



УДК 593.17

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.24>

Видовой состав и динамика цилиофауны малых водоёмов в нижнем течении р. Таранай (юг о. Сахалин)

А. Г. Панов

Сахалинский институт железнодорожного транспорта – филиал Дальневосточного государственного университета путей сообщения, Южно-Сахалинск, Россия
E-mail: allergen_925@mail.ru

Аннотация: В результате исследований цилиофауны трёх малых озёрных водоёмов и одного водотока в нижнем течении р. Таранай в южной части о. Сахалин установлен видовой состав инфузорий, констатированы различия таксономической структуры в водоёмах разного типа. Выполнен сравнительный анализ разнообразия цилиофауны исследованных водных объектов и некоторых пресноводных водоёмов материковой части Дальнего Востока, установлены виды-космополиты. Определены доминирующие экологические и трофические группы цилиат, установлены категории сапробности для большинства выявленных видов инфузорий и рассчитан показатель сапробности исследованных водных объектов.

Ключевые слова: Сахалин, цилиофауна, антропогенное воздействие, сравнительный анализ, фаунистическое сходство, экологическая группа, трофическая группа, сапробность водоёмов.

Для цитирования: Панов А. Г. Видовой состав и динамика цилиофауны малых водоёмов в нижнем течении р. Таранай (юг о. Сахалин) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2019. Т. 29. С. 24–39. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.24>

Введение

В настоящее время на Земле практически не осталось ненарушенных экосистем. Заметному антропогенному воздействию подвержены даже те территории, где собственного населения относительно мало. В этой связи важно не столько регистрировать происходящие изменения, но и по возможности быстрее прогнозировать негативные последствия деятельности человека.

Быстрее всего на изменения в состоянии среды реагируют наиболее просто устроенные организмы, к которым принадлежат и представители типа Ciliophora. Инфузории как тест-объекты являются прекрасными индикаторами состояния экосистем, позволяют оперативно выявить происходящие в них изменения. Однако цилиофауна большинства природных объектов всё еще является недостаточно изученной.

В Дальневосточном регионе эта группа беспозвоночных исследована в некоторых континентальных пресноводных объектах [Приходько, 2009; Жуков, 2012; Трибун, 2012], на Сахалине же таких работ прежде не прово-

дилось. Поскольку инфузории являются космополитными организмами, логично предположить высокую степень сходства сообществ цилиат из малых пресноводных водоёмов на территории региона. Проверка этого предположения стала одной из задач начатых нами в 2012 г. исследований пресноводной цилиофауны на реках южной части о. Сахалин. С 2016 г. исследования стали проводиться и на других типах водных объектов.

Целью настоящей работы стало изучение видового состава и динамики фауны инфузорий из подверженных антропогенному влиянию малых водных объектов в низовьях одного из крупных водотоков южного Сахалина – р. Таранай.

Материалы и методы

Исследования сообществ инфузорий трёх малых озёр и речной протоки (рис. 1.), расположенных в нижнем течении р. Таранай в Анивском районе Сахалинской области, были проведены в июле 2016 и 2018 гг. Река Таранай – один из крупных водотоков в южной части о. Сахалин (общая длина 57 км, площадь водосборного бассейна 291 км²), важная нерестовая река тихоокеанских лососевых. Обследованные водоёмы безымянные, условные названия присвоены им автором. Все озёра – старичного типа с различной степенью связи с основным руслом Тараная, очевидно, их изоляции способствовали антропогенные перепланировки местности. Находящийся на границе населённого пункта озёрный комплекс ныне подвержен значительному антропогенному воздействию, в водоёмы (особенно в оз. Большое) попадает большое количество органических примесей, мелководья озёр интенсивно зарастают околородной растительностью. К началу исследований в 2016 г. процесс эвтрофикации затронул озёра Западное и Восточное, в 2018 г. в начальной стадии эвтрофикации мы застали оз. Большое. Мелеет и заиливается в нижнем течении и материнский водоток. Площадь водного зеркала исследованных озёр колеблется от 2200 (оз. Западное) до 10 500 (оз. Большое) м². Вода замутнена, температура в июле составляла 16 °С, dH 0,344 мг-экв/л, pH 6,6–7,0. Дно в точках отбора проб: 1, 2, 4 и 6 (см. рис. 1) покрыто слоем ила толщиной 1–2 см, в точке 3 чистое песчаное, в точке 5 тонкий слой песка покрывает глину, из которой периодически происходит газовыделение. Берега озёр слабо заболочены, частично заросли древесно-кустарниковой (ива, тополь, берёза, шиповник) и околородной травянистой (осоки, тростник, рогоз) растительностью. Собственно водная растительность находится в угнетённом состоянии, ранее регистрировавшиеся в оз. Западном различные виды рдестов ныне не встречаются. В озёрах обитают серебряный карась (*Carassius gibelio*), голяк (*Rhynchocypris* sp.), много мелких водных беспозвоночных. В связанном с р. Таранай оз. Восточном, кроме этого, встречаются трёхиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*), мелкая краснопёрка (*Tribolodon* sp.), пресноводные креветки (*Leander paucudens*).

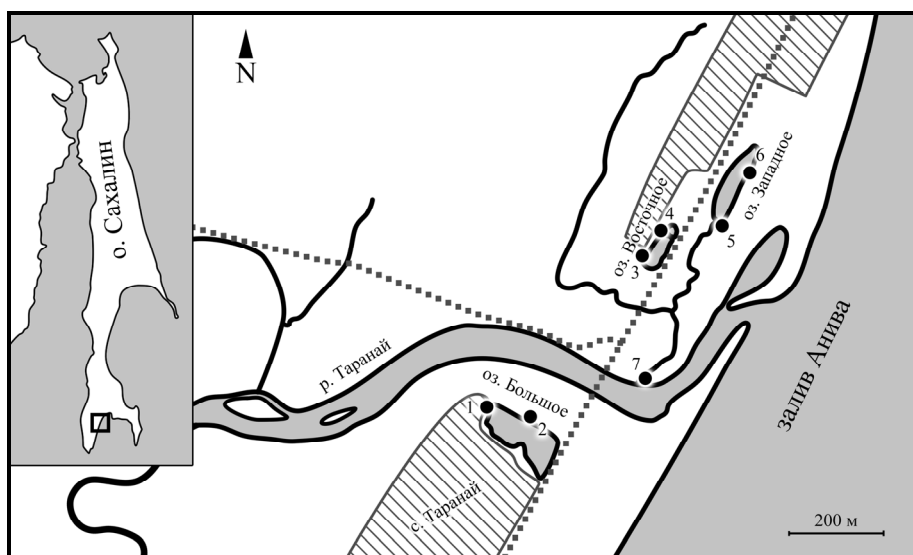


Рис. 1. Карта-схема района исследований с указанием точек отбора проб

Протока Безымянная (левый нижний приток р. Таранай) образована слиянием двух небольших водотоков, один из которых дренирует прибрежный болотный массив, а другой вытекает из оз. Восточного. Вода прозрачная, имеет светло-коричневый оттенок, дно в точке 7 песчаное, покрыто слоем ила около 2 см толщиной. Температура воды в июле около 15 °С, dH 3,54 мг-экв/л, рН 6,6–7,0. По берегам разнотравный луг, в понижениях – мелкие виды осок, ситников. Высшая водная растительность отсутствует. В ручье встречаются молодь лососевых (сима *Oncorhynchus masou*), краснопёрка и трёхгловая колюшка, мохнаторукие японские крабы (*Eriocheir japonicus*) и пресноводные креветки.

