup> в год), *O. hydroleon* ( $0,41$  мг/м<sup>2</sup>·сут.) и слепней — *Tabanus* sp.

( $0,59$  мг/м<sup>2</sup>·сут.), *Chrysops* sp. ( $0,49$  мг/м<sup>2</sup>·сут.), *Ch. relictus* ( $0,27$  мг/м<sup>2</sup>·сут.), *H. phuvialis* ( $0,50$  мг/м<sup>2</sup>·сут.) (табл. 3). Эти виды составили 79,0% биомассы вылетевших *Brachycera*.

Вылет короткоусых двукрылых охватывал период с 7 мая по 12 сентября. В заводи литорали мухи вылетали с 7 мая по 12 сентября, в профундали — с 7 мая по 28 августа, в сублиторали у плотины — начало вылета более позднее — с 24 мая по 12 сентября.

Характер сезонной динамики вылета короткоусых двукрылых обусловлен сроками вылета мух из отдельных семейств, приходящимися на различные периоды. Так, слепни вылетали с 23 июня по 2 августа, чаще в июле, льявники — с 10 мая по 2 июля, толкунчики — с 7 по 20 мая (род *Rhamphomyia*) и с 29 июня по 5 июля (род *Hilara*), зеленушки — с 28 июня по 12 сентября, журчалки — с 7 мая по 28 июля, береговушки — с 24 мая по 12 сентября, чаще в конце мая и второй половине июня, Muscidae — с 8 мая по 24 июня (табл. 2). Отмечены отдельные представители семейства Hybotidae с вылетом 21 июня и Scatophagidae — 12 сентября.

Общая сезонная кривая численности мух имеет вид двувершинной кривой с подъемами в конце июня–начале июля ( $0,73$ – $0,78$  экз./м<sup>2</sup>·сут.), в период вылета долихоподид, береговушек и толкунчиков (*Hilara*) и в конце июля ( $0,78$  экз./м<sup>2</sup>·сут.), когда преобладали слепни и журчалки (рис. 1). Еще два небольших подъема ( $0,47$  и  $0,44$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) отмечены в начале августа, когда вылетали долихоподиды и береговушки, и первой половине сентября.

Кривая выноса биомассы короткоусыми двукрылыми отличается от кривой численности (рис. 1). Так, имеется выраженный весенний пик в конце мая ( $15,4$  мг/м<sup>2</sup>·сут.) и максимум, приходящийся на конец июля ( $28,11$  мг/м<sup>2</sup>·сут.). Пики биомассы обусловлены вылетом крупных форм *Brachycera* в весенний период — льявинок *O. ornata* и *O. hydroleon*, в летний — слепней pp. *Chrysops* и *Tabanus*.

В заводи два основных пика численности ( $1,2$  и  $1,0$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) приходятся на конец июня и на середину июля, два второстепенных подъема ( $0,75$  и  $0,67$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) — на конец мая и первую половину сентября, что в основном совпадает с интегральной линией динамики вылета (рис. 2). Первый летний пик отличается и разнообразием форм (лявники, эфидриды, мусциды, долихоподиды).

В профундали выражен летний подъём, сформированный в основном вылетом береговушек с середины июня по начало июля, и позднелетний (конец августа) подъём, когда показатели среднесуточной численности находились в границах  $0,60$ – $0,67$  экз./м<sup>2</sup>·сут. В сублиторали приплотинного участка, глубоководного и наиболее затенённого, наблюдался летний максимум ( $1,33$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) и два подъёма: в конце июля–начале августа и в первой половине сентября ( $0,60$ – $0,67$  экз./м<sup>2</sup>·сут.) (рис. 2). Максимум численности обусловлен преимущественно вылетом эмпидид и береговушек.

