

4
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Оренбургская область
Урочище Петровские сосны
Вельмовский П.В.



2023

УЧРЕДИТЕЛЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© М.Е. Игнатенко, Т.Н. Яценко-Степанова, 2023

УДК 574.5

М.Е. Игнатенко, Т.Н. Яценко-Степанова

**НОВЫЕ НАХОДКИ *GYROMITUS DISOMATUS* SKUJA В ВОДОЕМАХ
ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ, РОССИЯ)**

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН), Оренбург, Россия

В статье сообщается о находках в водоемах центральной и восточной части Оренбургской области *Gyromitus disomatus* Skuja. Приводятся данные по морфологии обнаруженных экземпляров, а также их микрофотографии, выполненные с помощью сканирующей электронной микроскопии. Обнаружены неидентифицированные чешуйки *Gyromitus* sp., которые, вероятно, могут принадлежать новому для науки таксону. Полученные результаты вносят вклад в изучение биоразнообразия гидробионтов Оренбургской области.

Ключевые слова: *Gyromitus disomatus*, сканирующая электронная микроскопия, Южный Урал.

M.E. Ignatenko, T.N. Yatsenko-Stepanova

NEW RECORDS OF A *GYROMITUS DISOMATUS* SKUJA FROM THE WATERBODIES OF THE ORENBURG REGION (SOUTH URALS, RUSSIA)

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis, UB RAS), Orenburg, Russia

In this paper we report about finds of *Gyromitus disomatus* Skuja in reservoirs from the central and eastern parts of the Orenburg Region. The data on the morphology of the detected scales, as well as their micrographs made with use scanning electron microscopy, are presented. Unidentified scales of *Gyromitus* sp. have been found, which may probably belong to a taxon new for science. The obtained results contribute to the study of the biodiversity of hydrobionts of the Orenburg Region.

Key words: *Gyromitus disomatus*, scanning electron microscopy, South Urals.

Введение

Род *Gyromitus* Skuja (1939) объединяет бесцветных планктонных гетеротрофных двухжгутиковых протистов, клетка которых покрыта кремнистыми овальными чешуйками [6].

Представители этого рода протистов имеют важное экологическое и практическое значение. Будучи гетеротрофами, они являются звеном пищевой цепи в водных экосистемах, а наличие кремнеземных чешуек, которые

после отмирания клетки опускаются в донные отложения, обуславливает их использование, наряду с панцирями диатомей и чешуйками золотистых водорослей, в палеоэкологической реконструкции [3]. Представители рода *Gyromitus* относятся к так называемым амбирегнальным протистам, то есть их положение регулируется как Международным кодексом номенклатуры водорослей, грибов и растений (International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants, ICN), так и Международным кодексом зоологической номенклатуры (International Code of Zoological Nomenclature, ICZN). На сегодняшний день род включает два вида: *G. disomatus* Skuja и *G. cordiformis* Skuja, из них *G. disomatus* – типовой вид рода. *G. disomatus* достаточно широко распространен. Он зарегистрирован в водоемах Европы [9], Великобритании [10], Канады [8], Чили [4], Аргентины [11], Новой Зеландии [12]. Однако авторы, обнаружившие этот вид, отмечают, что он является редким компонентом планктона [8, 11]. Находки *G. disomatus* на территории России немногочисленны. Вид выявлен в водоемах Амурской области [2] и республики Саха [3]. Без уточнения местообитания *G. disomatus* упоминается в работе В.А. Золотарева и Н.Г. Косолаповой [1], посвященной изучению разнообразия бесцветных жгутиконосцев Рыбинского водохранилища, озер Верхней Волги, республики Карелия и озера Байкал.

Целью настоящего исследования явилось описание находок *G. disomatus* в водоемах Оренбургской области (Южный Урал, Россия), выявленных с использованием сканирующей электронной микроскопии.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили интегральные пробы, отобранные из разнотипных водоемов Оренбургской области (рис. 1): р. Урал в черте г. Оренбург (пешеходный мост «Европа-Азия», 51°45'13.1"N, 55°06'26.2"E), пойменные озера р. Урал (оз. Большое Песчаное (51°45'35.8"N 55°35'31.2"E), оз. Беленовское (51°44'17.8"N 55°40'25.9"E)), водоемы государственного природного заповедника «Оренбургский» (оз. Таволгасай (51°12'46.5"N, 56°41'46.2"E), оз. Журманколь (50°58'31.0"N, 61°09'20.1"E), пруд Прикордонный (50°57'43.5"N, 61°12'56.5"E)), водоемы биологического заказника регионального значения «Светлинский» (р. Казанче (50°59'47.1"N, 60°50'23.9"E), р. «8-ая бригада» (51°01'23.8"N, 60°56'05.1"E, официальное географическое название водоема отсутствует), «Лиман» №1 (51°02'19"N, 60°47'09"E), №2 (51°02'17.4"N 60°47'15.0"E), №3 (51°02'18.0"N 60°48'42.0"E)

(официальное географическое название отсутствует)), Ушкотинское водохранилище ($50^{\circ}43'46''N$, $59^{\circ}57'54''E$). Пробы отбирали в период открытой воды в 2021-2023 гг.