Исследования проводились методом рандомизированного отбора с использованием пробоотборников и «стёкол обрастания». За весь период исследований была взята 141 проба. Забор проб пробоотборниками (стеклянные широкогорлые сосуды объёмом 500 мл) осуществляли в контрольных точках с мелководий озёр и из протоки ежедневно с 30 июня по 12 июля зачерпыванием 400 мл воды с небольшим (до 1/20 от объёма пробы) верхним слоем грунта. Верхнюю часть пробы фильтровали через многослойную марлю в отдельный сосуд для удаления зоопланктона, оставшийся объём с грунтом, водной растительностью и растительными остатками помещали в другой сосуд. После деления пробы просчитывались в течение ближайших двух часов, затем повторно – через 4–6 ч.

Для изучения инфузорий с применением «стёкол обрастания» использовали стандартные попарно сложенные предметные стёкла пятидневной экспозиции, вставленные в специальные кассеты [Трибун, 2010]; стёкла обрастания просчитывались в течение часа после изъятия из водоёма.

Видовой состав фауны определяли *in vivo*, а также используя различные цитологические и гистохимические методы, с помощью исследовательских

микроскопов Motic BA 300 (Motic, Китай), Leica DM E (Leica, Германия), Levenhuk 2L (Levenhuk, Россия), оснащённых окуляр-микрометром и цифровой видеокамерой. Определение инфузорий осуществляли, используя сводки и определители [Curds, 1975; Wu, Curds, 1979; Warren, 1986; Foissner, Berger, 1996; Berger, Foissner, 2003; Алекперов, 2012], а также другие публикации.

Для оценки разнообразия фауны инфузорий использовали показатель «родовой насыщенности» [Охапкин, Юлова, Старцева, 2003] – отношение количества видов цилиат к числу родов. Сравнительный анализ цилиофауны проводился с помощью коэффициента Жаккара – Малышева (1) и индекса Чекановского – Сёрнсена (2), которые рассчитывались по формулам:

$$K_{j-m} = 3n - (N_1 + N_2) / (N_1 + N_2) - n, \quad (1)$$

$$I_{CS} = 2n \cdot 100 / N_1 + N_2, \quad (2)$$

где N_1 – число видов в одном водоёме; N_2 – число видов в другом водоёме; n – число видов, общих для двух водоёмов. Исследованные малые водоёмы нижнего течения р. Таранай сравнивали между собой и с другими водоёмами Дальневосточного региона [Приходько, 2009; Жуков, 2012].

Принадлежность видов к определённым экологическим и трофическим группам принята согласно Ф. П. Чорику [1968], С. В. Быковой [2005], М. М. Трибуну [2012].

Сапробность организмов определяли, основываясь на таблицах Сладечека, модифицированных Фойсснером [1988]. Индекс сапробности S вычисляли по формуле Пантле – Букка (3):

$$S = \sum sh / \sum h, \quad (3)$$

где s – индикаторная значимость вида, h – относительное количество особей вида. Для упрощения подсчётов принято допущение, что каждый вид характеризует одну зону сапробности.

Результаты и обсуждение

Среди обнаруженных за время изучения малых озёр в нижнем течении р. Таранай 93 видов инфузорий 51 вид (54,8 %) был зарегистрирован в оз. Восточном, 35 (37,6 %) – в оз. Западном; в оз. Большом было выявлено 49 видов (52,7 %), а в протоке Безымянной – 42 вида (45,2 %). Наибольшее число видов в первый год исследований установлено в оз. Большом – 30 [Панов, 2017]. Общее число видов по годам исследования отражено в табл. 1.

Таблица 1

Количество видов инфузорий, обнаруженных в пресноводных объектах нижнего течения р. Таранай (по данным исследований 2016 и 2018 гг.)

Тип водоёма	2016	2018
Озёрные водоёмы	37	73
Протока Безымянная	22	27

В 2018 г. впервые для экосистем южной части о. Сахалин было зарегистрировано 17 видов: *Loxodes rostrum*, *Blepharisma coeruleum*, *Bl. lateritum*, *Pseudoblepharisma tenue*, *Spirostomum minus*, *Aspidisca polypoda*, *Aspidisca major*, *Euplotes moebiusi*, *Uroleptus lamella*, *Caudiholosticha navicularum*, *Coleps spetai*, *Pseudoprorodon armatus*, *Pleuronema crassum*, *Carchesium bartoligetiense*, *Vorticella marginata*, *Rhabdostyla inclinans* и *Thuricola kellicottiana vasiformis* (табл. 2).

Среди описанных можно выделить виды инфузорий, встреченные в большинстве водных объектов и приуроченные только к одному из них. Во всех объектах встречены 36 видов; 6 видов – только в оз. Большом, 3 вида – в оз. Западном и 4 вида – в оз. Восточном. 2 вида были обнаружены только в протоке Безымянной. Прочие виды встречались в нескольких водоёмах. В оба года исследований встречались только три вида: *Uronema marinum*, *Tachysoma pellionellum* (во всех водных объектах) и *Acinertia uncinata* (отсутствовала в оз. Восточном в 2016 г. и в оз. Большом в 2018 г.) (см. табл. 2). Состав фауны сообществ простейших отражает существенные различия экологических факторов малых водоёмов- стариц и горных водотоков южного Сахалина: в исследованных озёрах не были обнаружены *Stylonychia mytilus complex*, *St. putrina*, *Litonotus cygnus*, которые регулярно обнаруживались нами в гидробиологических пробах из водотоков южной части о. Сахалин [Панов, Трибун, Никитина, 2016].

