

УДК 593.17(282.2)

А.Г. Панов¹, М.М. Трибун², Л.И. Никитина^{2*}

¹ Сахалинский институт железнодорожного транспорта (СахИЖТ) — филиал Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС), 693007, г. Южно-Сахалинск, ул. Физкультурная, 126В;

² Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47

РАЗНООБРАЗИЕ ИНFUЗОРИЙ МАЛЫХ РЕК ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ХАБАРОВСКА И ЮГА О. САХАЛИН

Приводятся данные о видовом составе инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска и юга о. Сахалин. В ходе инвентаризации выявлено 86 видов цилиат. Наибольшее число видов принадлежит к классам Oligohymenophorea и Spirotrichea. Эврибионтными являлись 6 видов — *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*, *Dexiostoma campylum*, *Colpidium colpoda*, *Uronema nigricans*, *Vorticella convallaria* complex. Зарегистрировано различие в видовом составе инфузорий исследованных районов. Определен индекс фаунистического сходства между водотоками южного Сахалина и среднего Приамурья.

Ключевые слова: цилиофауна, видовой состав, особенности распространения, фаунистическое сходство.

Panov A.G., Tribun M.M., Nikitina L.I. Diversity of ciliates in small rivers in vicinity of Khabarovsk and in southern Sakhalin Island // Izv. TINRO. — 2016. — Vol. 186. — P. 182–192. Data on species composition of ciliates in the small rivers at Khabarovsk and in southern Sakhalin Island are presented. Modified method of sampling was applied with using of samplers and “glass fouling” on the shallows of the rivers. More than 230 samples were collected in the small rivers at Khabarovsk and about 200 samples in the southern Sakhalin. Species composition of the ciliates was determined immediately after the sampling and repeatedly on nutrient media. In total, 86 species of ciliates are identified, mostly belonged to the classes Oligohymenophorea and Spirotrichea. Six eurybionts were found: *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*, *Dexiostoma campylum*, *Colpidium colpoda*, *Uronema nigricans*, and *Vorticella convallaria* complex. The classes Armophorea and Phyllopharyngea were more diverse by species in the area at Khabarovsk but the class Spirotrichea – in southern Sakhalin. In general, faunas of ciliates in two surveyed regions are similar. The highest inter-regional similarity of the species composition is registered between the rivers at Khabarovsk and the Susuya River in Sakhalin (25–33 %, by Jackaroo) that is probably associated with a heightened level of pollution in the Susuya. Most of the species adapt to habitat rapidly, so they are found in different environments: among benthos, plankton, periphyton. Some patterns of the ciliocommunities are discussed.

Key words: ciliofauna, species composition, distribution of ciliates, faunal similarity.

* Панов Александр Геннадьевич, старший преподаватель, e-mail: allergen_925@mail.ru; Трибун Михаил Маркович, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: tribunmikhail@gmail.com; Никитина Людмила Ивановна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: nikitinali@mail.ru.

Panov Alexander G., senior lecturer, e-mail: allergen_925@mail.ru; Tribun Mikhail M., Ph.D., associate professor, e-mail: tribunmikhail@gmail.com; Nikitina Lyudmila I., D.Sc., professor, e-mail: nikitinali@mail.ru.

Введение

Свободноживущие инфузории (Ciliata, Ciliophora) представляют собой наиболее высокоорганизованную группу одноклеточных организмов, обитающих повсеместно в водах и почвах различных географических районов. Они являются важной составной частью трофических цепей любых биоценозов. С одной стороны, инфузории — неотъемлемый компонент пищевого рациона других групп гидробионтов (коловраток, личинок беспозвоночных и мальков рыб), а с другой — участники процесса разложения органического вещества. Инфузории — это звено в переносе энергии и вещества между трофическими уровнями в экосистемах.

Известно, что в настоящее время фауна пресноводных инфузорий характеризуется наибольшим количеством специфических таксонов, а общее их число оценивается примерно величиной в 7–8 тыс. видов (Быкова, 2005; Алекперов, 2012). Однако данные по биоразнообразию цилиатного населения в водотоках и водоемах Дальнего Востока, в том числе Приамурья и о. Сахалин, практически отсутствуют. Совершенно недостаточно исследован не только видовой состав инфузорий, но и экологические особенности, закономерности распределения видов, их численность и биомасса как в природных, так и в антропогенных экосистемах. Необходимо отметить, что Дальний Восток является центром фаунистического разнообразия России, так как на юге Дальнего Востока не было сплошного ледового покрова даже в периоды максимального развития ледников, поэтому сохранялись условия для существования фаун, различных по своей экологии и генезису (Куренцов, 1965; Рябинин, Кривоуццкий, 1989).

