

Новые данные о видовом составе пресноводных водорослей и цианобактерий острова Котельный (Новосибирские острова, Российская Федерация)

Виктор Александрович Габышев

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,

Якутск, 677980, Российская Федерация

Государственный природный заповедник «Усть-Ленский»,

Тикси, 678400, Российская Федерация

E-mail: v.a.gabyshev@yandex.ru

Получена 21 июня 2024 г.; принята к публикации 17 июля 2024 г.

Аннотация. Получены новые данные о видовом составе водорослей (исключая диатомовые и чешуйчатые золотистые) и цианобактерий водоёмов и водотоков о-ва Котельный Новосибирского архипелага. В 12 обследованных водоёмах обнаружены 124 вида и разновидности водорослей, их список представлен в работе. Выполнена таксономическая ревизия видового списка по сборам, сделанным на острове в 1947 г., и его объединение с новыми данными. Общий список насчитывает 233 таксона, 93 из которых новые для острова. Наибольшее разнообразие отмечено у десмидиевых водорослей. Исследованные сообщества характеризуются большим числом космополитных форм, преобладанием прикрепленных организмов и эвритермных видов, а также видов индифферентных к скорости течения воды. С применением альгоиндикации охарактеризован трофический статус исследованных водных объектов острова, степень их минерализации и уровень pH среды.

Ключевые слова: водоросли, цианобактерии, видовой состав, внутренние водоёмы, о-в Котельный, Новосибирские о-ва, Восточная Сибирь.

New data on the species composition of freshwater algae and cyanobacteria of Kotelny Island, New Siberian Islands, Russian Federation

Viktor A. Gabyshev

Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, 677980, Russian Federation

Ust-Lensky Nature Reserve, Tiksi, 678400, Russian Federation

E-mail: v.a.gabyshev@yandex.ru

Received June 21, 2024; accepted July 17, 2024

Abstract. New data are obtained on the species composition of algae (excluding diatoms and silica-scaled chrysophytes) and cyanobacteria in water bodies of Kotelny Island of the New Siberian Archipelago. A species list is provided for the 12 studied water bodies of the island, including 124 species and varieties. A taxonomic revision of the previously existing species list based on collections carried out on the island in 1947 is accomplished and combined with new data. The general species list contains 233 taxa, including 93 new species and varieties. A relatively high diversity of desmid algae has been established. The studied communities are characterized by a large number of cosmopolitan forms, a predominance of attached organisms and eurythermal species, as well as species indifferent to the water flow speed. The trophic status of the studied water bodies of the island, the degree of their mineralization and the pH level of the environment are characterized using algal indication.

Keywords: algae, cyanobacteria, species composition, inland waters, Kotelny Island, New Siberian Islands, Eastern Siberia.

Введение

Внутренние водоёмы территорий арктического шельфа Восточной Сибири, к которому относятся острова Новосибирского архипелага, до сих пор остаются слабо изученными в альгологическом отношении. Первые сведения о водорослях водоёмов

о-ва Котельный, являющегося частью архипелага, приводятся в работе Е. К. Косинской (1956). По сборам, выполненным на острове в 1947 г., автором опубликован список, включающий 141 таксон водорослей различных таксономических групп, кроме CRYPTOPHYCEAE, BACILLARIOPHYCEAE и DINOPHYCEAE, идентификацию которых автор намеренно не проводил. Поскольку географическая привязка пунктов отбора проб в работе отсутствует, данный видовой список можно отнести лишь к о-ву Котельный.

Новые данные об альгофлоре Новосибирских о-вов были получены в результате комплексных ботанических исследований арктической тундры Якутии, проводившихся в ходе аэродесантных экспедиций Якутского научного центра АН СССР в конце 1970-х гг. Результаты этих исследований освещены в кратком сообщении И. И. Васильевой (1986), где видовой список не приводится, но указано, что альгофлора островов Новосибирского архипелага представлена 220 пресноводными таксонами группы вида, включая Chlorophyta – 112, Bacillariophyta – 65, Cyanophyta – 29, Euglenophyta – 7, Chrysophyta – 2, Xanthophyta – 5. На этих же материалах основана работа В. И. Захаровой с соавторами (Захарова и др. 2005), где приведён общий видовой список водорослей Новосибирских о-вов, включающий 112 таксонов, в том числе Cyanophyta – 12, Euglenophyta – 7, Chrysophyta – 2, Bacillariophyta – 47, Xanthophyta – 3 и Chlorophyta – 41.

