

УДК: 594.7:591.9

DOI: 10.30694/1026-5600-2019-1-77-89

Т. А. Шарапова^{1*}, В. И. Гонтар², А. Г. Герасимов³

Местонахождение, морфология и экология *Hyalinella punctata* (Hancock, 1950) (Bryozoa: Phylactolaemata) в континентальных водоемах Западной Сибири

¹Институт проблем освоения Севера ФИЦ ТюмНЦ СО РАН
625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86
*E-mail: tshartum@mail.ru

²ФБГУН Зоологический институт Российской академии наук (ЗИН РАН)
Россия, 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., д 1

³Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»),
625000 г. Тюмень, ул. Одесская, 33

Исследования были проведены с целью выявления местонахождения, морфологии и экологии пресноводных мшанок на территории Западной Сибири. Был исследован 151 водоем от зоны лесостепи до южной тундры (от 55°38' до 67°23' с.ш.). Пробы зооперифитона собирали на естественных и искусственных субстратах – затопленной древесине, макрофитах, камнях, бетонных плитах, керамических блоках. Изучено влияние экологических факторов на размеры флотобластов, колоний и на распределение *H. punctata* на исследованной территории. Представлены данные о размерах флотобластов мшанки из разнотипных водоемов равнинной части Западной Сибири. Приведены оригинальные фотографии западносибирских колоний *H. punctata* и изучена структура поверхности флотобластов с помощью электронно-микроскопической техники. Мшанка встречена на исследованной территории в различных природных зонах. Наиболее часто колонии были встречены в водоемах северной лесостепи и подтайги, где отмечены самые крупные колонии. В зоне тайги и лесотундры мшанки имели небольшие размеры и встречались не часто. Флотобласты мшанки Западной Сибири отличались значительным варьированием размеров, как между водоемами, так и в пределах одного водоема на разных станциях. Размеры их согласуются с литературными данным. Исследования, проведенные на водоеме–охладителе ТЭЦ–1 (г. Тюмень, 2005 г.), показали, что колонии *H. punctata* развивались в июле в зоне максимального прогрева, в августе при температуре воды около 30° С рост колоний заканчивался. Отличие водоемов южных зон и Субарктики Западной Сибири заключается в разнице температур и в более коротком вегетационном периоде на севере. Мшанка развивалась на субстратах различного типа, в водоеме–охладителе на экспериментальных субстратах преимущественно на вертикальных поверхностях по течению воды.

Ключевые слова: *Hyalinella punctata*, колония, флотобласт, техно–экосистема, Западная Сибирь, экология.

Distribution, morphology and ecology of *Hyalinella punctata* (Hancock, 1950) (Bryozoa: Phylactolaemata) in the continental reservoirs of the Western Siberia

T. A. Sharapova^{1*}, V. I. Gontar², A. G. Gerasimov³

¹Tyumen Scientific Centre Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Institute of the problems of Northern development
86, Malygina str., Tyumen, 625003, Russia
*E-mail: tshartum@mail.ru

²Federal State Budgetary Institution of Science Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences (ZIN RAS)

1, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russia

³Tyumen Branch of VNIRO (“Gosrybcenter”),

33, Odesskaya str., Tyumen, 625000, Russia

The research objectives were to identify the peculiarities of the distribution and ecology of bryozoan *Hyalinella punctata* in Western Siberia region. A total of 151 reservoirs from the forest–steppe zone to the southern tundra (from 55°38' to 67°23' N) were investigated. The samples of zooperiphyton were collected on natural and artificial substrates including submerged macrophytes, wood, stones, and concrete slabs. The influence of environmental factors on the sizes of flotoblasts, colonies and distribution of *H. punctata* in the Western Siberia was studied. The data of the sizes of the flotoblasts of *H. punctata* from different types of water bodies of the flat part of the Western Siberia are presented. Original photographs of the morphology of the colonies and the surface structure of the flotoblasts of the Western Siberian specimens examined using electron microscopic techniques are given. *H. punctata* was registered in different natural zones of the studied territory. Colonies were met in reservoirs of northern forest–steppe and subtaiga, where the largest ones were noted. The occurrence was lower in the zone of taiga and forest tundra and bryozoan colonies were smaller. Flotoblasts of the bryozoan of the Western Siberia were characterized by considerable variation in size both between reservoirs and within reservoirs at different stations. The size variability is within the limits known from the literature. Studies conducted in 2005 at the chiller reservoir of the Nuclear power plant–1 (Tyumen) showed that the colonies of *Hyalinella punctata* appeared in July in the zone of maximum heating, and the growth of colonies at a water temperature of about 30° C in August stopped. The difference between the temperature regime of water bodies in the southern zones and the Subarctic of the Western Siberia lies not only in the temperature difference but also in the shorter growing season in the North. Bryozoa developed on substrates of various types, on experimental substrates preferably on vertical surfaces parallel to the flow of water.

Keywords: *Hyalinella punctata*, flotoblast, colony, techno–ecosystem, the Western Siberia, ecology.

Введение

Западная Сибирь – наименее изученный район в отношении распространения, экологии и систематического состава пресноводных мшанок. Первые сведения о находках колоний мшанок (без определения) в озере Ямбуто Гыданского полуострова относятся к 30–м годам двадцатого века [2]. В этом же районе позднее были найдены мшанки в озерах Хасейнто и Хучето [7]. При исследовании питания рыб реки Иртыш упоминались находки статобластов мшанок в пищевом комке [10]. Такое незначительное количество информации объясняется тем, что мшанки связаны с твердыми субстратами, и только регулярными исследованиями зооперифитона, проведенными в последние 30 лет удалось выявить видовой состав мшанок в данном регионе. В настоящее время в континентальных водоемах Западной Сибири обнаружено 10 видов мшанок [14]. К наиболее широко распространенным на

этой территории относятся виды *Hyalinella punctata* (Hancock), *Plumatella emarginata* Allman и *Paludicella articulata* (Ehrenberg).

В ранних работах [17; 19; 22] определение мшанок основывалось на внешнем виде колоний и параметрах статобластов. В последние годы использование электронно–микроскопической техники позволило внести некоторые изменения в описание и идентификацию видов, связанные с изучением ультраструктуры статобластов [26]. Также описано несколько новых видов пресноводных мшанок, [24,25].