Рис. 1. Схематическая карта исследуемой территории и точек отбора проб: 1 – р. Урал, 2 – оз. Большое Песчаное, 3 – оз. Беленовское, 4 – оз. Таволгасай, 5 – Ушкотинское водохранилище, 6 – «Лиман» №1, 7 – «Лиман» №2, 8 – «Лиман» №3, 9 – р. Казанче, 10 – р. «8-ая бригада», 11 – оз. Журманколь, 12 – пруд Прикордонный.

Изучение ультраструктуры чешуек *Gyromitus* проводили с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе Tescan Mira3 (Tescan Brno, Czech Republic) в Центре выявления и поддержки одаренных детей «Гагарин» (Оренбургская область). Для СЭМ аликвоту свежей нефиксированной пробы наносили на алюминиевые столики СЭМ, высушивали при комнатной температуре и напыляли золотом с использованием ионно-плазменной напылительной установки Quorum Q150R S plus (Quorum

Technologies Ltd., Великобритания).

Названия видов приведены в соответствии с on-line базой данных Algaebase (<https://www.algaebase.org>) [5].

Результаты и обсуждение

Единичные экземпляры *G. disomatus* обнаружены нами лишь в пяти (р. Урал, озера Большое Песчаное, Беленовское, пруд Прикордонный, Ушкотинское водохранилище) из 12 исследованных водоемов. В изученных образцах выявлены чешуйки в виде полого эллиптического цилиндра с ободком по верхнему и нижнему краям, перфорированными стенками и микропористым основанием (рис. 2). Длина чешуек варьировала от 0,56 мкм до 0,63 мкм, ширина – от 0,28 мкм до 0,34 мкм (измерения длины и ширины проведены по основанию чешуек, $n=15$), высота – от 0,19 мкм до 0,33 мкм.