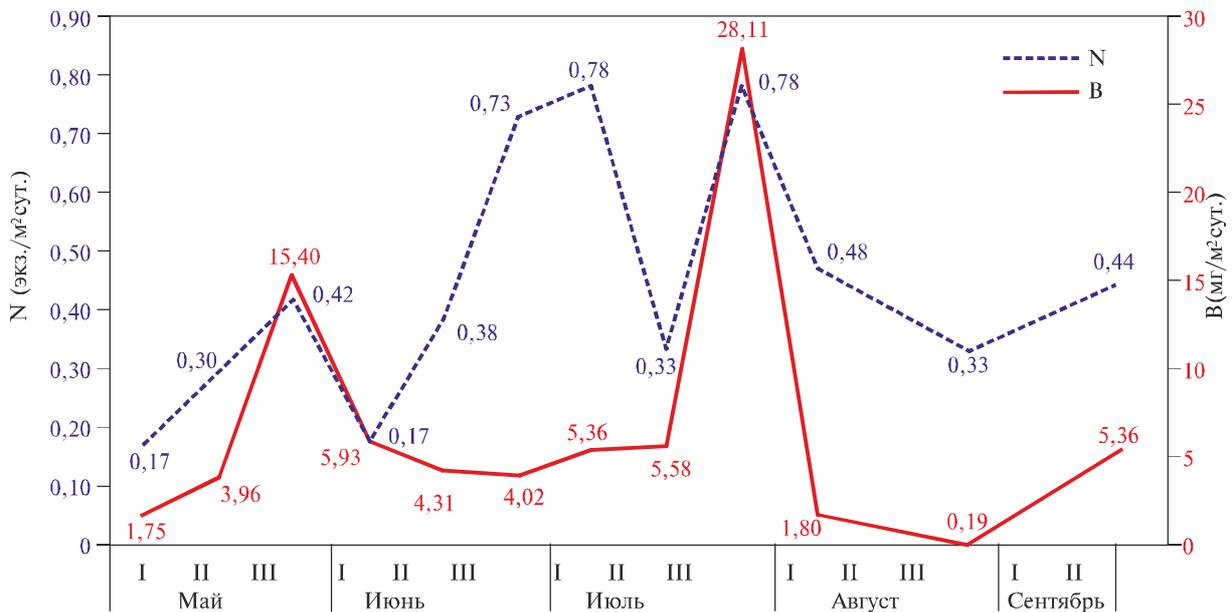


Рис. 1. Сезонная динамика численности (экз./м²·сут.) и биомассы (мг/м²·сут.) короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera), вылетающих из старого бобрового пруда в заповеднике «Приволжская лесостепь».

Fig. 1. Seasonal dynamics of abundance (ind./m² per day) and biomass (mg/m² per day) of Diptera — Brachycera flying out of the old beaver pond in the Privolzhskaya Lesostep Nature Reserve.