Цель работы - изучение экологических особенностей водоемов и их влияния на морфологию, распространение мшанки *H. punctata* на территории Западной Сибири. Для этого необходимо было провести ревизию собственных коллекций западносибирских колоний *H. punctata*, собранных на протяжении тридцати лет, на соответствие современным морфологическим описаниям вида; рассмотреть полученные данные для

оценки условий обитания и распространения этого вида на исследованной территории, выявить, по возможности, факторы, воздействовавшие на развитие колоний и флотовластов.

Материал и методы исследования

Сбор материала по пресноводным мшанкам Западно-Сибирской равнины проводился в рамках исследования зооперифитона водоемов Тюменской области, включая Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) и Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) в период с 1987 по 2016 гг. (рис. 1). Всего был исследован 151 водоем от зоны лесостепи до южной тундры (от 55°38' до 67°23' с.ш.), в том числе крупные, средние и малые реки, протоки, озера и техно-экосистема (водоем-охладитель ТЭЦ-1 (г.Тюмень), объем собранного материала – около 2000 проб. Разделение водоемов по физико-географическим зонам проведено в соответствии с монографией по Западной Сибири [5]. Реки и озера, в которых найдены колонии этого вида, относятся к бассейнам рек Обь, Иртыш и их крупных притоков – Тоболу, Туре, Тавде, Ишиму, Демьянке. Реки Пур и Таз относятся к бассейну Карского

моря.

Пробы зооперифитона отбирали до глубин 1,5 от поверхности воды на естественных субстратах – затопленной древесине, макрофитах, камнях, бетонных плитах и экспериментальных – керамических блоках, учитывая площадь субстратов [14]. Пробы фиксировали 4% раствором формалина. Колонии мшанок отделяли от субстрата с помощью пинцета, сырую массу после обсушивания на фильтровальной бумаге определяли взвешиванием на электронных весах.

Для определения влияния различно ориентированных поверхностей на развитие зооперифитона в 2016 г. в водоеме-охладителе ТЭЦ-1 (г.Тюмень) на течении (станции 1 и 5) на два месяца устанавливали экспериментальные субстраты (керамические блоки – кирпичи) (рис.1). Карта-схема водоема-охладителя с указанием станций отбора проб приведена ранее в статье [15]. Пробы отбирали с трех экспериментальных субстратов с горизонтальных и вертикальных поверхностей, расположенных параллельно и перпендикулярно течению.

Для определения размера флотовластов (длина и ширина) в каждой колонии измеряли 10 экземпляров, по средним



Рис. 1. Расположение точек нахождения мшанки *Hyalinella punctata* в водоемах Западной Сибири и схема отбора проб в водоеме-охладителе ТЭЦ-1 (г.Тюмень). Номера 1-29 соответствуют номерам строк в таблице 1.

значениям рассчитывали индекс L/B (отношение длины к ширине). Электронно-микроскопическое изучение флотобластов выполнено с помощью специалистов отделения электронной микроскопии ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург, Россия) с использованием стандартных методик [1].

Результаты

Ревизия коллекции *H.punctata*, собранных на территории Западной Сибири подтвердила, что собранные колонии соответствуют описаниям, приведенным в литературе [25,26]. С учетом новых представлений о систематических признаках мшанок [25] и описания колоний и флотобластов *H.punctata* [4], можно отметить, что это один из наиболее легко узнаваемых видов пресноводных мшанок. Колонии обрастают субстрат и образованы аутозооидами. Колонии слабо разветвлены, бесцветные, иногда коричневатые (Рис.2). У *H.punctata* множественное почкование не всегда приводит к образованию ветвей в колонии, как это бывает у некоторых других видов Plumatellidae, а аутозоиды из различных почкующихся рядов могут сосуществовать в одной ветви. Стенка трубочек аутозоидов толстая, прозрачная, желатинизированная (Рис. 2, 3) и не содержит склеротизированной внешней кутикулы. Трубочка аутозоида без шва, который характерен, например, для *Plumatella emarginata*. На поверхности аутозоидов обычно равномерно расположены небольшие белые точки, наиболее часто у вершины трубочек. Колонии линейные, радиальные или компактные пузыревидные (Рис. 2,3). Быстрый рост колонии *H. punctata* может привести к образованию плотного слоя зооидов на субстрате.

При сравнении с любыми другими видами из Plumatellidae под микроскопом видно, что аутозоиды и ветви *H. punctata* немного большего диаметра (Рис.2,3). Лофофор подковообразный с двумя рядами щупалец. Отдельные аутозоиды с удлинёнными лофофорами обычно незначительно выступают вдоль оси ветви. Во втянутом состоянии полипида отверстие аутозоида (орифиций) располагается почти вровень с поверхностью ветви.

Морфология флотобластов.

Флотобласты филактолемных мшанок

видоспецифичны и значительно отличаются у каждого вида. Свободные статобласты или флотобласты *H. punctata* самые большие среди европейских представителей семейства Plumatellidae, и достигают размеров приблизительно 0,35 на 0,50 мм [26]. Дорзальная и вентральная створки флотобластов *H. punctata* равномерно покрыта бугорками при изучении с помощью электронного микроскопа поверхности флотобластов. Шов между дорзальной и вентральной створками в виде слегка волнистого шнура (Рис.4). Свежие флотобласты выглядят равномерно темными, почти черными, с небольшим разграничением между кольцом и фенестрой (Рис.5). При высыхании флотобласты становятся светлыми и блестящими, как и у других видов плюмателлид.

Сидячие статобласты – сессобласты у данного вида отсутствуют.

Размеры флотобластов в южных участках исследуемой территории Западной Сибири (подзонах северной лесостепи и подтайги) составляли: длина от 335 до 547 мкм, ширина 280 – 386 мкм, значения индекса L/B = 1,25 – 1,49 (см. табл., строка №1-17). В лесной зоне у флотобластов изменялась длина в пределах 356–521 мкм, ширина 250 – 360 мкм, индекс L/B = 1,26 – 1,45 (см. табл., строка №18-24). В зоне лесотундры длина флотобласта изменялась от 355 до 469 мкм, ширина – 87 – 347 мкм, индекс L/B = 1,24–1,41 (см. табл., строка № 25-29). Размеры флотобластов отличались высокой вариабельностью как между водоемами, так и в пределах одного водоема на разных станциях (табл., строки №6–8) и на одних и тех же станциях в разные годы (табл., строки №16–17). Максимальные значения размеров флотобласта отмечены у колоний в водоеме-охладителе Тюменской ТЭЦ-1 и р. Иртыш (табл., строки № 17–18). Зависимость размера флотобласта от широты не выявлена, крупные и мелкие флотобласты обнаружены в водоемах на севере и юге изученной территории.