Таблица 2

Состав фауны (в системе Small & Lynn, 2002) и экологические характеристики инфузорий из малых пресноводных объектов в нижнем течении р. Таранай

№	Вид	Оз. Большое	Оз. Западное	Оз. Восточное	Протока Безымянная	Самробиюность	Экологическая группа	Трофическая группа
Тип CILIOPHORA Doflein, 1901								
Подтип POSTCILIODESMATOPHORA Gerasimova & Seravin, 1976								
Класс KARYORELICTEA Corliss, 1974								
1	<i>Loxodes magnus</i> Stokes, 1887		+			<i>p</i> 3,7	Б	Б-Д
2	<i>Loxodes rostrum</i> (Müller, 1773) Ehrenberg, 1830	+	+			<i>am-βm</i> 2,6	Б	Б-Д
3	<i>Loxodes striatus</i> (Englemann, 1862) Penard, 1917			+		<i>am</i> 3,2	Б	А
Класс HETEROTRICHEA Stein, 1859								
4	<i>Blepharisma steini</i> Kahl, 1932	+				<i>am-βm</i>	Б	Б-Д
5	<i>Blepharisma coeruleum</i> Gajewskaja 1927	+				<i>βm</i> 1,8	Б	Б-Д
6	<i>Blepharisma lateritum</i> Ehrenberg, 1831				+	<i>βm</i> 1,8	Б	Б-Д
7	<i>Pseudoblepharisma tenue</i> Kahl, 1926	+				<i>p</i> 3,7	Б	н/д
8	<i>Spirostomum ambigium</i> (O.F. Muller, 1786) Ehrenberg, 1835	+		+		<i>am-p</i> 3,0	Б	Б-Д
9	<i>Spirostomum minus</i> Roux, 1901			+		<i>am-βm</i> 2,6	Б	Б-Д
10	<i>Spirostomum teres</i> Claparede et Lachmann, 1859	+		+		<i>p-am</i> 3,6	Б	Б-Д

Продолжение табл. 2

№	Вид	Оз. Большое	Оз. Западное	Оз. Восточное	Протока Безымянная	Сапробность	Экологическая группа	Трофическая группа
11	<i>Stentor multiformis</i> (Muller, 1786) Ehrenberg, 1838			+	+	$\alpha m - \beta m$	Пл, Б, Пр	Н
12	<i>Stentor polymorphus</i> (O. F. Muller, 1773) Ehrenberg, 1830	+			+	$\beta m - \alpha m$ 2,2	Пл, Б, Пр	Ф
13	<i>Stentor roeselii</i> Ehrenberg, 1835	+				$\beta m - \alpha m$ 2,4	Пл, Б, Пр	Н
Подтип INTRAMACRONUCLEATA Lynn, 1996								
Класс SPIROTRICHEA Butschli, 1889								
14	<i>Aspidisca cicada</i> (O. F. Muller, 1786)	+		+	+	αm 2,8	Пр, Б	Б-Д
15	<i>Aspidisca lynceus</i> (O. F. Muller, 1773)	+	+	+	+	αm 2,9	Пр, Б	Б-Д
16	<i>Aspidisca turrita</i> (Ehrenberg, 1831) Claparede & Lachmann, 1858		+			$\alpha m - \beta m$ 2,6	Пр, Б	Б-Д
17	<i>Aspidisca polypoda</i> (Dujardin, 1841)		+			н/д	Пр, Б	Б-Д
18	<i>Aspidisca major</i> (Madsen, 1931) Kahl, 1932				+	н/д	Пр, Б	Б-Д
19	<i>Euplotes affinis</i> (Dujardin, 1842) Kahl, 1932		+	+	+	$\beta m - \alpha m$ 2,4	Пл	Б-Д
20	<i>Euplotes patella</i> (Muller, 1773) Ehrenberg, 1838		+	+	+	βm 2,3	Пр	Б-Д
21	<i>Euplotes eurytomus</i> (Wrzesniowski, 1870) Kahl, 1932			+		αm 3,0	Пл	Б-Д
22	<i>Euplotes moebiusi</i> Kahl, 1932			+		αm 2,9	н/д	Б-Д
23	<i>Oxytricha chlorelligera</i> Kahl, 1932		+	+	+	αm 3,0	Пр, Б	Ф
24	<i>Oxytricha fallax</i> Stein, 1859	+		+	+	αm 3,0	Б	Б-Д
25	<i>Oxytricha hymenostoma</i> Stokes, 1887			+		$\alpha m - \beta m$	Пр, Б	Б-Д
26	<i>Oxytricha minor</i> (Maskell 1887) Kahl, 1932			+	+	$\alpha m - \beta m$	Пр, Б	Б-Д
27	<i>Oxytricha saprobia</i> Kahl, 1932			+	+	$\alpha m - p$ 3,4	Пр, Б	Б-Д
28	<i>Oxytricha similis</i> Engelmann, 1862	+	+	+		$\beta m - \alpha m$ 2,5	Пр, Б	Б-Д
29	<i>Tachysoma pellionellum</i> (Muller, 1773) Borror, 1972	+	+	+	+	$\alpha m - p$ 3,0	Пл, Пр, Б	Н
30	<i>Sterkiella histriomuscorum</i> (Foissner et al., 1991) Foissner et al., 1991	+				$\alpha m - \beta m$	Пр, Б	Н
31	<i>Steinia platystoma</i> (Ehrenberg, 1831) Diesing 1886		+	+		$\beta m - \alpha m$ 2,4	Пр, Б	Н
32	<i>Stylonychia putrina</i> Stokes, 1885				+	αm 2,9	Пр, Б	А, Б
33	<i>Stylonychia pustulata</i> (Muller, 1786) Ehrenberg, 1835		+	+	+	βm 2,1	Б	А