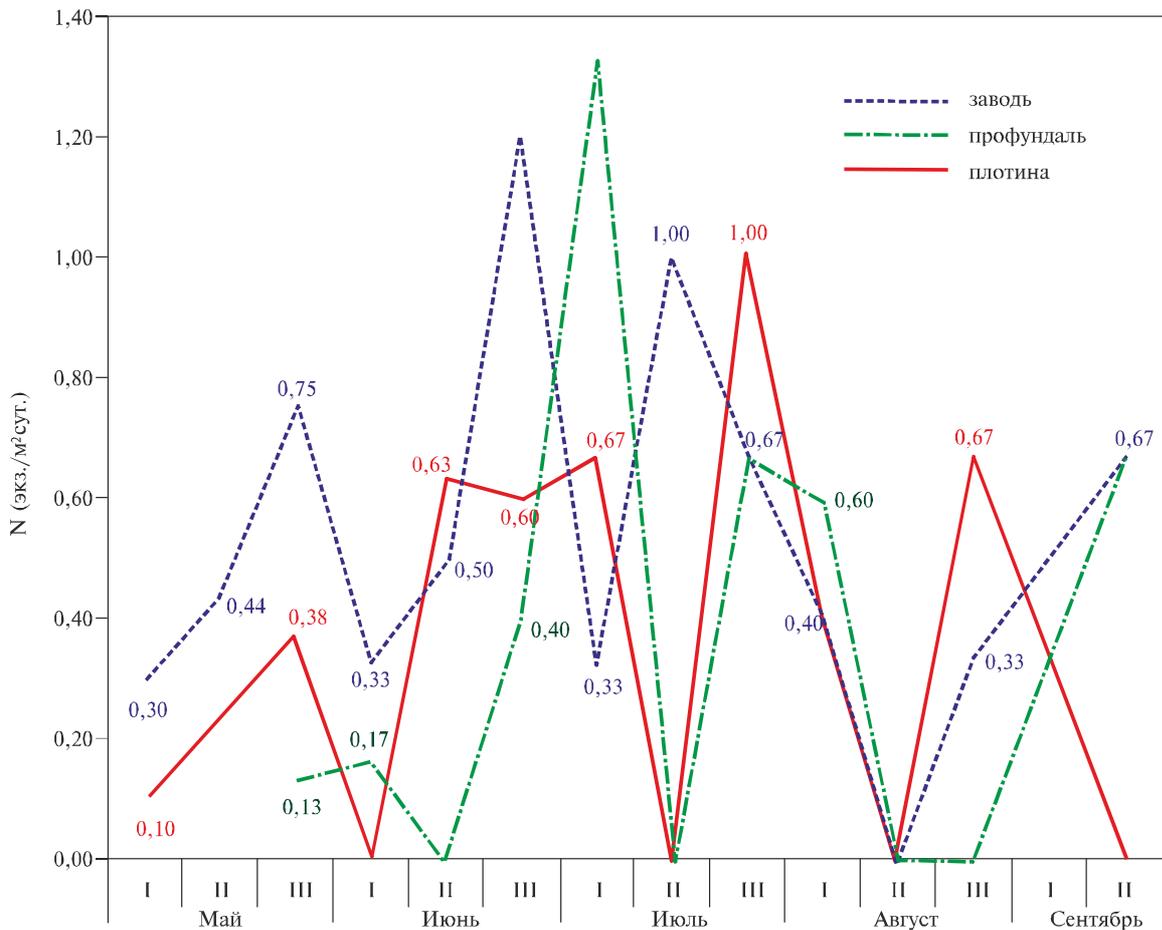


Рис. 2. Сезонная динамика численности (экз./м² в сут.) короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera), вылетающих из разных биотопов старого бобрового пруда в заповеднике «Приволжская лесостепь».

Fig. 2. Seasonal dynamics of abundance (ind./m² per day) of Diptera — Brachycera flying out of different biotopes of the old beaver pond in the Privolzhskaya Lesostep Nature Reserve.