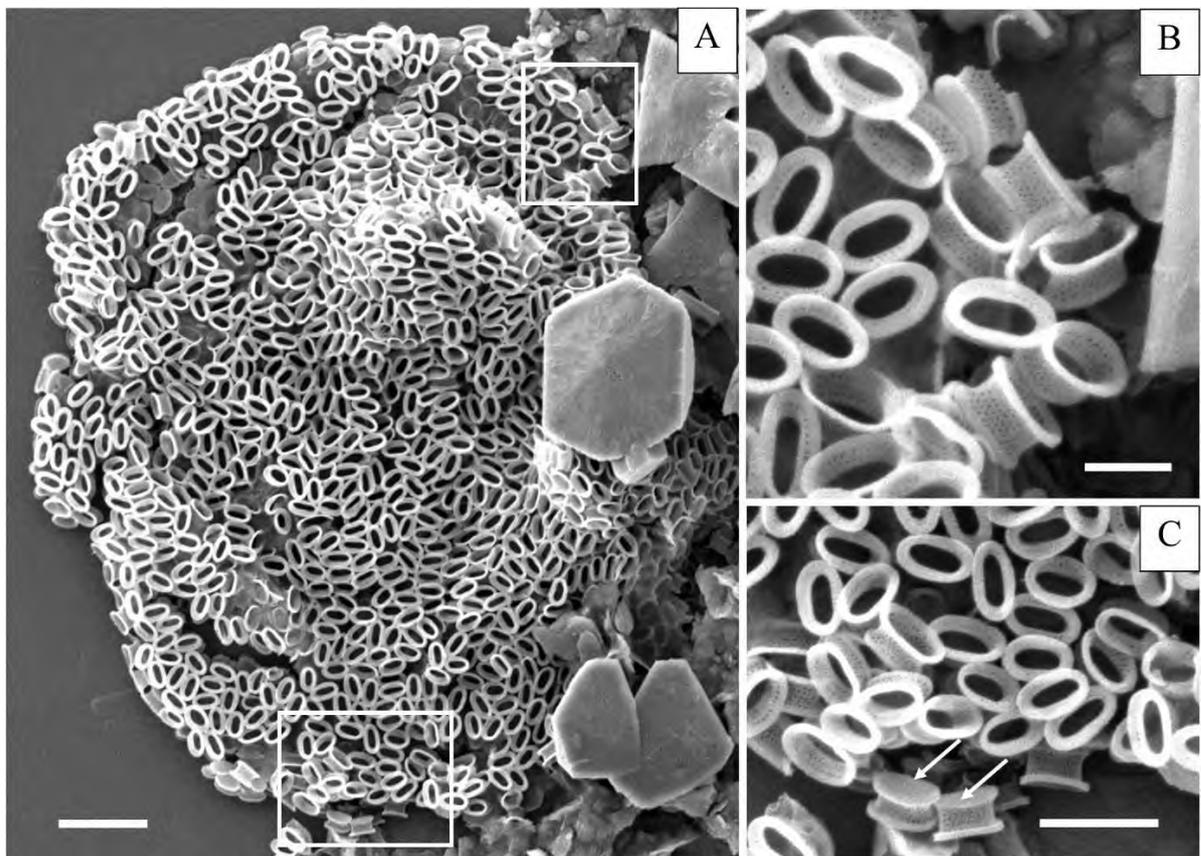


Рис. 2. *Gyromitus disomatus* Skuja (СЭМ). Стрелки указывают на основание чешуйки. Масштабная линейка: А – 2 мкм, В – 0,5 мкм, С – 1 мкм.

G. disomatus был зарегистрирован нами в водоемах различного происхождения и лимнического типа при температуре воды 0,9-15,7 °С, рН среды 6,3-8,6, солености 159,8-189,7 мг/л. Полученные результаты согласуются с данными К.Н. Nicholls [8], который, изучая находки *G. disomatus* в озерах

провинции Онтарио (Канада), отметил отсутствие зависимости в распространении *G. disomatus* от типа водоема, морфометрии его бассейна, минерального и трофического статусов.

Впервые *G. disomatus* был обнаружен в Латвии в 1939 г. [9]. В 1965 г. чешуйки морфологически сходные с чешуйками *G. disomatus* были зарегистрированы на юго-западе Франции [7]. Однако J. Lecal [7] посчитал их кокколитами и описал найденный организм как новый вид гаптофитовых водорослей – *Hymenomonas prenantii* Lecal-Schlauder. Исследуя образцы фитопланктона из шести озер Онтарио (Канада), К.Н. Nicholls [8] обнаружил чешуйки, которые по морфологии соответствовали как чешуйкам *H. prenantii*, проиллюстрированным в работе J. Lecal [7], так и чешуйкам британского штамма *G. disomatus* [10]. Методом рентгеноспектрального анализа К.Н. Nicholls [8] установил, что в состав найденных им чешуек входит кремний, и, следовательно, они не являются кокколитами, поскольку последние образованы карбонатом кальция. Исходя из этого, а также основываясь на неполном описании вида *H. prenantii* [7], автором был сделан вывод, что *H. prenantii* является ошибочно идентифицированным представителем рода *Gyromitus* [8].

Позже А.Т. Howe et al. [6], анализируя иллюстрации, приведенные в работе К.Н. Nicholls [8], установили значительные морфологические различия между изображенными чешуйками. Отмечая, что клетки *Gyromitus* покрыты чешуйками только одного типа, А.Т. Howe et al. [6] сделали заключение о том, что в работе К.Н. Nicholls [8] приведены изображения пяти различных видов *Gyromitus*, а род *Gyromitus* нуждается в дальнейшем изучении.

Необходимо отметить, что в исследуемых нами образцах (р. Урал, оз. Беленовское) также были обнаружены чешуйки, существенно отличающиеся от чешуек *G. disomatus*. Эти чешуйки имели форму полого эллиптического цилиндра, но были значительно меньше (длина 0,34-0,45 мкм, ширина 0,22-0,26 мкм, высота 0,16-0,19 мкм, n=15), на их стенках четко различимы два ряда крупных пор, а верхний ободок чешуйки с широкими уплощенными краями (рис. 3).

По форме верхнего ободка чешуйки найденных нами экземпляров напоминают чешуйки *Gyromastix limax* Doweld. Однако у последних верхний и нижний ярусы соединены распорками, тогда как у обнаруженных нами чешуек имеются непрерывные перфорированные стенки. На основе указанного

признака выявленные чешуйки были отнесены к роду *Gyromitus*.