Продолжение табл. 2

№	Вид	Оз. Большое	Оз. Западное	Оз. Восточное	Протока Безымянная	Способность	Экологическая группа	Трофическая группа
34	<i>Stylonychia stylomuscorum</i> (Foissner, et al.,) Foissner, et al. 1991			+		$\alpha m-\beta m$	Пр, Б	А, Б
35	<i>Stylonychia vorax</i> Stokes, 1885			+	+	βm 2,0	Пр, Б	А, Б
36	<i>Holosticha gibba</i> (Müller, 1786) Wrześniowski, 1877	+	+			$\alpha m-\beta m$ 2,7	Пр, Б	н/д
37	<i>Uroleptus lamella</i> (Ehrenberg, 1831) Borrer, 1972		+	+	+	βm 2,0	Пр, Б	н/д
38	<i>Caudiholosticha navicularum</i> (Kahl, 1932) Berger, 2006			+	+	$\alpha m-p$	Пр, Б	Б-Д
39	<i>Urostyla grandis</i> Ehrenberg, 1830			+		αm 2,7	Пр	Н
40	<i>Halteria grandinella</i> (Muller, 1773) Dujardin, 1840	+	+	+		βm 2,1	Пл	Б-Д
Класс ARMOPHOREA Lynn, 2002								
41	<i>Caenomorpha medusula</i> Perty, 1852	+	+			$p-i$ 4,0E	Б	Б-Д
42	<i>Metopus es</i> (Claparède & Lachmann, 1858) Kahl, 1932	+	+	+		$p-i$ 3,9E	Б	Б-Д
Класс LITOSTOMATEA Small, Lynn, 1981								
43	<i>Askenasia volvox</i> (Eichwald, 1852) Clap. et L 1858		+	+	+	βm 2,2	Пл, Пр	А
44	<i>Homalozoon vermiculare</i> Stokes, 1887				+	βm 2,4	Б	Б-Д
45	<i>Trachelophyllum apiculatum</i> (Perty, 1852) Claparède & Lachmann, 1859	+				αm 2,5	Б	Х
46	<i>Acineria uncinata</i> Tucolesco, 1962		+	+	+	$\alpha m-p$ 3,2	Пр,Б	Б-Д
47	<i>Litonotus fasciola</i> (Wrzesniowski, 1870)			+	+	αm 3,0	Пр	Н
48	<i>Litonotus fusidens</i> (Kahl, 1926)	+	+	+		$\beta m-p$ 3,0	Пл, Пр	Н
49	<i>Litonotus lamella</i> Schewjakoff, 1896	+	+	+	+	αm 2,8	Пр, Б	Н
50	<i>Loxophyllum helus</i> Stokes, 1884	+				βm 2,0	Пр	Н
Класс PHYLLOPHARYNGEA Puytorac et al., 1974								
51	<i>Chlamydonella alpestris</i> Foissner, 1979	+				н/д	Пр, Б	Б-Д
52	<i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838)	+		+		αm 3,0	Пр, Б	Б-Д
53	<i>Phascolodon vorticella</i> Stein, 1859		+			βm 2,2	Пл, Б	А
54	<i>Pseudochilodonopsis piscatoris</i> (Blochmann, 1895)	+				$\alpha m-\beta m$ 2,3	Пр	Б-Д
55	<i>Trithigmostoma cucullulus</i> (Muller, 1786) Jankowski, 1967	+				αm 2,9	Пл, Пр, Б	А
56	<i>Thigmogaster oppositevacuolatus</i> Augustin et Foissner, 1989			+	+	αm	Пл	Б-Д

Продолжение табл. 2

№	Вид	Оз. Большое	Оз. Западное	Оз. Восточное	Протока Безымянная	Сапробность	Экологическая группа	Трофическая группа
57	<i>Parapodophrya soliformis</i> (Lauterborn, 1908) Kahl, 1931				+	am	Пр, Б	Х
Класс NASSOPHOREA Small & Lynn, 1981								
58	<i>Drepanomonas revoluta</i> Penard, 1922	+				am-p 3,5	Пл, Б	Б-Д
59	<i>Microthorax pusillus</i> Engelmann, 1862	+	+			am 2,8	Пл, Б	Б-Д
Класс COLPODEA Small et Lynn, 1981								
60	<i>Colpoda cucullus</i> (Muller, 1773)	+		+	+	p-am 3,6	Б	Б-Д
61	<i>Colpoda steinii</i> Maupas, 1883				+	p-am 3,8	Б	Б-Д
Класс PROSTOMATEA Schewiakoff, 1896								
62	<i>Coleps hirtus</i> (Muller, 1786) Nitzsch, 1827	+	+	+		$\beta m-am$ 2,5	Пл, Пр, Б	Г
63	<i>Coleps spetai</i> Foissner, 1984	+	+	+		н/д	Пл, Пр, Б	Г
64	<i>Urotricha globosa</i> Schewiakoff, 1892				+	βm 2,3	Пл	А
65	<i>Prorodon brachyodon</i> Kahl, 1927			+		am	Б	Б-Д
66	<i>Prorodon ovum</i> (Ehrenberg, 1833) Kahl, 1930	+		+		o- βm 1,5	Пл, Пр, Б	Б-Д
67	<i>Prorodon teres</i> Ehrenberg, 1834	+			+	am 2,9	Пл, Пр, Б	Б-Д
68	<i>Pseudoprorodon armatus</i> Kahl, 1930	+		+	+	am- βm	Пл	Б-Д
Класс PLAGIOPYLEA Small & Lynn, 1985								
69	<i>Plagiopila nasuta</i> Stein, 1860	+				p-i 4,0E	Пр, Б	Б-Д
Класс OLIGOHYMENOPHOREA De Puytorac et al., 1974								
70	<i>Frontonia angusta</i> Kahl, 1931	+	+	+		βm	Пр, Б	А
71	<i>Frontonia leucas</i> (Ehrenberg, 1833) Ehrenberg, 1838	+	+	+		βm 2,2	Пр, Б	А
72	<i>Lembadion lucens</i> (Maskell, 1887) Kahl, 1931	+			+	βm 2,1	Пл, Пр, Б	Б-Д
73	<i>Paramecium aurelia</i> complex Ehrenberg, 1838	+	+			$\beta m-am$ 2,5	Пл, Б	Б-Д
74	<i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg, 1833	+	+	+	+	am 3,3E	Пл, Пр, Б	Б-Д
75	<i>Paramecium putrinum</i> Claparede et Lachmann, 1858			+		p-i 3,9E	Пл, Пр	Б-Д
76	<i>Urocentrum turbo</i> (Muller, 1786)	+				βm 2,3	Пл, Пр, Б	Б-Д
77	<i>Urozoona buetschlii</i> Schewiakoff, 1889	+			+	p-i 4,0E	Пл	Н

Окончание табл. 2

№	Вид	Оз. Большое	Оз. Западное	Оз. Восточное	Протока Безымянная	Сапробность	Экологическая группа	Трофическая группа
78	<i>Uronema marinum</i> Dujardin, 1841	+	+	+	+	am 3,0	Пр, Б	Б-Д
79	<i>Cyclidium glaucoma</i> O.F. Müller, 1773		+		+	am 3,1	Пр, Б	Б-Д
80	<i>Pleuronema crassum</i> Dujardin, 1841			+		o 1,0	Пр, Б	Б-Д
81	<i>Tetrahymena poriformis complex</i> (Ehrenberg, 1830)			+		am-i 3,7E	Пл Б	Б-Д
82	<i>Glaucoma reniforme</i> Schewiakoff, 1892				+	p 3,8	Б	Б-Д
83	<i>Dexiostoma (Colpidium) campylum</i> Stokes, 1886	+		+	+	p-i 3,9E	Пл, Б	Б-Д
84	<i>Rhabdostyla inclinans</i> (O.F. Mueller, 1786) D'Udekem, 1864		+			am 3,0	Пр	Б-Д
85	<i>Thuricola kellicottiana vasiformis</i> (Stokes 1887) Kahl, 1935	+		+		βm 1,9	Пр	Б-Д
86	<i>Carchesium batorligetiense</i> Stiller, 1953	+				am	Пр	Б-Д
87	<i>Carchesium polypinum</i> Linnaeus, 1758				+	am 2,9	Пр	Б-Д
88	<i>Vorticella infusionum complex</i> Dujardin, 1841		+	+	+	p 4,0E	Пр	Б-Д
89	<i>Vorticella campanula</i> Ehrenberg, 1831	+				βm 2,2	Пл, Пр, Б	Б-Д
90	<i>Vorticella convallaria complex</i> Linnaeus, 1758	+		+	+	am 2,9	Пр	Б-Д
91	<i>Vorticella marginata</i> Stiller, 1931		+			βm 1,8	Пр	Б-Д
92	<i>Vorticella microstoma complex</i> Ehrenberg, 1830	+	+		+	p 4,0	Пр	Б-Д
93	<i>Vorticella octava complex</i> Stokes, 1885				+	am- βm 2,7	Пр	Б-Д