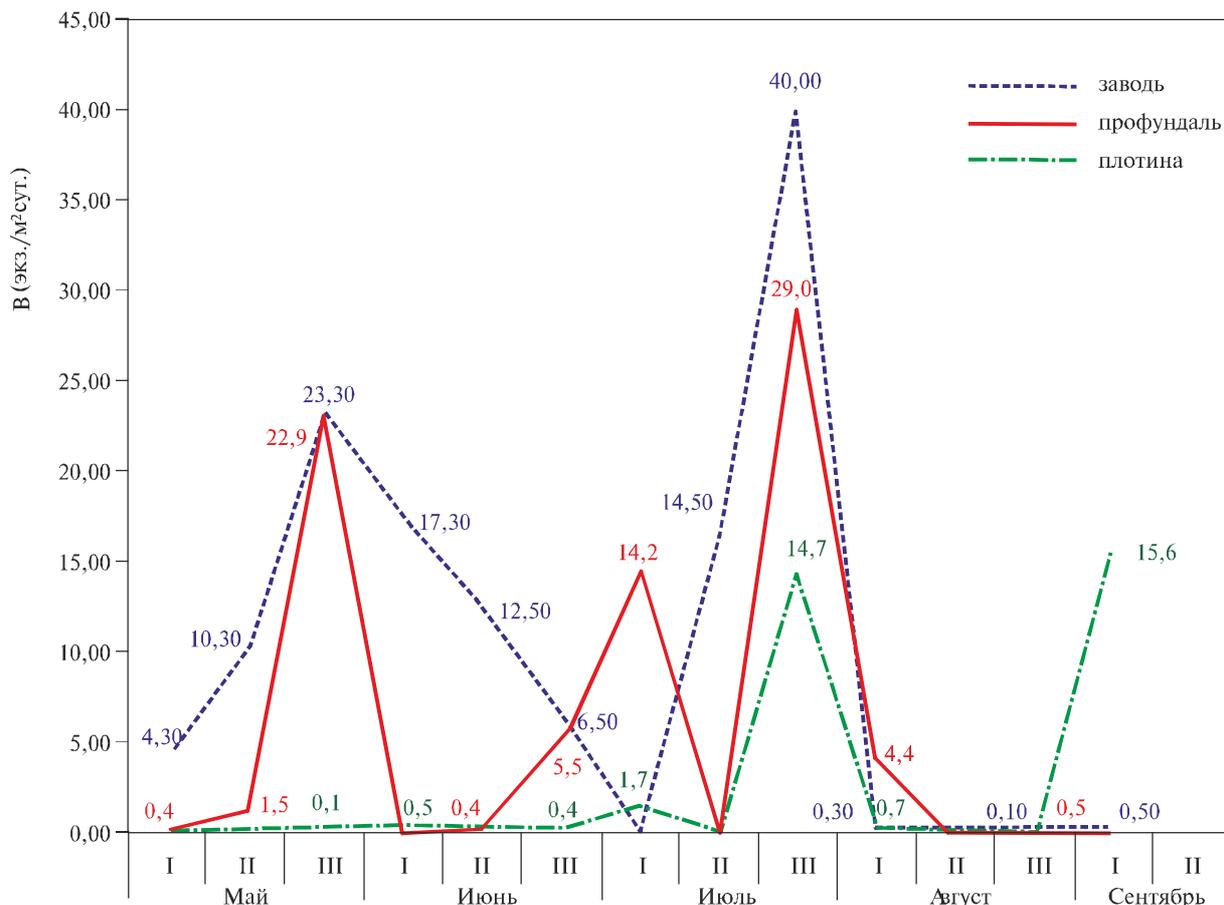


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы ( $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$ ) короткоусых двукрылых (Diptera, Brachycera), вылетающих из разных биотопов старого бобрового пруда в заповеднике «Приволжская лесостепь».

Fig. 3. Seasonal dynamics of biomass ( $\text{mg}/\text{m}^2$  per day) of Diptera — Brachycera flying out of different biotopes of the old beaver pond in the Privolzhskaya Lesostep Nature Reserve.

Вынос биомассы короткоусыми двукрылыми имеет в целом сходный характер в заводи и профундали с пиками, приходящимися на конец мая (23,3 и 22,9  $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$ ), и максимальными в конце июля (40,0 и 29,0  $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$  (рис. 3). Кроме того, в профундали обозначен подъем биомассы в начале июля (14,2  $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$ ), обусловленный вылетом слепней *H. pluvialis* и львинок *O. cephalonica*.

В приплотинном участке отсутствует весенний пик и есть два подъёма, первый из которых совпадает с общим летним пиком в конце июля (14,7  $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$ ), второй приходится на первую половину сентября, в период вылета Scatophagidae и Brachycera non det (15,6  $\text{мг}/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$ ) (рис. 3).

Общее видовое и таксономическое разнообразие Brachycera в течение сезона было непостоянным. В мае было отловлено 10 видов из 5 семейств, в июне и июле — по 12 и 13 видов из 6 семейств, в августе — 6 видов из 3 семейств, в сентябре — лишь 3 вида из 3 семейств. Наибольшим видовым разнообразием мух отмечались периоды III декады мая и II декады июня (по 6 видов из 2 семейств), III декады июня (10 видов из 7 семейств) и I декады июля (8 видов из 5 семейств).

## Заключение

В результате исследований вылета амфибиотических насекомых из прудовой экосистемы в верховье Хопра выявлено 29 видов и таксонов короткоусых двукрылых из 9 семейств.

Выбранные для изучения биотопы бобрового пруда отличались по частоте встречаемости разных представителей Brachycera, относительной численности их и роли в выносе биомассы.

В литорали на долю береговушек приходилось 43,4 % численности, львинок — 21,1 %. В профундали основу численности формировали береговушки (48,8 %), в сублиторали — толкунчики (32,1 %) и береговушки (25 %).

Основу биомассы вылетевших мух в литорали и профундали составляли львинки (69,7 % и 45,5 %) и слепни (19,8 % и 48,6 %), в приплотинном участке (сублиторали) — скатофагиды (40,8 %) и слепни (37,5 %). Среди львинок в выносе биомассы наибольшую роль играли виды *O. ornata* и *O. hydroleon*, среди слепней — *Tabanus* sp., *Chrysops* sp., *Ch. relictus* и *H. pluvialis*. Эти виды составили 79,0 % биомассы вылетевших Brachycera.