В связи с вышеизложенным, несомненно, актуальным является изучение цилиатного населения водотоков таких разных по антропогенному воздействию территорий, как среднее Приамурье и о. Сахалин. В географическом плане исследованные нами регионы являются соседствующими, однако удаленными друг от друга более чем на тысячу километров, поэтому для каждого из них характерна своя специфика. Реки юга о. Сахалин являются местами естественного нереста тихоокеанских лососевых рыб. В исследованных малых реках Хабаровского края из-за высокого загрязнения промысловая ихтиофауна практически отсутствует уже в течение многих лет.

В целом актуальность проведения протозоологических исследований обусловлена огромной практической значимостью инфузорий для природных и антропогенных биоценозов, использованием цилиат в современных методах исследования: биотестировании, биоиндикации и биомониторинге, а также недостаточной изученностью всех процессов жизнедеятельности и формирования адаптивных признаков к условиям среды.

Цель настоящей работы — выявить особенности распространения инфузорий в малых реках окрестностей г. Хабаровска и юга о. Сахалин.

Материалы и методы

Материалами исследования стали гидробиологические пробы, собранные авторами на мелководьях речных систем окрестностей г. Хабаровска в весенне-осенние периоды 2009–2012 гг. (рис. 1) и южного Сахалина в весенне-осенние периоды 2012–2015 гг. (рис. 2). Для сравнительной характеристики видового состава инфузорий были проанализированы цилиофауны рек Красная, Черная и Березовая (в окрестностях г. Хабаровска), а также Лютога, Красносельская, Подорожка и Рогатка (на юге о. Сахалин). Перечисленные реки имеют как общие черты, так и различия в происхождении и гидрологии, что, в свою очередь, влияет на формирование и развитие сообществ гидробионтов, в том числе и инфузорий.

Река Черная берет начало на восточной окраине г. Хабаровска, в месте сброса городских канализационных вод, впадает в р. Сита. Длина реки 48 км, площадь водосбора 300 км². Исток р. Березовой расположен у северо-восточной окраины г. Хабаровска, она впадает в Хохлацкую протоку (система р. Амур). Длина реки 30 км. Две трети площади ее поймы распахано. Значительные по площади участки заняты строениями. Русло извилистое, вблизи г. Хабаровска засорено отбросами. Периодически (1970, 2009 гг.) в



Рис. 1. Карта-схема мест отбора проб в малых реках г. Хабаровска: 1–3 — р. Красная; 4–6 — р. Черная; 7–8 — р. Березовая

Fig. 1. Scheme of sampling in the small rivers at Khabarovsk: 1–3 — Krasnaya; 4–6 — Chernaya; 7–8 — Berezovaya

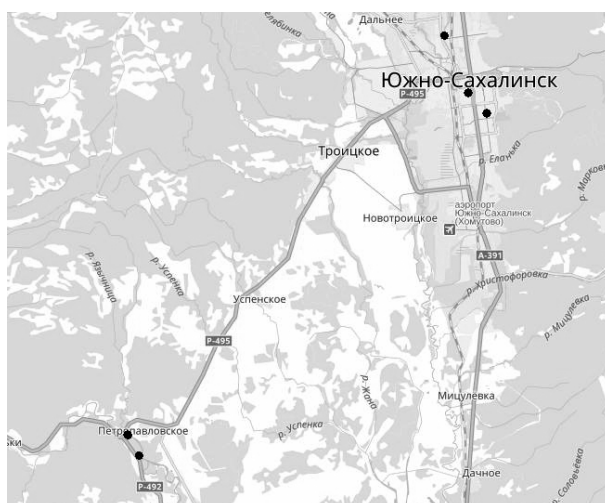


Рис. 2. Карта-схема мест отбора проб в водотоках о. Сахалин: 1 — р. Лютога; 2 — р. Подорожка; 3 — р. Рогатка; 4 — р. Красносельская

Fig. 2. Scheme of sampling in the rivers of Sakhalin Island: 1 — Lutoga; 2 — Podorozhka; 3 — Rogatka; 4 — Krasnoselskaya

водотоке фиксировался серьезный дефицит растворенного в воде кислорода и даже его полное отсутствие. Река Красная начинается в северо-западных отрогах хребта Малый Хехцир на высоте около 200 м и протекает в южной части г. Хабаровска. Река впадает в Амурскую протоку в районе завода «Амуркабель». Протяженность р. Красной 16 км, ее можно отнести к самым малым рекам. Протоки и меандры отсутствуют. Русло слабоизвилистое. В этих исследованных водотоках г. Хабаровска промысловая ихтиофауна практически отсутствует. Водосбор рек представляет собой равнину, расчлененную в верхней части неглубокими оврагами. Скорость течения в местах отбора проб составляла 0,1–0,3 м/с (в паводки она увеличивается до 0,5 м/с). Дно илистое. Температура воды в

период исследований колебалась от 7–15 °С (апрель-июнь) до 25 °С (июль-сентябрь), dH — 1,46–1,70 мг-экв/л, pH — 6,8–7,2.