Примечания: сапробность – согласно [Чорик, 1968; Foissner 1988; Быкова, 2005; Алекперов, 2012]; экологические группы – по [Быкова, 2005; Жуков, 2012; Трибун, 2013]: Пл – планктонные, Пр – перифитонные, Б – бентосные; трофические группы – согласно [Быкова, 2005; Жуков, 2012; Трибун, 2013]: А – альгофаги, Б-Д – бактерио-детритофаги, Г – гистофаги, Н – неселективные всеядные, Ф – фототрофы (миксотрофы), Х – хищники.

Результаты сравнительного анализа цилиофауны исследованных малых озёр и протоки нижнего течения р. Таранай (табл. 3) показали, что во всех парах значение K_{j-m} являлось отрицательным, поэтому правомернее говорить о существующих между объектами видовых различиях. Наименьшей степенью различия обладали фауны инфузорий оз. Восточного и протоки Безымянной (56,9 % по I_{CS}) – общими для этой пары являлись 29 видов.

Общей чертой для большинства инфузорий является способность переносить значительные колебания физических, химических и биологических факторов, что позволило сформировать широко распространённую среди протистологов концепцию их космополитизма. Проведённый нами ранее [Панов, Трибун, Никитина, 2016] сравнительный анализ цилиофауны исследованных пресноводных водотоков Хабаровского края и о. Сахалин показал,

что при сходном физико-химическом составе водной среды среди выявленных видов общими для двух регионов являлись менее 30 % от общего их числа. Примерно такие же показатели получены и при сравнении инфузорий исследованных водоёмов с некоторыми другими водными объектами Дальнего Востока (см. табл. 3). В сравниваемых пресноводных объектах формируются заметно различные сообщества цилиат. Наименьшая степень различия была установлена для исследованных озёр с прудом-накопителем в г. Белогорске Амурской обл., а для протоки Безымянной – с оз. Гашенка в г. Свободный Амурской обл.

Таблица 3

Сравнительный анализ (K_{j-m} / I_{CS}) состава цилиофауны малых пресноводных объектов нижнего течения р. Таранай и некоторых пресноводных водоёмов Дальнего Востока

Объекты исследования	K_{j-m} (ед.) / I_{CS} (%)						
	1	2	3	4	5	6	7
Озеро Большое	–	$\frac{-0,31}{44}$	$\frac{-0,51}{39,3}$	$\frac{-0,61}{32,3}$	$\frac{-0,64}{30,2}$	$\frac{-0,61}{32,4}$	$\frac{-0,68}{27,4}$
Озеро Западное		–	$\frac{-0,39}{46,8}$	$\frac{-0,58}{34,9}$	$\frac{-0,82}{16,7}$	$\frac{-0,78}{20}$	$\frac{-0,87}{12,3}$
Озеро Восточное			–	$\frac{-0,21}{56,9}$	$\frac{-0,80}{22,7}$	$\frac{-0,73}{23,7}$	$\frac{-0,82}{16,5}$
Протока Безымянная				–	$\frac{-0,71}{25,3}$	$\frac{-0,73}{23,9}$	$\frac{-0,80}{18,2}$

Примечание: Цифрами обозначены: 1 – оз. Большое, 2 – оз. Западное, 3 – оз. Восточное, 4 – протока Безымянная, 5 – оз. Гашенка (г. Свободный, Амурская обл.) [Приходько, 2009], 6 – пруд-накопитель (г. Белогорск, Амурская обл.) [Приходько, 2009], 7 – вторичный отстойник в пос. Березняки (г. Хабаровск) [Жуков, 2012].

Во всех сравниваемых парах максимальное значение I_{CS} не превышало 33 %, а K_{j-m} оказался отрицательным. Зависимость видового сходства цилиат от степени взаимной удалённости пресноводных объектов не выявлена. Можно выделить группу видов, имеющих широкое распространение в пределах Дальневосточного региона: *Aspidisca (Cocculina) cicada*, *Oxytricha chlorelligera*, *Tachysoma pellionellum*, *Chilodonella uncinata*, *Trithigmostoma cucullulus*, *Colpoda steinii*, *Coleps hirtus*, *Paramecium aurelia complex*, *P. caudatum*, *Uronema marinum*, *Vorticella campanula*, *V. convallaria complex* и *V. microstoma complex* (всего 13 видов). В то же время 39 видов из вышеприведённого списка (см. табл. 2) обнаружены в Дальневосточном регионе пока только на Сахалине. Среди них *Blepharisma coeruleum* и *Bl. lateritum*, *Aspidisca polypoda* и *A. major*; *Drepanomonas revoluta*, *Homalozoon vermiculare*, *Plagiopila nasuta*, *Rhabdostyla inclinans* и *Thuricola kellicottiana vasiformis*.

Разнообразие цилиофауны по показателю «родовой насыщенности» составило для оз. Большого 1,36, для оз. Западного 1,46, для оз. Восточного 1,66, а для протоки Безымянной 1,5. Наибольшее количество родов, представленных только одним видом, было характерно для оз. Большого – 24. Эти данные подтверждают имеющее место усложнение таксономической структуры фауны инфузорий в наиболее крупном из исследованных малых водоёмов [Быкова, 2005]. Для оз. Восточного показатель «родовой насыщенности» примерно соответствует среднему значению (1,58) по региону, а

для озёр Большого и Западного и для протоки он оказался ниже по сравнению с другими водоёмами Дальнего Востока. Пониженные показатели «родовой насыщенности» были характерны для исследованных нами пресноводных объектов с более выраженной антропогенной нагрузкой.

В озёрах Большое и Западное наибольшее число видов инфузорий принадлежало к экологической группе бентоса (79,6 и 74,3 % соответственно). В протоке основная часть видов относилась к перифитону (69 %). Наименьшее число видов (менее 50 %) во всех исследованных пресноводных объектах относилось к планктонным; меньше всего видов этой группы обнаружено в оз. Западном. Во всех объектах полностью отсутствовала группа эпibiонтов. При этом многие виды являлись «переходными», встречаясь одновременно в пробах бентоса, в перифитоне и/или в планктоне. Распределение выявленных видов инфузорий по экологическим группам отражено на рис. 2.