Сроки вылета представителей отдельных семейств *Brachycera* определяют характер сезонной динамики их численности.

Доля короткоусых двукрылых в общем вылете насекомых из прудовой экосистемы оказалась невысокой, и составила 3,5 % численности и 12,0 % биомассы, или 4,5 % численности и 34,2 % биомассы всех двукрылых. Но в литорали они составили 73,2 % биомассы двукрылых и 43,2 % биомассы всех вылетевших амфибиотических насекомых. Это показывает, что в определённых биотопах они могут играть существенную роль в выносе биомассы из водных экосистем.

### Благодарности

Авторы приносят глубокую благодарность за помощь в организации исследований директору заповедника «Приволжская лесостепь» А.Н. Добролюбову и сотруднику заповедника В.В. Осипову, а также сотруднику ИПЭЭ им. А.Н. Северцова Л.А. Неймарку и магистру СаГУ А.А. Оськиной за помощь в сборах насекомых.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-04-01248.

### Литература

- Andreeva R.V. 1990. [Identification of the larvae of horseflies: European part of the USSR, the Caucasus and Central Asia]. Kiev: Naukova Dumka. 172 p. [In Russian].
- Caspers N., Wagner R. 1989. Emergenz-Untersuchungen an einem Mittelgebirgsbach bei Bonn. VII. Empididen- und Dolichopodiden-Emergenz 1976 (Insecta, Diptera, Brachycera) // Archiv Hydrobiol. Bd.93. S.209–237.
- Krivosheina M.G. 2004. Morphologicheskie i ekologicheskie mekhanizmy ustoichivosti gidrobiontykh lichinok dvukrylykh (Insecta, Diptera) k ekstremal'nym usloviyam: diss. ... d-ra biol. nauk. Moscow. 314 p. [In Russian].
- Krivosheina M.G., Silina A.E., Chalaya O.N. 1996. [Contribution to the study of shore flies (Diptera, Ephydriidae) of Voronezh Province] // Sostoyanie i problemy ekosistem Srednego Podon'ya. Vyp. 8. Voronezh: Voronezh State University. No.8. P.119–126. [In Russian].
- «Meditsinskaya statistika» [<http://medstatistic.ru/calculators.html>].
- Negrobov O.P., Golubtsov D.N., Selivanova O.V., Maslova O.O. 2009. Statsii razmnozheniya vidov semeystva dolikhopodid (Dolichopodidae, Diptera) // Vestnik Mordovskogo universiteta. No.1. P.246. [In Russian].
- Negrobov O.P., Silina A.E. 1987. Some date on habits of dolichopodid larvae (Dolichopodidae) // Two-winged insects: systematics, morphology and ecology. L.: ZIN AN SSSR. P.91–93.
- Nesterenko S.V. 2014. Ekologo-faunisticheskiy obzor much-l'vinok (Diptera, Stratiomyidae) Severo-Zapadnogo Kavkaza i Kryma: diss. ... kand. biol. nauk. Saint-Petersburg. 202 p. [In Russian].
- Savitskii B.P., Goncharov M.A., Zaleskaya L.F., Silina A.E. 1986. Lovushka-konus dlya izycheniya vyleta razvivayushchikhsya v vode nasekomukh (instruktsiya po ustroistvu i primeneniyu). Gomel': Belarus. Inst. Inzh. Zheleznodor. Transp. 12 p. [In Russian].
- Silina A.E. 1988. Vylet korotkousykh dvukrylykh iz nekotorykh vodoemov Belorusskogo Poles'ya // Zhivotnyi mir Belorusskogo Poles'ya, okhrana i ratsional'noe ispol'zovanie (Gomel', 21–25 niyabrya 1988). Vol.1. P.166–167. [In Russian].
- Silina A.E., Chalay O.N. 1996. [On the emergence of Empidoidea (Diptera, Brachycera) from some water bodies in Usmanskiy Bor] // Sostoyanie i problemy ekosistem Srednego Podon'ya. Vyp.9. Voronezh: Voronezh State University. P.73–85. [In Russian].
- Violovich N.A. 1968. [Horseflies of Siberia]. Novosibirsk: Nauka. 281 p. [In Russian].

Поступила в редакцию 3.04.2020