Географическое распределение находок и индивидуальная масса колоний *H.punctata* в водоемах изученной территории Западной Сибири

Мшанка *H.punctata* на территории Западной Сибири встречается в водоемах от зоны северной лесостепи до лесотундры. Колонии *H.punctata* обнаружены в 26 водоемах (данные о местонахождении

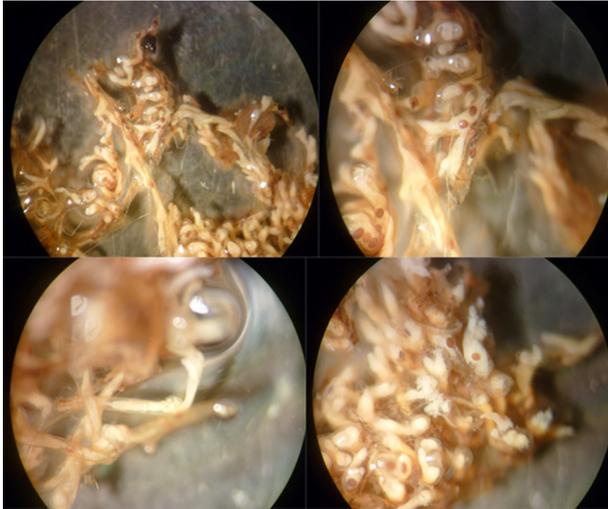


Рис. 2. Колония *Hyalinella punctata* с флотобластами под биноклюром. Вверху увеличение x12, внизу увеличение x68. (р. Бешкиль).

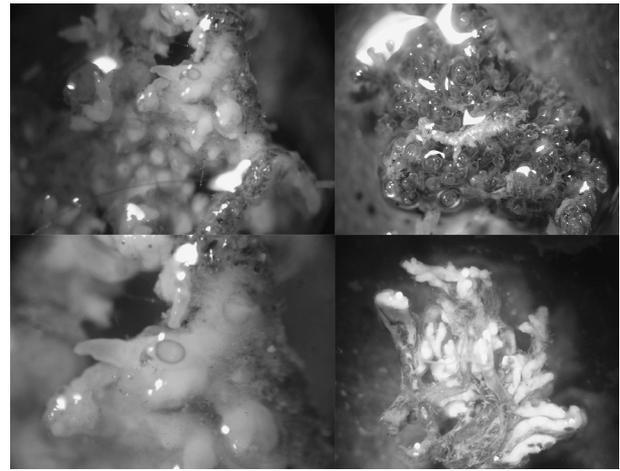


Рис. 3. Колонии *Hyalinella punctata* (слева сверху и внизу со статобластом), *Plumatella repens* (вверху справа), *Plumatella geiermassardi* (внизу справа со статобластами) под световым микроскопом (Копорская Губа, Финский залив). *Hyalinella* и *Plumatella* из коллекций ЗИН РАН)

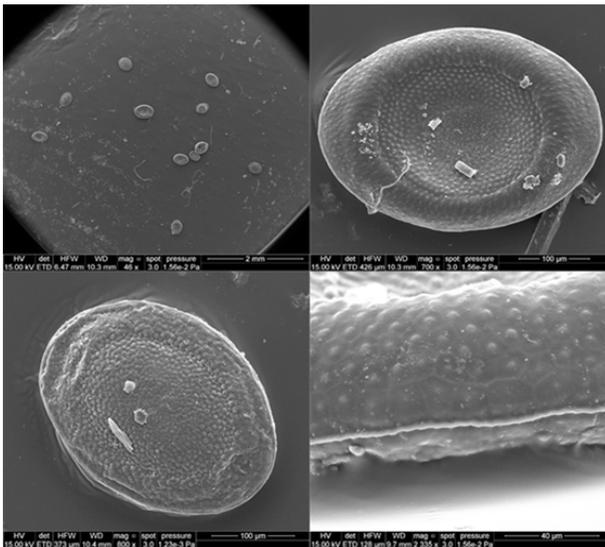


Рис. 4. Строение флотобласта *H. punctata* (вверху слева—флотобласты, справа дорзальная створка флотобласта; внизу слева вентральная створка флотобласта, внизу справа шов между створками) (р. Бешкиль).

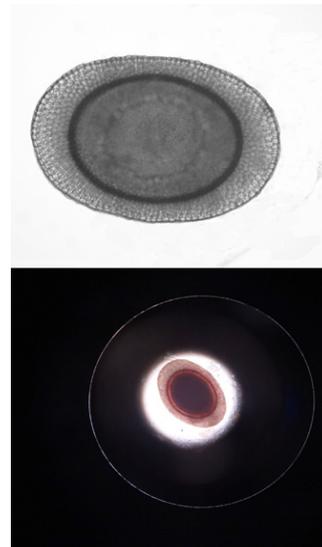


Рис. 5. Флотобласт *H. punctata* под световым микроскопом (вверху фото Т.А.Шараповой, внизу фото А.А.Протасова).

приведены в таблице 1).

Большая часть находок *H. punctata* была сделана в подзонах северной лесостепи и подтайги – в 26% из всех изученных водоемов этих подзон. Значительно реже она встречалась в водоемах тайги (13%) и лесотундры (10%), но в зоне южных тундр уже не найдена (см. рис.1).

На изученной нами территории наиболее часто *H. punctata* встречалась в озерах. В тайге она отмечена только в озерах, в лесотундре большинство находок колоний также относится к озерам. В северной лесостепи и подтайге *H. punctata* найдена в озерах и малых реках. В большинстве озер северной лесостепи и подтайги индивидуальная масса

Таблица 1. Средние параметры флотовластов *Hyalinella punctata*.