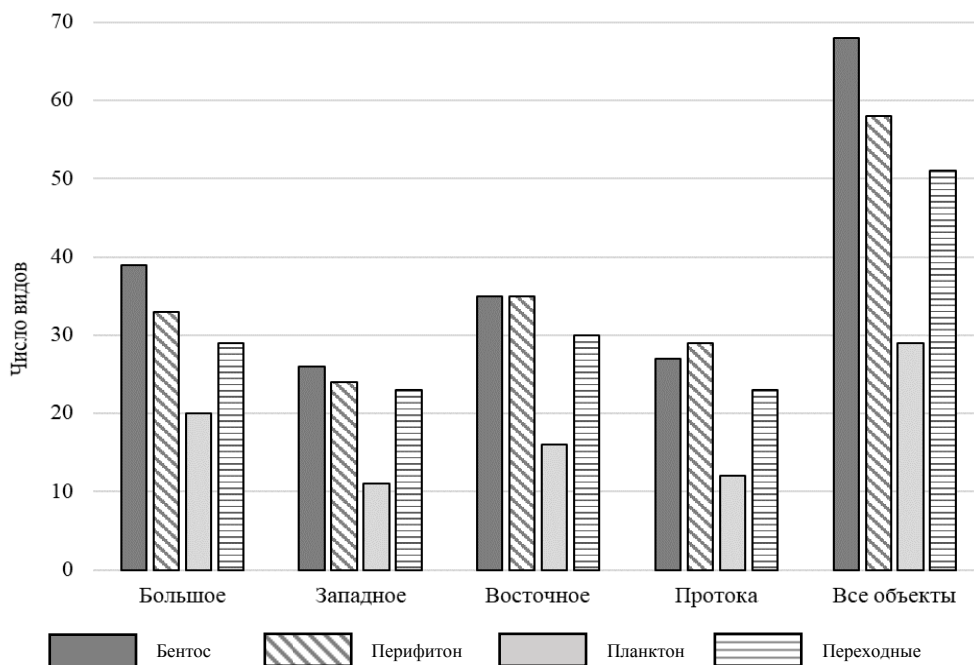


Рис. 2. Экологическое разнообразие видов цилиат из малых пресноводных объектов нижнего течения р. Таранай

При анализе трофического разнообразия фауны цилиат (рис. 3) выяснилось, что подавляющее большинство выявленных видов являлись бактерио-детритофагами (наибольшая доля видов этой группы зарегистрирована в протоке – 71,4 %), что характеризует исследованные объекты как богатые органическими отложениями: в развитом иловом слое в массе развиваются бактерии, которыми в основном и питаются простейшие, заново включая детрит в цепи питания. Доля неселективных всеядных видов и альгофагов колебалась от 6 до 14 %, доля же фототрофов, хищников и гистофагов в каждом водоёме не превышала 5 % (только в оз. Западном 5,7 %).

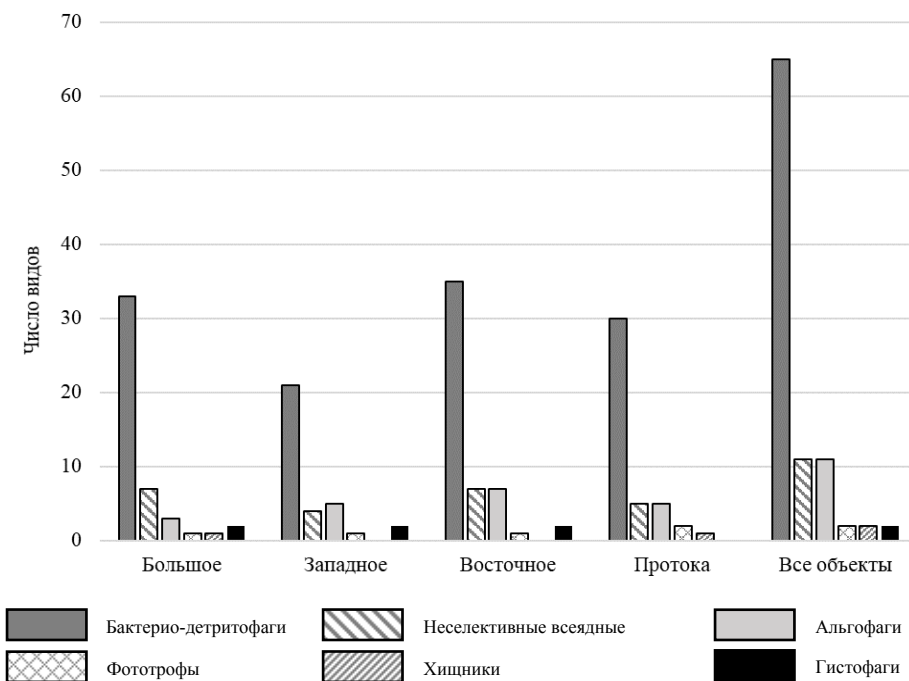


Рис. 3. Число видов цилиат из малых пресноводных объектов нижнего течения р. Таранай, принадлежащих к разным трофическим группам

Относительно небольшое число видов-хищников может характеризовать эти водоёмы как нестабильные, с резко меняющимися условиями среды обитания. Экологическую нишу хищников здесь занимают неселективные всеядные виды, представители которых при смене трофических условий легко переключаются на питание другими объектами.

Для большинства выявленных видов инфузорий была установлена категория сапробности (рис. 4) и определена степень загрязнения обследованных пресноводных объектов.

В трёх исследованных пресноводных объектах большая часть обнаруженных инфузорий являлись индикаторами α -мезосапробной зоны, на втором месте по числу видов располагаются виды β -мезосапробной зоны. Только в оз. Западном число видов α -мезосапробной зоны оказалось равным числу видов β -мезосапробной зоны. Таким образом, обследованные водоёмы можно отнести к α -мезосапробным с тенденцией к β -мезосапробным. Значения индексов сапробности (по Сладечку) (табл. 4) довольно сходны и соответствуют α -мезосапробной зоне водного объекта.

Заключение

Проведённое в 2016 г. исследование позволило впервые установить предварительный видовой состав сообщества цилиат водных объектов в низовьях р. Таранай, а в 2018 г. расширить этот список. В результате было обнаружено 93 вида Ciliophora (49 видов – в оз. Большом, 51 – в оз. Восточном

и 35 – в оз. Западном); в ближайшем малом водотоке – 42 вида. Впервые в пресных водах южной части о. Сахалин обнаружено 17 ранее не регистрировавшихся видов инфузорий.