Основными загрязнителями рек являются: КГУП «Амуркабель», золоотвал ТЭЦ-1, частный сектор (р. Красная), сельскохозяйственные угодья (реки Черная и Березовая). Приоритетными загрязнениями в них являются: соли кадмия (Cd^{2+} — до 4,0 ПДК), аммония (NH_4^+ — до 3,1 ПДК), фенолы (от 2,1 до 10,2 ПДК), фосфаты, железо (общее), нитриты. По гидрохимической оценке качества вод исследованные водные объекты относятся к категории «экстремально грязные», вода для питья не пригодна*.

Реки Лютога и Сусуя (к бассейну последней относятся реки Рогатка, Красносельская и Подорожка) относятся к горным водотокам, только в прибрежных (приустьевых) участках переходящим в равнинные. Длина водотоков составляет от 10 (реки Рогатка и Подорожка) и 25 км (р. Красносельская) до 130 км (р. Лютога). Последняя относится к крупным водотокам острова смешанного горно-равнинного типа со скоростью течения в среднем около 1,0–1,2 м/с, на ней располагаются многочисленные естественные нерестилища япономорской и охотоморской популяций лососевых. В бассейн Сусуи лососевые также заходят на нерест, но на исследованных участках они не нерестятся. Дно рек покрыто в основном песчано-галечными отложениями, слой ила в верхнем и среднем течении рек практически отсутствует. Скорость течения в местах взятия проб (на мелководных перекатах) составляла 0,8–1,0 м/с, температура воды в период исследования колебалась от 7–10 °С (апрель-июнь и октябрь) до 14–15 °С (июль-сентябрь), dH — 1,37–1,64 мг-экв/л, pH — 7,0–7,2.

Реки также характеризуются повышенной степенью загрязнённости, однако на острове нет таких крупных промышленных предприятий, как в г. Хабаровске, поэтому уровень загрязнения исследованных водотоков на Сахалине значительно ниже. В основном это сточные воды Южно-Сахалинска и мелких промышленных предприятий, ГУСП «Птицефабрика «Островная»» (р. Сусуя); сточные воды поселков, сельскохозяйственных угодий, рыбоперерабатывающих предприятий, животноводческих ферм (р. Лютога). В воде в основном фиксируются в избытке соли марганца (Mn^{2+} — до 3,7 ПДК), железа ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ — до 3,7 ПДК), меди (Cu^{2+} — до 4,8 ПДК), аммония (NH_4^+ — до 8,6 ПДК), нитриты (NO_2^- — до 1,9 ПДК). По гидрохимической оценке ЦГСН Сахалинской области (по содержанию в воде солей железа, азота, цинка, меди; органолептическим показателям) вода в реках «слабо загрязненная — очень загрязненная»**.

Отбор проб производили при помощи пробоотборников и модифицированного метода «стеклообрастания» на мелководье исследуемых рек. Всего в ходе исследования было обработано свыше 230 проб из малых рек г. Хабаровска и около 200 проб из исследованных водотоков юга Сахалина. Видовой состав цилиата определяли как сразу после отбора гидробиологического материала, так и в ходе вторичной сукцессии на различных питательных средах (сенной настой, кожура банана, лососевая снетка и др.). Выявление микроорганизмов производили *in vitro* и *in vivo*. Цилиат изучали с помощью микроскопов «Motic BA 300» при увеличении окуляра 10х–20х, объектива — 4х, 10х, 40х и «Levenhuk D2L» при увеличении окуляра 16х, объектива — 4х, 10х, 40х. Фиксацию простейших осуществляли кальций-формолом (по Бейкеру) и фиксатором Люголя, для выявления общей морфологии клеток использовались 0,1 %-ный раствор метиленового синего, 0,2 %-ный раствор эозина, 0,3 %-ный раствор йода. Инфразиляцию выявляли импрегнацией 0,3 %-ным раствором протаргола (Алекперов, 2012). В качестве основных пособий для определения видового состава инфузорий

* Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2014 году / под ред. В.М. Шихалева. Хабаровск: ООО «Принт», 2015. 219 с.

** Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Сахалинской области в 2013 году / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Сахалинской области. Южно-Сахалинск, 2014. 193 с.

использовали известные работы (Curds, 1982; Curds et al., 1983; Foissner, Berger, 1996; Протисты, 2007*).

При сравнительном анализе группировок цилиат использовали коэффициент фаунистического сходства Жаккара, который вычисляется по формуле:

$$m = \frac{C}{A + B - C} \cdot 100\% ,$$

где С — число видов, общих для двух сравниваемых биотопов; А — число видов, населяющих первый водоток; В — то же, во втором.

Результаты и их обсуждение

В перечисленных водотоках в ходе проведения мониторинга нами было выявлено 86 видов Ciliophora, из которых 8 определены до рода, а остальные 78 — до вида. Видовой состав обнаруженных инфузорий в таксономической системе Lynn (2008) представлен в табл. 1.