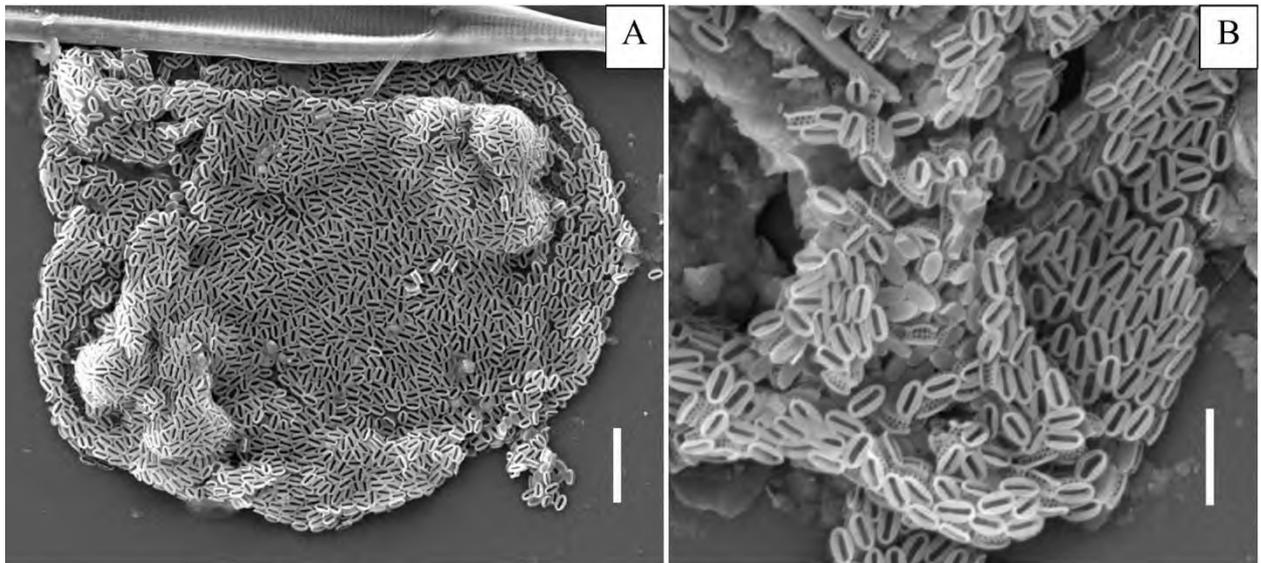


Рис. 3. *Gyromitus* sp. (СЭМ). Масштабная линейка: А – 2 мкм, В – 1 мкм.

Кроме того, следует отметить, наши находки имеют сходство с чешуйками, изображенными на рисунке 9 в работе К.Н. Nicholls [8], и, вероятно, могут принадлежать новому неопisanному виду.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено новое местообитание *G. disomatus* на территории России. *G. disomatus* впервые зарегистрирован в водоемах степной зоны Южного Урала и является новым таксоном для Оренбургской области. Обнаружены неидентифицированные чешуйки, которые, вероятно, принадлежат новому для науки виду.

(Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-10056, <https://rscf.ru/project/23-24-10056>)

Благодарности:

Авторы выражают искреннюю благодарность к.б.н. старшему научному сотруднику отдела ландшафтной экологии Института степи Оренбургского федерального исследовательского центра Ольге Геннадьевне Калмыковой, сотрудникам биологического заказника областного значения «Светлинский», а также директору ГКУ Оренбургской области "Дирекция ООПТ" Александру Андреевичу Семенову за оказанную помощь в проведении полевых сборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарев В.А., Косолапова Н.Г. Фауна и экология гетеротрофных жгутиконосцев пресноводного перифитона. Вестник Тюменского университета. 2005. 5: 62–70.
2. Медведева Л.А., Никулина Т.В. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 2014. 271 с.