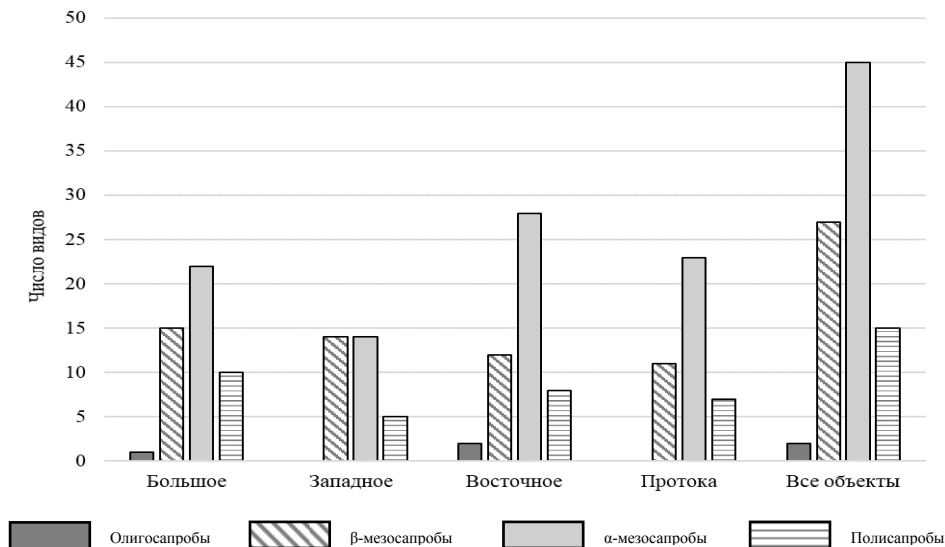


Рис. 4. Число видов цилиат из малых пресноводных объектов нижнего течения р. Таранай, принадлежащих к разным группам сапробности

Таблица 4

Рассчитанный индекс сапробности исследованных объектов

Водоёмы	Индекс сапробности S	
	2016 г.	2018 г.
Озеро Большое	3,00	2,76
Озеро Западное	2,85	2,77
Озеро Восточное	2,87	2,54
Протока Безымянная	3,28	2,76

Обитание 36 видов цилиат зарегистрировано во всех исследованных объектах, при этом постоянно (в оба года исследований) встречались только три вида, что доказывает существенное влияние факторов среды на изменения фауны сообществ простейших. В озёрах за весь период исследования не встречались некоторые обычные и массовые для водотоков южного Сахалина виды *Ciliophora*. В сравниваемых пресноводных объектах формируются достаточно резко отличающиеся друг от друга сообщества цилиат. В результате проведённого сравнительного анализа для водных объектов региона выделена группа видов-космополитов, включающая 13 видов.

Наибольшее число обнаруженных видов отнесено к бентосной и перифитонной экологическим группам и к трофической группе бактерио-детритофагов. Согласно данным анализа сапробности обнаруженных видов и рассчитанному индексу сапробности исследованные водоёмы и водоток являются α-мезосапробными (загрязнёнными) природными объектами.

Происходящие в водоёмах антропогенные сукцессионные изменения (заиление и зарастание, вызванные искусственно организованной изоляцией части озёр, поступлением большого количества органических примесей и изменением уровня грунтовых вод) предоставляют возможность проследить дальнейшую динамику развития цилиатного сообщества в этих условиях.

Список литературы

- Алекперов И. Х. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение). Баку : Эльм, 2012. 520 с.
- Быкова С. В. Фауна и экология инфузорий малых водоемов Самарской Луки и Саратовского водохранилища : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 2005. 207 с.
- Жуков А. В. Эколого-биологические особенности и индикационное значение цилиофауны очистных сооружений г. Хабаровска : дис. ... канд. биол. наук 03.02.08 / Дальневост. гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск, 2012. 150 с.
- Охапкин А. Г., Юлова Г. А., Старцева Н. А. Таксономическое разнообразие и структура альгофлоры планктона малых водоемов урбанизированных территорий // Биология внутр. вод : информ. бюл. 2003. № 2. С. 51–58.
- Панов А. Г. Исследование цилиофауны малых водоемов, расположенных в окрестностях с. Таранай в южной части о. Сахалин // Вестн. СВФУ им. М. К. Амосова. 2017. № 2 (58). С. 15–27.
- Панов А. Г., Трибун М. М., Никитина Л. И. Разнообразие инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска и юга о. Сахалин // Изв. ТИНРО. 2016. № 186. С. 182–192.
- Приходько А. В. Морфо-экологические особенности инфузорий из природных и антропогенных биоценозов Амурской области : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Дальневост. гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск, 2009. 150 с.
- Трибун М. М. Экологические особенности цилиофауны малых рек окрестностей г. Хабаровска: дисс. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Дальневост. гос. ун-т путей сообщения. Хабаровск, 2012. 154 с.
- Чорик Ф. П. Свободно живущие инфузории водоемов Молдавии. Кишинев : Изд. АН Молдав. ССР, 1968. 251 с.
- Berger H., Foissner W. Biologische Methoden der Gewässeranalysen. Ciliaten III-2.1. Illustrated guide and ecological notes to ciliate indicator species (Protozoa, Ciliophora) in running waters, lakes, and sewage plants // Handbuch Angewandte Limnologie – 17. Erg. Lfg. 2003. Vol. 10. 160 p.
- Curds C. A guide to species of the genus *Euplotes* (Hypotrichida, Ciliatea) // Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 1975. Vol. 28, N 1. P. 1–61.
- Foissner W. Taxonomic and nomenclatural revision of Sladceks list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality // Hydrobiologia. 1988. Vol. 166. P. 1–64.
- 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 // Freshw. Biol. 1996. Vol. 35. P. 375–482.
- Warren A. A revision of the genus *Vorticella* (Ciliophora: Peritrichida) // Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 1986. Vol. 50, N 1. P. 1–57.
- Wu I., Curds C. A guide to species of the genus *Aspidisca* // Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 1979. Vol. 36, N 1. P. 1–34.

Species Composition and Dynamics of Ciliophora in Small Water Bodies in Downstream Basin of Taranai River (South of Sakhalin Island, Russian Far East)

A. G. Panov

Sakhalin Institute of Railway Transport, Branch of Far Eastern State Transport University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russian Federation