Зарегистрированные виды инфузорий двух регионов относились к 10 классам: в малых реках г. Хабаровска и в водотоках южного Сахалина отдельно встречены представители 9 классов (в водотоках г. Хабаровска не выявлены представители класса Contofragmea, а в реках южного Сахалина — класса Nassophorea). Наибольшее число видов из них принадлежит к классу Oligohymenophorea — 27 видов, затем следуют классы Spirotrichea — 18 видов и Litostomatea — 11 видов; Heterotrichea и Phyllopharyngea — по 8 видов, Prostomatea — 5 видов, Armophorea — 4 вида, Colpodea — 3 вида, Nassophorea и Contofragmea — по 1 виду.

В исследованных водотоках Дальневосточного региона, согласно полученным нами данным, наибольшее число видов Ciliata относится к «переходной» экологической группе (по принадлежности к основному биотопу). Представители такой группы могут быть обнаружены в разных зонах водного объекта: бентос (на/в грунте на дне водотока), планктон (в толще воды), перифитон (в естественных и искусственных субстратах). Общее свойство таких видов — быстрая адаптация к месту обитания. Наличие в водных объектах сравнительно большой группировки бентосных и перифитонных инфузорий, вероятно, связано с небольшой глубиной малых рек, малой скоростью течения, а также с особенностями отбора гидробиологического материала. Распределение представителей инфузорий (по данным С.А. Быковой (2005)) по экологическим группам представлено на рис. 3.

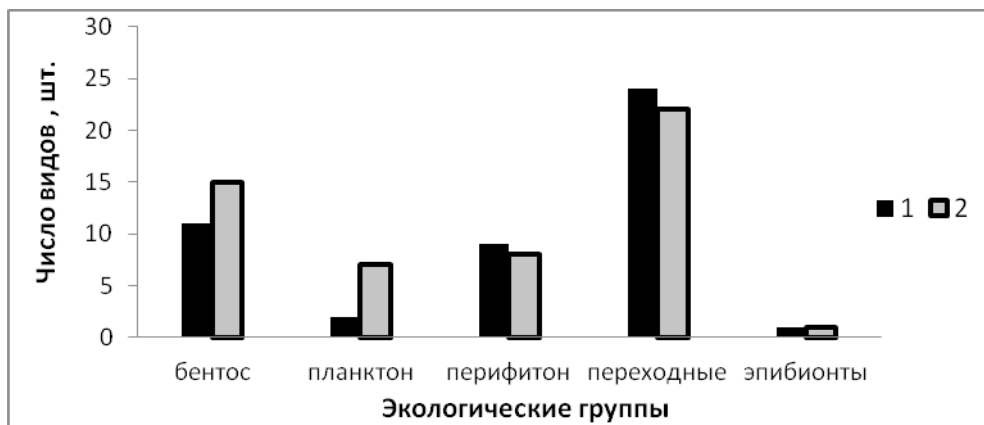


Рис. 3. Экологические группы инфузорий обследованных водотоков: 1 — малые реки окрестностей г. Хабаровска; 2 — водотоки юга о. Сахалин

Fig. 3. Ecological groups of ciliates in the examined streams: 1 — small rivers at Khabarovsk; 2 — water bodies in southern Sakhalin Island

* Протисты: руководство по зоологии. СПб.: Наука, 2007. Ч. 2. 1144 с.

Таблица 1

Видовой состав Ciliophora исследованных водотоков (1 — р. Красная, 2 — р. Черная, 3 — р. Березовая, 4 — р. Лютога, 5 — р. Красносельская, 6 — р. Рогатка, 7 — р. Подорожка)

Table 1

Species composition of Ciliophora in the examined rivers (1 — Krasnaya, 2 — Chernaya, 3 — Berezovaya, 4 — Lutoga, 5 — Krasnoselskaya, 6 — Rogatka, 7 — Podorozhka)