№	Индекс L/B	Размеры флотовластов, мкм		Водоем, бассейн, дата, административный район (координаты)
		Длина (L)	Ширина (B)	
Северная лесостепь и подтайга				
1	1,25	350	280	Оз. Б.Тарманское, бассейн р.Тура, 8.09.1996, Тюменская обл., Нижнетавдинский район (57° 22' 46"с.ш. и 65° 16' 06"в.д.)
2	1,27	373	294	Оз.Шайтанское, бассейн р.Тура, 2.09.2001, Тюменская обл., Нижнетавдинский район (57°24' 35"с.ш. и 65°13' 36"в.д.)
3	1,44	469	325	Р.Ишим, бассейн р.Иртыш, 19.07.2000, Тюменская обл., Ишимский р-н (56° 02' 21"с.ш. и 69° 27' 22"в.д.)
4	1,31	438	333	Оз.Подкова, бассейн р.Ишим, 8.07.2007, Тюменская обл., Ишимский р-н (56° 01' 42"с.ш. и 69° 27' 36"в.д.)
5	1,37	409	298	Р.Дятель, бассейн р.Ишим, 12.07.2008, Тюменская обл., Ишимский р-н (56° 01' 02"с.ш. и 69° 28' 05"в.д.)
6	1,36	394	289	Старица р.Ишим (пос.Казанское), бассейн р.Ишим, ст.1, 20.07.2014, Тюменская обл., Казанский р-н (55° 38' 30"с.ш. и 69° 20' 00"в.д.)
7	1,40	405	289	Старица р.Ишим (пос.Казанское), бассейн р.Ишим, ст.2, 20.07.2014, Тюменская обл., Казанский р-н (55° 38' 30"с.ш. и 69° 20' 00"в.д.)
8	1,30	380	291	Старица р.Ишим (пос.Казанское), бассейн р.Ишим, ст.3, 20.07.2014, Тюменская обл., Казанский р-н (55° 38' 30"с.ш. и 69° 20' 00"в.д.)
9	1,35	344	255	Старица р.Ишим (пос.Усть-Барсук), бассейн р.Ишим, 5.08.2013, Тюменская обл., Викуловский р-н (56° 51' 33"с.ш. и 70° 42' 43"в.д.)
10	1,32	335	254	Р.Бешкиль, бассейн р.Исеть, 10.08. 2004, Тюменская обл., Исетский р-н (56° 32' 03"с.ш. и 65° 20' 52"в.д.)
11	1,44	464	321	Р.Бабарынка, бассейн р.Тура, г.Тюмень, 15. 09. 2002, Тюменская обл., Тюменский район (57° 10' 30"с.ш. и 65° 29' 06"в.д.)
12	1,34	449	336	Р.Ушаковка, бассейн р.Тура, 10.08.2008, Тюменская обл., Тюменский район (57° 05' 39"с.ш. и 65° 07' 30"в.д.)
13	1,33	369	278	Р.Кармак, бассейн р.Тура, 10.08.2008, Тюменская обл., Тюменский район (57° 05' 14"с.ш. и 65° 03' 10"в.д.)

№	Индекс L/B	Размеры флотовластов, мкм		Водоем, бассейн, дата, административный район (координаты)
		Длина (L)	Ширина (B)	
Северная лесостепь и подтайга				
14	1,35	345	255	Оз.Боглянское, бассейн р.Тура, 17.08.2010, Тюменская обл., Тюменский район (57° 23' 27"с.ш. и 65° 29' 21"в.д.)
15	1,38	395	286	Р.Ангерь, бассейна р.Тавда, 6.09.2003, Тюменская обл., Нижнетавдинский район (57° 41' 50"с.ш. и 65° 59' 28"в.д.)
16	1,39	536	386	Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1, ст.1, бассейн р.Тура, 19.07.2005, Тюменская обл., Тюменский район (57° 09' 09"с.ш. и 65° 38' 02"в.д.)
17	1,49	547	367	Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1, ст.1, бассейн р.Тура, 23.07.2016, Тюменская обл., Тюменский район (57° 09' 09"с.ш. и 65° 38' 02"в.д.)
Лесная зона				
18	1,45	521	360	Р.Иртыш (п.Абалак), бассейн р.Обь, 15.08.2003, Тюменская обл., Тобольский район (58° 08' 11"с.ш. и 68° 34' 49"в.д.)
19	1,4	356	250	Старица б/н, бассейн р.Демьянка, 29.07.2006, Тюменская обл., Уватский р-н (58°44'06"с.ш. и 73°59'20"в.д.)
20	1,26	397	316	Старица р.Имгыт, бассейн р.Демьянка, 31.08.2006, Тюменская обл., Уватский р-н (58°41'34" с.ш., 72°08'15" в.д.)
21	1,4	449	320	Старица р.Негусьях, бассейн р.Большой Юган, 19.07.2012, ХМАО, Сургутский р-н (60°10'06" с.ш. и 74°14'08" в.д.)
22	1,32	363	275	Оз.Нумто, 19.08.2007, ХМАО, Белоярский р-н (63° 31' 52"с.ш. и 71° 27' 01"в.д.)
23	1,4	413	293	Старица р. Аган, бассейн р.Обь, 9.08.2011, ХМАО, Сургутский р-н (61°25'50"с.ш. и 74°47'29"в.д.)
24	1,4	413	294	Карымкарский сор, бассейн р.Обь, 11.07.2016, ХМАО, Октябрьский р-н (62°08'48"с.ш. и 67°30'57" в.д.)
Лесотундра				
25	1,41	469	331	Протока Малая Юмба (дельта Оби), бассейн р.Оби, 3.08.1998, ЯНАО, Ямальский р-н (66° 51' 10"с.ш. и 70° 51' 10"в.д.)
26	1,24	355	287	Старица реки Полуй, бассейн р.Обь, 3.08.2013, ЯНАО, Приуральский район (66°01'05" с.ш. и 68°40'25"в.д.)
27	1,36	394	288	Пойменное озеро (пос. Самбург), бассейн р.Пур, 7.08.2014, ЯНАО, Пуровский р-н (66°59'52"с.ш. и 78°16'32"в.д.)
28	1,35	468	347	Озеро №1, старица, бассейн р.Таз, (пос. Тазовский), 3.08.2015, ЯНАО, Тазовский р-н (67°19'31"с.ш. и 78°47'22"в.д.)
29	1,38	439	318	Озеро непоименное, бассейн р.Таз, Тазовский р-н, 02.08.2016 (67°23'14"с.ш. и 78°40'36"в.д.)

колоний этой мшанки изменялась от 30 до 2084 мг (в среднем 909 мг). В озерах лесной зоны масса колоний варьировала от 1 до 527 мг (в среднем – 264 мг). Масса колоний *H. punctata* в озерах лесотундры колебалась от 1 до 62 мг (в среднем – 8,3 мг).

Колонии в водоеме–охладителе ТЭЦ–1 (г. Тюмень, зона подтайги) входили в состав доминирующего комплекса водных беспозвоночных [15]. Мшанка предпочитала лотические участки, где максимальная индивидуальная масса ее колоний достигала 1463 мг.