Abstract. The article describes the results of studies of ciliofauna in three small lakes and one small watercourse in downstream Taranai River (Sakhalin Region of Russian Far East) in summer 2016 and 2018. In the course of the study was identified 93 species of ciliates. For the first time in the freshwaters of southern Sakhalin, were recorded 17 species of Ciliophora. 36 types of ciliates met at the study area in many places. Fluctuations in environmental factors significantly affect the changes in the fauna of the communities of protozoa. There were 6 species (*Blepharisma steini*, *Bl. coeruleum*, *Pseudoblepharisma tenue*, *Drepanomonas revolute*, *Plagiopila nasuta* and *Carchesium batorligetiense*) only in lake Bol'shoe (Large); 3 species (*Aspidisca polypoda*, *Rhabdostyla inclinans* and *Vorticella marginata*) – only in lake Zapadnoye (Western) and 4 species (*Spirostomum minus*, *Euplotes moebiusi*, *Prorodon brachyodon* and *Pleuronema crassum*) – only in lake Vostochnoye (Eastern). *Blepharisma lateritium* and *Aspidisca major* have been found only in the watercourse. In both 2016 and 2018, only 3 species were encountered – *Uronema marinum*, *Tachysoma pellionellum* and *Acineria uncinata*. Characteristic for riverine fauna *Stylonychia mytilus* complex, *St. purina*, *Litonotus cygnus* have not been found in lakes. In lake Vostochnoye the average indicator of "generic saturation" approximately corresponds to the average value (1.58) but in Bol'shoe and Zapadnoye lakes and in the watercourse it was lower, in comparison with other studied reservoirs of Russian Far East. In comparison, reduced indicators of "generic saturation" were typical for freshwater objects with higher anthropogenic load. The results of comparative analysis of the ciliofauna of the studied freshwater objects of the lower reaches of the Taranai River showed that in all pairs the value of K_{j-m} was negative, so it is more legitimate to talk about the species differences existing between the objects. The largest number of species found in reservoirs and in the watercourse belonged to the benthic and periphytic ecological groups and to the trophic group of bacterio-detritophages. According to the analysis of saprobity of the detected species and the calculated saprobity index the studied reservoirs and watercourses are as α -mesosaprobic (polluted) natural objects.

Keywords: Sakhalin Region, ciliofauna, species composition, faunal similarity, comparative analysis, ecological groups, trophic groups, water reservoir saprobity.

For citation: Panov A.G. Species Composition and Dynamics of Ciliophora in Small Water Bodies in Downstream Basin of Taranai River (South of Sakhalin Island, Russian Far East). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2019, vol. 29, pp. 24-39. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.24> (in Russian)

References

- Alekperov I. Kh. *Svobodnozhivushchie infuzorii Azerbaidzhana (ekologiya, zoogeografiya, prakticheskoe znachenie)* [Free-living infusoria of Azerbaijan (ecology, zoogeography, practical significance)]. Baku, Elm Publ., 2012, 520 p. (in Russian)
- Bykova S.V. *Fauna i ekologiya infuzorii malykh vodoemov Samarskoi Luki i Saratovskogo vodokhranilishcha* [Fauna and ecology of infusoria of small reservoirs of the Samara Luka and the Saratov reservoir: Candidate in Biology dissertation]. Toliyatti, Inst. Ecol. Volga River Basin Publ., 2005, 207p. (in Russian)
- Zhukov A.V. *Ekologo-biologicheskie osobennosti i indikatsionnoe znachenie tsiliofauny ochistnykh sooruzhenii g. Khabarovska* [Ecological and biological individuality and indicative

value of the quackery of Ciliophora treatment facilities of Khabarovsk: Candidate in Biology dissertation]. Khabarovsk, Far East. St. Transp. Univ. Publ., 2012, 150 p. (in Russian)

Okhapkin A.G., Yulova G.A., Startseva N.A. Taksonomicheskoe raznoobrazie i struktura algoflory planktona malykh vodoemov urbanizirovannykh territorii [Taxonomic diversity and structure of algoflora of plankton in small reservoirs of urbanized territories]. *Inl. Wat. Biol.*, 2003, no. 2, pp. 51-58. (in Russian)

Panov A.G. Issledovanie tsiliofauny malykh vodoemov, raspolozhennykh v okrestnostyakh s. Taranai v yuzhnoi chasti o. Sakhalin [Ciliofauna Research of the Small Water Bodies Located Near Taranai River on Southern Sakhalin Island]. *Bul. North-East. Fed. Univ.*, 2017, no. 2 (58), pp. 15-27. (in Russian)

Panov A.G., Tribun M.M., Nikitina L.I. Raznoobrazie infuzorii malykh rek okrestnostei g. Khabarovska i yuga o. Sakhalin [Diversity of ciliates in small rivers in vicinity of Khabarovsk and in southern Sakhalin Island]. *Trans. Pacific Res. Inst. Fish. Ocean.*, 2016, no. 186, pp. 182-192. (in Russian)

Prikhod'ko A.V. *Morfo-ekologicheskie osobennosti infuzorii iz prirodnnykh i antropogennykh biotsenozov Amurskoi oblasti* [Morpho-ecological features of infusoria from natural and anthropogenic biocenoses of the Amur region: Candidate in Biology dissertation]. Khabarovsk, Far East. St. Transp. Univ. Publ., 2009, 150 p. (in Russian)

Tribun M.M. *Ekologicheskie osobennosti tsiliofauny malykh rek okrestnostei g. Khabarovska* [Ecological features of Ciliophora in small rivers of Khabarovsk City vicinity: Candidate in Biology dissertation]. Khabarovsk, Far East. St. Transp. Univ. Publ., 2012, 154 p. (in Russian)

Chorik F.P. *Svobodno zhivushchie infuzorii vodoemov Moldavii* [Free-living ciliates in the water bodies of Moldova]. Chisinau, AS Moldova SSR Publ., 1968, 251 p. (in Russian)

Berger H., Foissner W. Biologische Methoden der Gewässeranalysen. Ciliaten III-2.1. Illustrated guide and ecological notes to ciliate indicator species (Protozoa, Ciliophora) in running waters, lakes, and sewage plants. *Handbuch Angewandte Limnologie – 17. Erg. Lfg.*, 2003, Vol. 10, 160 p.

Curds C. A guide to species of the genus Euplotes (Hypotrichida, Ciliatea). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.* 1975, vol. 28, no. 1, pp. 1-61.

Foissner W. Taxonomic and nomenclatural revision of Sladceks list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality. *Hydrobiol.*, 1988, vol. 166, pp 1-64.

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. *Freshw. Biol.*, 1996, vol. 35, pp. 375-482.

Warren A. A revision of the genus Vorticella (Ciliophora: Peritrichida). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.*, 1986, vol. 50, no. 1, pp. 1-57.

Wu I., Curds C. A guide to species of the genus Aspidisca. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. Ser.*, 1979, vol. 36, no. 1, pp. 1-34.

Панов Александр Геннадьевич
старший преподаватель
Сахалинский институт железнодорожного
транспорта – филиал Дальневосточного
государственного университета путей
связи в г. Южно-Сахалинске
Россия, 693007, г. Южно-Сахалинск, ул.
Физкультурная, д. 126-в
e-mail: allergen_925@mail.ru

Panov Aleksandr Gennadyevich
Senior Lecturer
Sakhalin Institute of Railway Transport,
Branch of Far Eastern State Transport
University
126-в, Fizkulturnaya st., Yuzhno-Sakhalinsk,
693007, Russian Federation
e-mail: allergen_925@mail.ru