Вид	Малые реки окрест. г. Хабаровска			Малые реки юга о. Сахалин			
	1	2	3	4	5	6	7
Тип Ciliophora Doflein, 1901							
Подтип Postciliodesmatophora Gerasimova et Seravin, 1976							
Класс Heterotrichea Stein, 1859							
<i>Blepharisma</i> sp.	–	–	–	–	–	+	–
<i>B. steini</i> Muller, 1986	+	+	–	–	–	–	–
<i>Linostomella vorticella</i> Jankowski, 1978	+	–	+	–	–	–	–
<i>Loxodes rostrum</i> Muller, 1786	+	+	–	–	–	–	–
<i>Spirostomum ambiguum</i> Ehrenberg, 1834	–	–	+	+	–	–	–
<i>S. teres</i> Claparede et Lachmann, 1859	+	+	+	–	+	–	+
<i>Stentor roeselii</i> Ehrenberg, 1835	–	+	+	+	+	–	–
<i>S. polymorphus</i> Muller, 1773	–	+	–	–	–	–	–
Подтип Intramacronucleata Lynn, 1996							
Класс Spirotrichea Butschli, 1889							
<i>Oxytricha chlorelligera</i> Kahl, 1932	–	–	–	–	–	–	+
<i>O. fallax</i> Stein, 1859	–	–	–	–	+	+	+
<i>O. minor</i> Kahl, 1932	–	–	–	–	+	–	+
<i>Sterkiella histriomuscorum</i> Foissner et al., 1991	–	–	–	+	–	–	–
<i>Tachysoma pellionellum</i> Muller, 1773	+	+	+	–	+	+	+
<i>Paraurostyla weissei</i> Stein, 1859	–	–	–	+	–	–	+
<i>Stylonychia mytilus</i> complex	+	+	+	+	–	+	+
<i>S. putrina</i> Stokes, 1885	–	–	–	–	+	+	+
<i>S. pustulata</i> Ehrenberg, 1838	–	–	–	–	+	+	+
<i>Holosticha navicularum</i> Kahl, 1932	–	+	–	–	–	–	–
<i>Uroleptus piscis</i> Kowalewski, 1882	+	–	–	–	–	–	–
<i>Euplotes patella</i> Ehrenberg, 1833	+	+	–	–	+	–	–
<i>E. affinis</i> Dujardin, 1841	–	–	–	–	–	–	+
<i>Aspidisca cicada</i> Muller, 1786	+	+	+	–	+	+	+
<i>A. turrita</i> Ehrenberg, 1838	–	–	–	+	+	–	–
<i>A. lynceus</i> Muller, 1773	–	–	–	–	+	+	+
<i>Strobilidium caudatum</i> Fromentel, 1874	+	+	–	–	+	–	–
<i>Strombidium</i> sp.	+	+	+	–	–	–	–
Класс Armophorea Lynn, 2002							
<i>Caenomorpha medusula</i> Perty, 1852	–	–	+	–	–	–	–
<i>Caenomorpha</i> sp.	–	–	–	–	+	–	–
<i>Metopus es</i> Muller, 1786	–	+	+	–	–	–	–
<i>Metopus</i> sp.	–	+	–	–	–	–	–
Класс Litostomatea Small, Lynn, 1981							
<i>Spathidium spathula</i> Muller, 1786	–	–	–	–	–	–	+
<i>Monodinium balbianii</i> Fabre-Domerger, 1888	+	+	–	–	+	+	+
<i>Didinium nasuta</i> Muller, 1786	–	–	–	–	+	–	–
<i>Amphileptus pleurosigma</i> Stokes, 1884	–	–	–	–	+	–	–
<i>A. procerus</i> Penard, 1922	+	–	–	–	+	–	–
<i>Lacrimaria olor</i> Muller, 1786	+	–	–	–	–	–	–
<i>Litonotus cygnus</i> Muller, 1773	–	–	–	+	+	+	+

Продолжение табл. 1
Table 1 continued

Вид	Малые реки окрест. г. Хабаровска			Малые реки юга о. Сахалин			
	1	2	3	4	5	6	7
<i>L. lamella</i> Schewjakoff, 1896	–	–	+	–	–	+	–
<i>L. varsaviensis</i> Wrzesniowski, 1870	–	–	–	–	–	–	+
<i>L. carinatus</i> Stokes, 1885	–	–	–	+	+	+	+
<i>Loxophillum helus</i> Stokes, 1884	–	–	–	–	–	–	+
Класс Phyllopharyngea Puytorac et al., 1974							
<i>Chilodonella uncinatus</i> Ehrenberg, 1838	+	–	–	+	+	+	+
<i>Chilodonella</i> sp.	+	+	–	–	–	–	–
<i>Trithigmostoma cucullulus</i> Muller, 1786	+	+	–	–	+	–	+
<i>Podophrya fixa</i> Muller, 1786	–	–	–	+	+	–	–
<i>P. fallax</i> Dingfelder, 1962	+	–	–	–	–	–	–
<i>P. maupasi</i> Butschli, 1889	+	–	–	–	–	–	–
<i>Tokophrya lemnae</i> Butschli, 1889	–	+	–	–	–	–	–
<i>T. quadripartita</i> Claparede et Lachmann, 1858	–	+	–	–	–	–	–
Класс Nassophorea Small et Lynn, 1981							
<i>Nassula ornata</i> Ehrenberg, 1834	+	+	+	–	–	–	–
Класс Colpodea Small et Lynn, 1981							
<i>Colpoda inflata</i> Stokes, 1884	–	–	–	–	+	–	–
<i>C. maupasi</i> Enriquez, 1908	+	–	+	–	–	–	–
<i>C. steinii</i> Maupas, 1883	+	+	+	–	+	–	–
Класс Prostomatea Schewiakoff, 1896							
<i>Coleps hirtus</i> Nutzs, 1827	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. lacustris</i> Faure-Fremiet, 1924	+	–	–	–	+	–	–
<i>Prorodon</i> sp.1	–	–	–	+	+	+	+
<i>Prorodon</i> sp.2	–	+	–	–	–	–	–
<i>Urotricha valida</i> Song et Wilben, 1989	–	–	–	–	–	–	+
Класс Contofragmea Jankowski, 1980							
<i>Trimyema compressa</i> Lackey, 1925	–	–	–	–	–	–	+
Класс Oligohymenophorea De Puytorac et al., 1974							
<i>Frontonia leucas</i> Ehrenberg, 1838	+	–	–	+	+	–	–
<i>F. elliptica</i> Beardsley, 1902	+	+	–	–	–	–	–
<i>Epistylis polenici</i> Matthes, 1955	–	+	+	–	–	–	–
<i>Rhabdostyla cyclopis</i> Kahl, 1935	+	–	–	–	–	–	–
<i>Lembadion lucens</i> Maskell, 1887	–	–	–	+	–	–	+
<i>L. bullinum</i> Perty, 1849	+	–	–	–	–	–	–
<i>Opercularia</i> sp.	–	+	–	–	–	–	–
<i>Urocentrum turbo</i> Nutzs, 1827	+	–	–	+	+	–	+
<i>Paramecium aurelia complex</i>	–	+	–	–	–	–	+
<i>P. bursaria</i> Ehrenberg, 1831	–	–	–	–	+	–	+
<i>P. caudatum</i> Ehrenberg, 1838	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. putrinum</i> Claparede et Lachmann, 1858	–	–	–	+	+	–	–
<i>Tetrahymena poriformis complex</i>	–	–	–	–	–	–	+
<i>Dexiostoma campylum</i> Stokes, 1886	+	+	+	+	+	+	+
<i>Colpidium colpoda</i> Stein, 1860	+	+	+	+	+	+	+
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg, 1830	–	–	–	+	+	+	+
<i>G. reniforme</i> Schewiakoff, 1892	–	–	–	–	+	+	+
<i>Uronema nigricans</i> Dujardin, 1841	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudocohnilembus pusillus</i> Quennerstedt, 1869	–	–	–	+	–	–	+
<i>Carchesium batorligetiense</i> Stiller, 1953	–	+	+	–	–	–	–