Колонии *H. punctata* очень редко встречались в крупных реках. Так, только в двух из 450 проб зооперифитона, собранных в восьми из обследованных крупных рек, были найдены колонии мшанки – в реках Иртыш и Ишим. Найденные колонии были крупными: в р. Ишим массой 2305 мг, в р. Иртыш – 300 мг. Единичная находка *H. punctata* отмечена в дельте р. Обь (протока Малая Юмба), масса этой колонии составила 429 мг.

В зоне северной лесостепи был изучен зооперифитон озер с широким диапазоном минерализации вод – от 0,2 до 10,0 г/дм³ [16]. Мшанка *H. punctata* на изученной территории найдена в озерах при минерализации до 0,5 г/дм³. В более минерализованных водоемах этот вид не отмечен. Исследования зооперифитона, проведенные на водоемах вне зоны антропогенного воздействия и с различной степенью загрязнения, показали, что вид не обнаружен в реках, относящихся к классам «грязные» и «очень грязные», а также в загрязненных озерах урбанизированной территории (г. Тюмень).

Основным субстратом для перифитона в водоемах и водотоках равнинной части Западной Сибири служит затопленная древесина, а в озерах также макрофиты. Колонии *H. punctata* в водоеме–охладителе ТЭЦ–1 (г. Тюмень) кроме макрофитов и затопленной древесины предпочитали камни. В р. Иртыш мшанка была найдена на борту баржи. Изучение влияния различной ориентации субстрата в водоеме–охладителе показали, что в зоне умеренного подогрева на течении низкие значения биомассы мшанки *H. punctata* были отмечены на горизонтальных поверхностях (нижняя сторона–0,01, верхняя–0,15 г/кв.м). Наибольшие значения биомассы отмечены на вертикальных поверхностях – в среднем 0,60 г/кв.м. Самые крупные колонии развивались на вертикальных поверхностях,

расположенных параллельно течению – 1,27 г/кв. м, на поверхностях перпендикулярных течению биомасса была ниже – 0,18–0,34 г/кв.м.

В водоемах Западной Сибири с естественным термическим режимом колонии *H. punctata* встречались при температуре воды от 13 до 28° С, преимущественно в июле и августе, очень редко – в сентябре.

Распределение в градиенте факторов среды и сезонная динамика развития колоний *H. punctata* на примере водоема-охладителя ТЭЦ–1 (Тюмень).

Мшанки в водоеме–охладителе предпочитали участки на течении. Исследования [15] показали, что колонии *H. punctata* появлялись в июле в зоне максимального нагрева, в августе при температуре воды около 30° С их рост заканчивался. После этого образовывалось большое количество флотобластов, и в сентябре при достаточно высоких температурах воды (23–24°С) колонии отмирали. В октябре при температуре воды 16–17° С происходило развитие новых колоний и в зоне максимального, и умеренного подогрева, появившихся из флотобластов, созревших в августе. Колонии начинали отмирать при температуре воды ниже 9°С, в ноябре.

Колонии *H. punctata* в 2016 г. также появились в июле в зоне максимального нагрева, но в связи с экстремальным перегревом этого участка в июле и августе (36–38 °С), в августе этого года они уже были отмечены. В зоне умеренного подогрева в 2016 г. колонии были обнаружены и в сентябре–октябре.

Обсуждение

По литературным данным для водоемов Европы и Канады характерна длина флотобластов *H. punctata* от 309 до 617 мкм, ширина – от 259 до 411 мкм, индекс L/B (отношение длины к ширине) – от 1,19 до 1,43 [18; 20; 23]. Флотобласты мшанок Западной Сибири также отличались значительным варьированием размеров, которые укладываются в пределы известные из литературы. Длина флотобластов колеблется от 335 до 547 мкм, ширина – от 254 до 386 мкм, высокая изменчивость отмечается и для индекса L/B от 1,25 до 1,49

(см. табл.).

Вид *H. punctata* характерен для Голарктики, широко известен во всем мире, но проверенные образцы известны только из Великобритании, Ирландии, Европы, Северной Америки и Северной Азии [26]. Многолетние исследования зооперифитона в пяти водоемах–охладителях Украины выявили, что этот вид был найден только в одном из них [9]. При изучении зооперифитона водоемов бассейна верхней Волги на протяжении более 20 лет [11–13] *H. punctata* была найдена в трех из четырех изученных водохранилищ, а значительное развитие этой мшанки было отмечено только в Горьковском водохранилище. Она была встречена также в 12 реках, впадающих в водохранилища бассейна верхней Волги, но не обнаружена в озерах [12]. В Польше из 19 озер Мазурского поозерья этот вид был найден в 17 [18]. В Канаде вид повсеместно обитает в озерах, а также в реках южного Квебека [23]. По нашим данным *H. punctata* наиболее часто встречалась в озерах и малых реках северной лесостепи и подтайги, а в тайге и лесотундре встречалась реже и в малых реках отсутствовала. Таким образом, анализ литературных и собственных данных обнаружил неодинаковое распространения этого вида в разнотипных водных экосистемах различных территорий. На развитие колоний и, как следствие, распространение *H. punctata* могут оказывать влияние особенности гидрохимического режима водоемов, трофический статус, различные в разных природных климатических зонах, обеспеченность твердыми субстратами, температурным режимом.

Так, при высокой заболоченности зон тайги и лесотундры Западной Сибири для большей части водоемов отмечены низкие показатели рН: для зоны тайги 4,9–6,9, для зоны лесотундры и тундры 4,8–7,7 [6]. По данным ряда авторов *H. punctata* обитала в водоемах с более высокими значениями рН 7,4–9,0 (сдвиг в щелочную сторону) [21;23]. На территории Западной Сибири в большей части малых водоемов показатели рН сдвинуты в кислую сторону и, возможно, это могло ограничивать распространение *H. punctata* в таких водоемах.

Изменчив и трофический статус озер, оцененный по содержанию фосфора для озер в районе работ: было показано снижение трофического статуса по направлению на север региона: преобладающий тип озер в степях был эвтрофный и гиперэвтрофный, в

лесгах и тайге – мезотрофный и олиготрофный [3].

В водоемах Канады колонии *H. punctata* развивались на камнях и ветвях деревьев [23], по нашим данным колонии также развивались как на растительном, так и на каменном субстрате, на металлических поверхностях (борт баржи) и керамических субстратах.