3. Bessudova A., Gabyshev V., Likhoshway Ye.V. Silica-scaled heterotrophic protists: Rotosphaerida, Thaumatomonadida and Centroplasthelida in Arctic waters of Russia. *European Journal of Protistology*. 2023. 90: 125975. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2023.125975>
4. Dürschmidt M. Studies on the Chrysophyceae from South Chilean inland waters by means of scanning and transmission electron microscopy, II. *Archiv für Hydrobiologie*. 1982. Suppl. 63, 2: 121–163.
5. Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. Available online: <https://www.algaebase.org> (дата обращения: 26 декабря 2023)
6. Howe A.T., Bass D., Scoble J.M., Lewis R., Vickerman K., Arndt H., Cavalier-Smith T. Novel Cultured Protists Identify Deep-branching Environmental DNA Clades of Cercozoa: New Genera *Tremula*, *Micrometopion*, *Minimassisteria*, *Nudifila*, *Peregrinia*. *Protist*. 2011. 162: 332–372. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2010.10.002>
7. Lecal J. Un nouvel *Hymenomonas*: *H. prenanti* n.sp. [Coccolithophoridés]. *Ann. Limnol.* 1965. 1: 155–162.
8. Nicholls K.H. Is *Hymenomonas prenanti* Lecal (Prymnesiophyceae) really the colourless flagellate *Gyromitus disomatus* Skuja? *Phycologia*. 1979. 18(4): 420–423.
9. Skuja H. Beitrag zur Algenflora Lettlands II. *Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis*. 1939. 11/12: 41–169.
10. Swale E.M.F., Belcher J.H. *Gyromitus disomatus* Skuja – a free-living colourless flagellate. *Arch Protistenkd.* 1974. 116: 211–220.
11. Vigna M.S., Siver P.A. Biodiversity and biogeographical implications of silica-scaled chrysophytes (Chrysophyceae and Synurophyceae) of the northeast wetlands of Argentina. *Archiv für Hydrobiologie*. 2003. 158(3): 359–372. <https://doi.org/10.1127/0003-9136/2003/0158-0359>
12. Wujek D.E. Silica-Scaled Chrysophytes (Chrysophyceae and Synurophyceae) from New Zealand Freshwaters. II. Additions to the Flora. *Pacific Science*. 2013. 67(1):113–118. <https://doi.org/10.2984/67.1.8>

Поступила 28 декабря 2023 г.

(Контактная информация: **Игнатенко Марина Евгеньевна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ЦКП «Персистенция микроорганизмов» Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН; адрес: 460000 г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; тел.: 8 (3532) 775417; E-mail: ignatenko_me@mail.ru)

REFERENCES

1. Zolotarev V.A., Kosolapova N.G. Fauna and ecology of heterotrophic flagellates of freshwater periphyton. *Bulletin of the Tyumen University*. 2005. 5: 62–70 (In Russ.).
2. Medvedeva L.A., Nikulina T.V. Catalogue of freshwater algae of the southern part of the Russian Far East. Vladivostok: Dal'nauka. 2014. 271 p. (In Russ.).
3. Bessudova A., Gabyshev V., Likhoshway Ye.V. Silica-scaled heterotrophic protists: Rotosphaerida, Thaumatomonadida and Centroplasthelida in Arctic waters of Russia. *European Journal of Protistology*. 2023. 90: 125975. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2023.125975>
4. Dürschmidt M. Studies on the Chrysophyceae from South Chilean inland waters by means of scanning and transmission electron microscopy, II. *Archiv für Hydrobiologie*. 1982. Suppl. 63, 2: 121–163.
5. Guiry M.D., Guiry G.M. *AlgaeBase*. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. Available online: <https://www.algaebase.org> (дата обращения: 26 декабря 2023)

6. Howe A.T., Bass D., Scoble J.M., Lewis R., Vickerman K., Arndt H., Cavalier-Smith T. Novel Cultured Protists Identify Deep-branching Environmental DNA Clades of Cercozoa: New Genera *Tremula*, *Micrometopion*, *Minimassisteria*, *Nudifila*, *Peregrinia*. Protist. 2011. 162: 332–372. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2010.10.002>
7. Lecal J. Un nouvel *Hymenomonas*: *H. prenanti* n.sp. [Coccolithophoridés]. Ann. Limnol. 1965. 1: 155–162.
8. Nicholls K.H. Is *Hymenomonas prenanti* Lecal (Prymnesiophyceae) really the colourless flagellate *Gyromitus disomatus* Skuja? Phycologia. 1979. 18(4): 420–423.
9. Skuja H. Beitrag zur Algenflora Lettlands II. Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis. 1939. 11/12: 41–169.
10. Swale E.M.F., Belcher J.H. *Gyromitus disomatus* Skuja – a free-living colourless flagellate. Arch Protistenkd. 1974. 116: 211–220.
11. Vigna M.S., Siver P.A. Biodiversity and biogeographical implications of silica-scaled chrysophytes (Chrysophyceae and Synurophyceae) of the northeast wetlands of Argentina. Archiv für Hydrobiologie. 2003. 158(3): 359–372. <https://doi.org/10.1127/0003-9136/2003/0158-0359>
12. Wujek D.E. Silica-Scaled Chrysophytes (Chrysophyceae and Synurophyceae) from New Zealand Freshwaters. II. Additions to the Flora. Pacific Science. 2013. 67(1): 113–118. <https://doi.org/10.2984/67.1.8>

Образец ссылки на статью:

Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н. Новые находки *Gyromitus disomatus* Skuja в водоемах Оренбургской области (Южный Урал, Россия). Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2022. 4. 8с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2023-4/Articles/IME-2023-4.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2023-14006