<i>C. polypinum</i> Linnaeus, 1758	–	+	+	–	–	–	–
<i>Vorticella campanula</i> Ehrenberg, 1831	+	–	–	–	–	–	–
<i>V. convallaria</i> complex	+	+	+	+	+	+	+
<i>V. geispicae</i> Banina, 1983	–	–	+	–	–	–	–
<i>V. microstoma</i> complex	–	–	+	–	+	–	+
<i>V. octava</i> complex	–	+	–	–	+	+	+
<i>Trichodina pediculus</i> Muller, 1773	–	–	–	–	+	–	–
Число взятых проб	90	90	50	28	41	58	64
Итого обнаруженных видов	35	35	25	23	41	23	39
	54			58			
	86						

В обследованных водотоках были зарегистрированы 6 эврибионтных видов: *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*, *Dexiostoma campylum*, *Colpidium colpoda*, *Uronema nigricans* и *Vorticella convallaria* complex, что составляет около 7 % общего числа выявленных видов. Однако не всегда эти виды в исследованных водотоках являлись массовыми.

Анализ данных по частоте встречаемости цилиат в малых реках окрестностей г. Хабаровска позволил установить доминирование следующих видов инфузорий: *P. caudatum*, *V. convallaria*, *Stylonychia mytilus*, *Oxytricha pellionella*, *Uronema marinum* (р. Красная); *O. pellionella*, *Metopus es*, *U. marinum*, *P. caudatum*, *V. convallaria* (р. Черная); *P. caudatum*, *V. convallaria* (р. Березовая). Показатель частоты встречаемости у этих видов колеблется от 62 до 70 %. Столь высокие значения присутствия данных видов инфузорий в пробах объясняются их значительной конкурентоспособностью. Например, представители рода *Colpidium* доминировали в биомассе цилиофауны в первые сутки отбора гидробиологических проб, численность клеток при этом могла превышать полторы тысячи особей на 1 мл среды. Тем не менее они полностью исчезали из образцов в течение 5–7 дней, освобождая свою экологическую нишу более адаптированным видам (Никитина, Трибун, 2012).

В водотоках южного Сахалина первоначальная концентрация всех обнаруженных в гидробиологических пробах инфузорий практически всегда была близка к нулю. Так, в первый день в бентосе не был обнаружен ни один вид инфузорий, а на стеклах обрастания регистрировались лишь единичные находки *Pseudocohnilembus pusillus*, *Oxytricha minor*, *Tachysoma pellionellum* (2–10 особей на 1 мл воды). В случае нахождения в пробе органических остатков (листового опада, лососевой снетки) в этот период удавалось зафиксировать минимальное количество *S. mytilus* complex, *Urocentrum turbo*, *P. caudatum*, *Chilodonella uncinatus*, *U. nigricans*, *Spirostomum ambiguum*, *Aspidisca turrata* и *A. lynceus* (не более 100 особей на 1 мл среды). В ходе вторичной сукцессии на различных питательных средах часть видов проявлялась в массовом количестве. На различных стадиях сукцессии регистрировали *D. campylum*, *P. caudatum*, *Litonotus cygnus*, *Stylonychia pustulata* и *U. nigricans*. В реках бассейна Сузуи также массовыми были *Glaucoma scintillans*, *G. reniforme* и *Coleps hirtus*, количество которых (как и в случае малых рек г. Хабаровска) достигало более тысячи особей на 1 мл среды. Показатель встречаемости у инфузорий массовых видов юга о. Сахалин в период доминирования также колебался от 60 до 75 %.