Температура воды один из важнейших факторов, влияющих на распространение и развитие гидробионтов. В водоемах Западной Сибири с естественным термическим режимом колонии *H. punctata* встречались в диапазоне температур, близком к таковому, полученному при изучении распределения *H. punctata* в водоемах Канады, где она была встречена при температуре от 14 до 26° С. В южном Квебеке колонии впервые появлялись в начале июня, когда температура воды превышала 20°С [23]. Вероятно, небольшие размеры колоний в озерах Субарктики связаны с коротким летним сезоном. Отличие температурного режима водоемов южных зон и Субарктики Западной Сибири заключается не столько в разнице температур, так как мелководные озера зоны лесотундры в летний период могут прогреваться до 25–28°С, сколько в более коротком вегетационном периоде на севере. Продолжительность летнего периода в зоне тундры составляет 35 суток, в лесостепной – 125 [5].

Важную роль играют мшанки в перифитоне водоемов–охладителей Украины и европейской части России [8; 12]. Динамика биомассы зооперифитона водоема–охладителя ТЭЦ–1 (г. Тюмень, 2005 г.) также связана с развитием мшанок *Plumatella emarginata* и *H. punctata*, которые являются абсолютными доминантами, встречена здесь и *Paludicella articulata* [15]. В водоеме–охладителе при удлинении вегетационного сезона за счет подогрева воды колонии мшанок встречаются и в осенний период (октябрь–ноябрь). Температура воды выше 30°С вызывает угнетение колоний. Крупные колонии мшанки *P. emarginata* встречались в зоне максимального и умеренного подогрева начиная с мая по октябрь, небольшие колонии *P. articulata* – только в весенний и осенний периоды при невысоких температурах воды. Следовательно, температурный диапазон *H. punctata* относительно невелик и лимитируется температурой воды ниже 10 и выше 30 °С. Еще одним важным

фактором, определяющим распространение мшанки, является скорость потока: оба доминирующих вида мшанок в водоемоохладителе предпочитали участки на течении.

Важное значение в распространении мшанки *H. punctata* в Западной Сибири играет чистота природных вод – все находки сделаны только в незагрязнённых водоемах.

Заключение

Мшанка *H. punctata* встречается повсеместно в исследованном регионе. Наиболее часто колонии были найдены в водоемах зон северной лесостепи и

подтайги. Колонии мшанки были найдены только в пресных незагрязненных водоемах, и их развитие ограничивалось температурой воды превышающей 30° С.

Мшанка развивалась на субстратах различного типа, на экспериментальных субстратах предпочитала вертикальные поверхности, расположенные параллельно течению воды. На территории Западной Сибири размеры колоний *H. punctata* при продвижении на север уменьшались. Вероятно, это было связано с более коротким вегетационным периодом, снижением трофического статуса водоемов, а также с закислением большей части водоемов зон тайги и лесотундры.

Благодарности

Авторы приносят глубокую благодарность сотруднику группы электронной микроскопии ЗИН РАН Алексею Миролюбову за помощь с электронными фотографиями. Авторы благодарны рецензентам М.И. Орловой и А.А. Протасову за ценные рекомендации к изложению материала.

Литература

1. Балашов Ю.С., Леонович С.А. Методы применения растровой электронной микроскопии в зоологии. Л.: Наука. 1984. 70 с.
2. Бурмакин Е.В. Кормовые ресурсы Гыданского залива и близлежащих водоемов // Рыбы и рыболовство в бассейне Гыданского залива: Тр. НИИ полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Серия «Промысл. хоз.». - Л М., Изд-во АН СССР, 1941. Вып. 15. С. 159-177.
3. Гашкина Н.А. Зональные особенности распределения биогенных элементов и органического вещества в малых озерах // Водные ресурсы. 2011. Т.38. № 3. С. 325–344.
4. Гонтарь В.И. Мшанки (Bryozoa, Polyzoa, Ectoprocta) пресных водоемов России // Алтайский зоологический журнал. 2010. Вып. 4. С. 52-62.
5. Западная Сибирь // Природные условия и естественные ресурсы СССР / отв. ред. Рихтер Г.Д. М., Изд-во АН СССР. 1963. С.19-371.
6. Моисеенко Т.И., Гашкина Н.А., Дину М.И., Хорошавин В.Ю., Кремлева Т.А. Влияние природных и антропогенных факторов на процессы закисления вод в гумидных регионах // Геохимия. 2017. № 1. С. 41–56
7. Польшский В.М. К лимнологии озер Гыданского полуострова // Изв. ГОСНИОРХ, 1971. Т. 75. С. 32-45.
8. Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев: Наукова думка, 1991. 192 с.
9. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС / Институт гидробиологии НАН Украины. Киев, 2012. 274 с.
10. Ревнивых А.И. К вопросу о питании осетровых и лососевых рыб в бассейне р. Иртыш // Тр. Биол. НИИ при Пермск. гос. ун-те. Пермь. 1937. С. 261-281.
11. Скальская И.А. Мшанки волжских водохранилищ // Фауна и биология пресноводных организмов: Труды Института биологии внутренних вод РАН, вып. 54 (57)/отв. ред. А.В. Монаков. Л., Наука. 1987. С. 191-206.
12. Скальская И.А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги / Рыбинск: Ин-т биологии внутренних вод РАН. 2002. 256 с.
13. Скальская И.А. Сравнение трофической структуры сообществ зооперифитона и зообентоса верхневолжских водохранилищ // Биология внутренних вод. 2006. №1. С. 85-92.
14. Шаропова Т.А. Зооперифитон внутренних водоемов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2007. 167 с.
15. Шаропова Т.А. К изучению зооперифитона водоема-охладителя Тюменской ТЭЦ-1 // Гидробиол. ж-л. 2008. Т.44. № 4. С. 44-55.