Из всех обнаруженных Ciliophora 26 видов простейших зарегистрированы в двух регионах (29,9 % общего числа выявленных видов). Из оставшихся только в водотоках г. Хабаровска встречены представители 27 видов, а в южной части о. Сахалин — 33 видов, что составляет соответственно 31 и 38 %. В водотоках окрестностей г. Хабаровска среди выявленных видов, в отличие от водотоков южного Сахалина, более широко представлены классы Phyllopharyngea и Armophorea (более чем в 2 раза), в реках южного Сахалина (почти в 2 раза) больше число видов класса Spirotrichea. Данный факт

свидетельствует об относительном своеобразии цилиосообществ исследованных рек. Очевидно, что кроме гидрологических условий водотоков определяющими факторами являются также и климатические особенности регионов. Малые водотоки г. Хабаровска расположены примерно на 1000 км севернее, чем сахалинские водотоки, и климат в Хабаровском крае в сравнении с югом о. Сахалин более континентальный.

Об относительном своеобразии цилиатного населения также свидетельствовали виды, выявленные на момент исследований только в одном водотоке (за исключением *sp.* видов) (табл. 2). Количество таких видов в водотоках г. Хабаровска и южного Сахалина одинаковое и составляло в каждом из них по 13. Из них зарегистрировано в р. Подорожка 8 видов, в р. Красной — 7 видов; в реках Красносельская и Черная — по 4 вида; в р. Березовой — 2 вида и в р. Лютога — 1 вид. В р. Рогатка подобные виды не были зарегистрированы. Таким образом, в наших исследованиях 24 % всех видов из малых рек г. Хабаровска и 22 % из рек южного Сахалина составили виды, которые не были выявлены в ближайших водотоках в это время.

Таблица 2

Распределение видов инфузорий, обнаруженных во время исследования только в одном водотоке

Table 2

Observed distribution of ciliates species within a stream

Река	Виды
Красная	<i>Uroleptus piscis</i> , <i>Lacrimaria olor</i> , <i>Podophrya fallax</i> , <i>Podophrya maupasi</i> , <i>Rhabdostyla cyclopis</i> , <i>Lembadion bullinum</i> , <i>Vorticella campanula</i>
Черная	<i>Stentor polymorphus</i> , <i>Holosticha navicularum</i> , <i>Tokophrya lemnaeum</i> , <i>Tokophrya quadripartite</i>
Березовая	<i>Caenomorpha medusula</i> , <i>Vorticella geispicae</i>
Лютога	<i>Sterkiella histriomuscorum</i>
Красносельская	<i>Didinium nasuta</i> , <i>Amphileptus pleurosigma</i> , <i>Colpoda inflata</i> , <i>Trichodina pediculus</i>
Подорожка	<i>Oxytricha chlorelligera</i> , <i>Euplotes affinis</i> , <i>Spathidium spathula</i> , <i>Litonotus varsaviensis</i> , <i>Loxophyllum helus</i> , <i>Urotricha valida</i> , <i>Trimyema compressa</i> , <i>Tetrahymena poriformis</i> complex

Анализ сведений по фаунистическому сходству цилиофауны показал, что водные объекты регионов в отдельности (только исследованные реки г. Хабаровска или только южного Сахалина) имеют достаточно высокую общность видового состава Ciliophora: 33,3–42,9 % для малых рек г. Хабаровска и 34,0–52,4 % для водотоков южного Сахалина. Для одной речной системы (как для южного Сахалина, так и для г. Хабаровска) индекс Жаккара превышал 40 %, исключение составили реки Красная и Березовая. Наибольший показатель видовой общности цилиосообществ биоценозов г. Хабаровска отмечался между реками Красная и Черная и Черная и Березовая. Среди исследованных рек южного Сахалина наивысшую степень общности видового состава имеют фауны инфузорий рек Подорожка, Рогатка и Красносельская, что связано с принадлежностью водотоков к одной речной системе — бассейну р. Сусуя (табл. 3).

Индекс фаунистического сходства между водотоками южного Сахалина и среднего Приамурья, удаленными друг от друга более чем на тысячу километров, варьировал от 16,0 до 33,3 %. Наибольшее видовое сходство цилиофауны малых рек г. Хабаровска и водотоков южного Сахалина зарегистрировано между реками Красная и Красносельская (33,3 %), Черная и Красносельская (26,7 %), а также Березовая и Рогатка (25,6 %). Очевидно, это связано с более высоким уровнем загрязнения данных биоценозов. Исследованные реки находятся на более урбанизированных территориях, поэтому можно утверждать, что антропогенное воздействие на физико-химические показатели водотоков влияет на формирование цилиосообществ.

Таким образом, сходные условия среды (химический состав природных вод, антропогенные загрязнения и т.д.) в малых реках г. Хабаровска и бассейна р. Сусуя оказали

Таблица 3

Индекс видового сходства (по Жаккару) инфузорий исследованных биоценозов г. Хабаровска и о. Сахалин (1 — р. Красная, 2 — р. Черная, 3 — р. Березовая, 4 — р. Лютога, 5 — р. Красносельская, 6 — р. Рогатка, 7 — р. Подорожка), %

Table 3

Index of species similarity (by Jackaroo) for ciliates in the examined rivers at Khabarovsk and in southern Sakhalin Island (1 — Krasnaya, 2 — Chernaya, 3 — Berezovaya, 4 — Lutoga, 5 — Krasnoselskaya, 6 — Rogatka, 7 — Podorozhka), %

Биоценоз	2	3	4	5	6	7
1	42,9	33,3	20,8	33,3	22,9	23
2		42,9	16	26,7	22,9	23
3			23,1	20	25,6	18,2
4				36,2	34,3	34
5					44,4	47,3
6						52,4

влияние на образование сопоставимого видового комплекса инфузорий. Тем не менее климатические особенности оказывают значительное влияние на цилиофауну малых рек, поэтому в пределах региона индекс фаунистического сходства цилиат выше, чем между реками различных районов. Следовательно, чем более удалены будут водотоки друг от друга, тем меньше будет между ними сходства (больше разнообразия видов) даже при сходных гидрологических условиях в реках Дальнего Востока.

Выводы

В ходе инвентаризации видового состава цилиофауны малых рек г. Хабаровска и водотоков юга о. Сахалин выявлен комплекс из 86 видов инфузорий, относящихся к 10 классам. Шесть видов являлись эврибионтными: *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*, *Dexiostoma campylum*, *Colpidium colpoda*, *Uronema nigricans* и *Vorticella convallaria* complex, что составило около 7 % общего числа обнаруженных видов.

Сравнительный эколого-фаунистический анализ фауны инфузорий позволил установить следующие закономерности в формировании цилиосообществ исследованных регионов:

— доминирование цилиат «переходной» экологической группы, что позволяет при необходимости таким видам мигрировать в разные зоны водного объекта (бентос, перифитон, планктон). Такая изменчивость может быть обусловлена рядом факторов: гидрологический режим водотока, межвидовая и внутривидовая конкуренция, механизм «хищник-жертва», особенности этологии и др.;

— в пределах одной речной системы показатель видового сходства цилиофауны в подавляющем большинстве случаев выше (40–50 %), чем между разными речными системами (34–36 %) одного региона и тем более между водотоками разных регионов (16–33 %). Исключением здесь являются р. Красная – р. Березовая (малые реки г. Хабаровска);

— наибольшее видовое сходство цилиофауны между малыми реками г. Хабаровска зарегистрировано с речной системой р. Сусуя (реки Рогатка, Красносельская и Подорожка), что, по нашему мнению, является следствием как более сходных гидрологических условий, так и более высокого уровня антропогенного загрязнения данных водотоков.

Список литературы

- Алекперов И.Х.** Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение) : моногр. — Баку : Эльм, 2012. — 520 с.
- Быкова С.А.** Фауна и экология инфузорий малых водоемов Самарской Луки и Саратовского водохранилища : дис... канд. биол. наук. — Тольятти, 2005. — 207 с.
- Куренцов А.И.** Зоогеография Приамурья : моногр. — М. ; Л. : Наука, 1965. — 154 с.
- Никитина Л.И., Трибун М.М.** Новые данные по фауне инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска // Амурский зоологический журнал. — 2012. — № 4(2). — С. 115–122.

Рябинин Н.А., Криволицкий Д.А. Современное состояние и задачи почвенно-зоологических исследований на Дальнем Востоке СССР // Почвенные беспозвоночные юга Дальнего Востока. — Хабаровск : ДВО АН СССР, 1989. — С. 3–19.

Curds C. British and other freshwater ciliated protozoa. Part I. Ciliophora: Kinetofragminophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. — Cambridge : Cambridge University Press, 1982. — 387 p.

Curds C., Gates M., Roberts D. British and other freshwater ciliated protozoa. Part II. Ciliophora: Oligohymenophora and Polyhymenophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. — Cambridge : Cambridge University Press, 1983. — 473 p.

Foissner W., Berger H. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology // Freshwater Biology. — 1996. — Vol. 35. — P. 375–482.

Lynn D. The Ciliated Protozoa Characterization, Classification, and Guide to the Literature. — Canada, 2008. — 605 p.

Поступила в редакцию 20.06.16 г.