16. Шаранова Т.А. Зооперифитон озер Тоболо-Ишимской лесостепи (Тюменская область) // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011. № 12. С. 119-123.
17. Borg F. Moostierchen oder Bryozoa (Ectoprocten). In Die Tierwelt Deutschlands, Teil 17, F. Dahl, ed., Jena, Verlag Gustav Fischer, 1930, pp. 25-142.
18. Kaminski M. Contributions to the fresh-water Bryozoa of the Masurian Lake District // Fragmenta Faunistica (Poland, Warsaw). 1984. Vol. 28. N 4. P. 73-78.
19. Lacourt A.W. A monograph of the freshwater Bryozoa-Phylactolaemata // Zoologische Verhandelingen (The Netherland, Leiden). 1968. N 93. P. 1-159.
20. Marković G., Karan-Žnidaršič T., Simonović P. Bryozoan species *Hyalinella punctata* Hancock in the gut content of chub *Leuciscus cephalus* L. // Polish Journal of Ecology (Poland, Warsaw). 2009. Vol. 57. N 1. P. 201-205.
21. Martinovic-Vitanovic V.M., Milankov V.M., Kalafatic V.I. First record of freshwater bryozoans (Bryozoa: Phylactolaemata) in the aquatic invertebrate fauna of Serbia // Limnologica (Germany). 2010. N 40. P. 73-81.
22. Mundy S.P. A Key to the British and European Freshwater Bryozoans (Sci. Publ. Suppl. N 41), Ambleside, U.K.: Freshwater Biological Association, 1980, 31 p.
23. Ricciardi A., Reiswig H.M. Taxonomy, distribution, and ecology of the freshwater bryozoans (Ectoprocta) of eastern Canada // Can. J. Zool. (Ottawa, Canada). 1994. N 72. P. 339-359.
24. Wood T.S. *Plumatella mukaii*, a new phylactolaemate bryozoan from Asia and South America // Hydrobiologia (Kluwer Academic Publishers). 2001. Vol. 445. Issue 1-3. P. 51-56. <https://doi.org/10.1023/A:1017526418685>
25. Wood T.S., Okamura B. A new key to the freshwater bryozoans of Britain, Ireland, and continental Europe (Scientific Publication SP.63), Ambleside, Freshwater Biological Association, 2005, 113 p.
26. Wood T. *Bryozoans*. In Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates., J.H. Thorp and A.P. Covich, eds., 3rd ed. Academic Press, San Diego, California, USA, 2009, Ch. 13, 8,11, P. 437-454.

References

1. Balashov Yu.S., Leonovich S.A. *Metody primeneniya rastrovoy elektronnoy mikroskopii v zoologii* [Methods of Application of Scanning Electron Microscopy in Zoology]. Leningrad, Nauka Publ., 1984, 70 p. (In Russian).
2. Burmakin E.V. *Kormovye resursy Gydanskogo zaliva i blizlezhashchikh vodoemov* [Fodder resources of the Gydan Bay and nearby reservoirs]. In *Ryby i rybolovstvo v basseine Gydanskogo zaliva: Trudy NII polyarnogo zemledeliya, zhivotnovodstva i promyslovogo khozyaistva. Seriya "Promysl. Khoz."* [Fish and Fishing in the Gydan Bay Basin: Proceedings of the Research Institute of Polar Agriculture, Livestock and Commercial Economy, Ser. "Commercial Economy"], Leningrad, Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1941, issue 15, pp. 159-177. (In Russian).
3. Gashkina N.A. *Zonal'nye osobennosti raspredeleniya biogennykh elementov i organicheskogo veshchestva v malykh ozerakh* [Zonal features of the distribution of nutrients and organic matter in small lakes]. *Vodnye resursy* [Water Resources], 2011, vol. 38, no. 3, pp. 325-344. (In Russian).
4. Gontar' V.I. *Mshanki (Bryozoa, Polyzoa, Ectoprocta) presnykh vodoemov Rossii* [Bryozoans (Bryozoa, Polyzoa, Ectoprocta) of freshwater bodies of Russia]. *Altayskii zoologicheskii zhurnal* (Altai Zoological Journal), 2010, issue 4, pp. 52-62. (In Russian).
5. *Zapadnaya Sibir'. Prirodnye usloviya i estestvennye resursy SSSR* [Western Siberia. Natural Conditions and Natural Resources of the USSR], Rikhter G.D., ed., Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1963, pp. 19-371. (In Russian).
6. Moiseenko T.I., Gashkina N.A., Dinu M.I., Khoroshavin V. u., Kremleva T.A. *Vliyanie prirodnykh i antropogennykh faktorov na protsessy zakisleniya vod v gumidnykh regionakh* [Influence of natural and anthropogenic factors on the processes of water acidification in humid regions]. *Geokhimiya* (Geochemistry), 2017, no. 1, pp. 41-56. (In Russian).
7. Polymskii V.M. *K limnologii ozer Gydanskogo poluostrova* [On the limnology of the lakes of the Gydan Peninsula]. *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyastva* [Proceedings of the State Research Institute of Lake and River Fisheries], 1971, vol. 75, pp. 32-45. (In Russian).
8. Protasov A.A., Sergeeva O.A., Kosheleva S.I. et al. *Gidrobiologiya vodoemov-okhladitelei teplovykh i atomnykh elektrostantsii Ukrainy* [Hydrobiology of Reservoirs-Coolers of Thermal and Nuclear Power Plants in Ukraine]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1991, 192 p. (In Russian).
9. Protasov A.A., Silaeva A.A. *Konturnye gruppirovki gidrobiontov v tekhnо-ekosistemakh TES i AES* [Marginal Groups of Hydrobionts in the Techno-Ecosystems of Thermal and Nuclear Power Plants]. Institute of

- Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine Publ., Kiev, 2012, 274 p. (In Russian).
10. Revnivkykh A.I. *K voprosu o pitanii osetrovyykh i lososevykh ryb v basseine r. Irtysh* [On the issue of sturgeon and salmon feeding in the Irtysh River basin]. In *Trudy Biologicheskogo NII pri Permskom gosudarstvennom universitete* [Proceedings of the Biological Research Institute, Perm University]. Perm, 1937, vol. 7, issue 3-4, pp. 261-281. (In Russian).
 11. Skal'skaya I.A. *Mshanki volzhskikh vodokhranilishch* [Bryozoans of the Volga reservoirs]. In *Fauna i biologiya presnovodnykh organizmov: Trudy Instituta biologii vnutrennikh vod RAN, vyp. 54(57)* [Fauna and Biology of Freshwater Organisms: Proceedings of the Institute of Biology of Inland Water RAS, issue 54(57)], A.V. Monakov, ed., Leningrad, Nauka Publ., 1987, pp. 191-206. (In Russian).
 12. Skal'skaya I.A. *Zooperifiton vodoemov basseina Verkhnei Volgi* [Zooperyphyton of Water Bodies of the Upper Volga Basin]. Rybinsk, Institute of Biology of Inland Water RAS Publ., 2002, 256 p. (In Russian).
 13. Skal'skaya I.A. *Sravnienie troficheskoi struktury soobshchestv zooperifitona i zoobentosa verkhnevolzhskikh vodokhranilishch* [Comparison of the trophic structure of zooperiphyton and zoobenthos communities of the Upper Volga reservoirs]. *Biologiya vnutrennikh vod* [Inland Water Biology], 2006, no. 1, pp. 85-92. (In Russian).
 14. Sharapova T.A. *Zooperifiton vnutrennikh vodoemov Zapadnoy Sibiri* [Zooperyphyton of Inland Reservoirs of Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2007, 167 p. (In Russian).
 15. Sharapova T.A. *K izucheniyu zooperifitona vodoema-okhladitelya Tyumenskoi TETs-1* [On study of zooperiphyton of the cooling pond of the Tyumen Power Plant-1]. *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological Journal], 2008, vol. 44, no. 4, pp. 44-55. (In Russian).
 16. Sharapova T.A. *Zooperifiton ozer Tobolo-Ishimskoi lesostepi (Tyumenskaya oblast')* [Zooperyphyton in the lakes of Tobol-Ishym forest-steppe (Tyumen oblast)]. *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya* [Herald of Ecology, Forest and Landscape Studies], 2011, no. 12, pp. 119-123. (In Russian).
 17. Borg F. *Moostierchen oder Bryozoa (Ectoprocten)*. In *Die Tierwelt Deutschlands, Teil 17*, F. Dahl, ed., Jena, Verlag Gustav Fischer, 1930, pp. 25-142.
 18. Kaminski M. *Contributions to the fresh-water Bryozoa of the Masurian Lake District*. *Fragmenta Faunistica* (Poland, Warsaw), 1984, vol. 28, no. 4, pp. 73-78.
 19. Lacourt A.W. *A monograph of the freshwater Bryozoa-Phylactolaemata*. *Zoologische Verhandelingen* (The Netherlands, Leiden), 1968, no. 93, pp. 1-159.
 20. Marković G., Karan-Žnidarić T., Simonović P. *Bryozoa species Hyalinella punctata Hancock in the gut content of chub Leuciscus cephalus L.* *Polish Journal of Ecology* (Poland, Warsaw), 2009, vol. 57, no. 1, pp. 201-205.
 - 21.
 22. Martinovic-Vitanovic V.M., Milankov V.M., Kalafatic V.I. *First record of freshwater bryozoans (Bryozoa: Phylactolaemata) in the aquatic invertebrate fauna of Serbia*. *Limnologica* (Germany), 2010, no. 40, pp. 73-81.
 23. Mundy S.P. *A Key to the British and European Freshwater Bryozoans* (Sci. Publ. Suppl. N 41), Ambleside, U.K.: Freshwater Biological Association, 1980, 31 p.
 24. Ricciardi A., Reiswig H.M. *Taxonomy, distribution, and ecology of the freshwater bryozoans (Ectoprocta) of eastern Canada*. *Can. J. Zool.* (Ottawa, Canada), 1994, no. 72, pp. 339-359.
 25. Wood T. S. *Plumatella mukaii*, a new phylactolaemate bryozoa from Asia and South America. *Hydrobiologia* (Kluwer Academic Publishers), 2001, vol. 445, issue 1-3, pp. 51-56. <https://doi.org/10.1023/A:1017526418685>
 26. Wood, T. S., Okamura, B., *A New Key to the Freshwater Bryozoans of Britain, Ireland, and Continental Europe* (Special Publication SP.63), Ambleside, Freshwater Biological Association, 2005, 113 p.
 27. Wood T. *Bryozoans*. In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, J.H. Thorp and A.P. Covich, eds., 3rd ed. Academic Press, San Diego, California, USA, 2009, ch.13, 8,11, pp. 437-454.

Краткая информация об авторах:

Шарапова Татьяна Александровна, к.б.н.

Старший научный сотрудник

Институт проблем освоения Севера ФИЦ
ТюмНЦ СО РАН

Сектор биоразнообразия и динамики
природных комплексов

Tatyana A. Sharapova, PhD (Biol.).

Senior Researcher.

Tyumen Scientific Centre Siberian Branch, Russian
Academy of Sciences,

Institute of the Problems of Northern
Development.

Почтовый адрес: 625026, г. Тюмень, ул.
Мальгина, 86

Телефон: +7 (952) 3478155

Специализация: зообентос и зооперифитон
континентальных водоемов Западной Сибири

E-mail: tshartum@mail.ru

Areas of interests: zoobenthos and zooperiphyton
of continental waters of Western Siberia.

E-mail: tshartum@mail.ru

Гонтарь Валентина Ивановна, к.б.н.

Старший научный сотрудник

Лаборатория солоноватоводной гидробиологии

Почтовый адрес: 199034, Санкт-Петербург,
Университетская наб., д.1

Телефон: +7 (812) 328 13 11

Специализация: водные и прибрежные
экосистемы, систематика, эволюция, расселение
Bryozoa

E-mail: gontarvi@gmail.com

Valentina I. Gontar, PhD (Biology)

Senior Researcher

Federal State Budgetary Institution of Science
Zoological Institute of the Russian
Academy of Sciences (ZIN RAS)

Areas of interests: aquatic and coastal ecosystems,
taxonomy, evolution, distribution of Bryozoa

E-mail: gontarvi@gmail.com

Герасимов Алексей Геннадьевич

Младший научный сотрудник

Тюменский филиал ФГБНУ
«ВНИРО» («Госрыбцентр»), Почтовый адрес:
625000 г. Тюмень, ул. Одесская, 33

Телефон: +7(912) 925-51-67

Специализация: Зообентос и зооперифитон
водоема-охладителя

E-mail: g.aleksey72@gmail.com

Aleksey G. Gerasimov

Junior researcher

Tyumen Branch of VNIRO (“Gosrybcenter”)

Areas of interests: zoobenthos and zooperiphyton
of the reservoir-cooler

E-mail: g.aleksey72@gmail.com

Для цитирования: Шарипова Т. А., Гонтарь В. И., Герасимов А. Г. Местонахождение, морфология и экология *Hyalinella punctata* (Hancock, 1950) (Bryozoa: Phylactolaemata) в континентальных водоемах Западной Сибири // Региональная экология. 2019. № 1 (55). С. 77-89. DOI: 10.30694/1026-5600-2019-1-77-89

For citation: Sharapova T. A., Gontar V. I., Gerasimov A. G. *Mestonakhzhdenie, morfologiya i ekologiya Hyalinella punctata (Hancock, 1950) (Bryozoa: Phylactolaemata) v kontinental'nykh vodoemakh Zapadnoi Sibiri* [Distribution, morphology and ecology of *Hyalinella punctata* (Hancock, 1950) (Bryozoa: Phylactolaemata) in the continental reservoirs of the Western Siberia]. *Regional'naya ekologiya* [Regional Ecology], 2019. no 1 (55). pp. 77-89. (In Russian). DOI: 10.30694/1026-5600-2019-1-77-89