Предварительные результаты лимнологических исследований 11 водных объектов полуострова Фаддеевский (восточная часть о-ва Котельный) изложены в работе Л. А. Ушницкой с соавторами (Ушницкая и др. 2013). Авторы сообщают о находке 148 видов диатомовых водорослей из 22 родов. Наибольшим разнообразием, по данным исследователей, отличаются роды *Navicula* Bory (23 вида), *Eunotia* Ehrenberg (21), *Cymbella* C. Agardh (20) и *Pinnularia* Ehrenberg (17). Отсутствие представителей класса Centrophyceae авторы объясняют мелководностью исследованных водоёмов, в которых нет соответствующего биотопа для развития фитопланктона. Публикация не содержит видового списка.

В работах С. И. Генкала и В. А. Габышева (Генкал, Габышев 2020, 2023) приводится видовой список диатомовых водорослей из 11 водных объектов о-ва Котельный, содержащий 79 таксонов. Видовой состав чешуйчатых золотистых (хризофитовых) водорослей водоёмов о-ва Котельный исследован в работе А. Б. Бессудовой с соавторами (Bessudova et al. 2023), в результате чего получены сведения о 17 таксонах из родов *Chryso-sphaerella* Lauterborn, *Paraphysomonas* De Saedeleer, *Spiniferomonas* E. Takahashi, *Mallomonas* E. Takahashi, *Synura* Ehrenberg, *Thaumatomastix* Lauterborn.

Таким образом, современные работы, содержащие видовые списки по микрофлоре водоёмов о-ва Котельный, ограничены диатомовыми и чешуйчатыми золотистыми водорослями. Имеющийся видовой список водорослей других отделов основан на сборах без малого 80-летней давности и требует дополнения современными сведениями. Следует отметить, что эта территория российской Арктики до сих пор слабо затронута человеческой деятельностью. Восточная часть острова включена в состав Государственного природного заказника федерального значения «Новосибирские острова», который находится под оперативным управлением заповедника «Усть-Ленский». Значительный интерес к этому сектору российского арктического шельфа, с точки зрения имеющихся запасов углеводов определяет направление хозяйственного развития и связанные с ним экологические риски для данного региона в ближайшем будущем. Этими основными причинами обусловлена актуальность изучения водных экосистем о-ва Котельный.

Целью данного исследования является определение видового состава водорослей и цианопрокариот в 12 небольших разнотипных водоёмах о-ва Котельный для обновления и ревизии данных о флоре фотосинтезирующих микроорганизмов острова, а также проведения краткого таксономического и эколого-географического анализа данных.

Район исследований

Остров Котельный – самый большой остров архипелага и входит в состав группы островов Анжу (рис. 1). Остров расположен под 76° с. ш., с запада омывается морем Лаптевых, с востока – Восточно-Сибирским морем. Площадь острова составляет 23.2 тыс. км². Крупный полуостров Фаддеевский отделен от основной территории о-ва Котельный заливом Геденштрома. Район исследований расположен в зоне сплошного распространения многолетнемёрзлых грунтов, мощность которых достигает 500 м (Кудрявцев, Достовалов 1967), и характеризуется суровыми климатическими условиями. Средняя температура в январе варьирует от -32 до -35 °С, средняя температура в июле составляет от +6 до +8 °С. Продолжительность безлёдного периода на водоёмах архипелага составляет 30–45 дней (Климат Якутской АССР 1968), что обуславливает короткий вегетационный период. На острове распространены ландшафты арктических пустынь и тундр. Травянисто-моховой покров с лишайниками и единичными цветковыми растениями на плосковершинных возвышенностях сильно разрежен. Ниже по склонам возвышенностей представлена горно-арктическая полигональная тундра с хорошо развитым моховым покровом и разреженным ярусом цветковых растений (Национальный атлас России 2021). Исследованием были охвачены разнотипные стоячие и проточные водные объекты в северо-западной части острова (рис. 1).

Материалы и методы

Отбор проб выполнен исполнительным директором Русского Географического Общества (РГО) по Республике Саха (Якутия) Д. И. Соловьёвым, в период с 3 по 8 августа 2018 г., в рамках комплексной экспедиции РГО. Были исследованы планктонные пробы из 12 разнотипных водоёмов в северо-западной части острова, включая реки Куччугуй-Сулбут и Бысах-Карга, лужу в приливно-отливной зоне лагуны Пшеницына, ручьи и небольшие тундровые водоёмы (рис. 1; табл. 1). При отборе проб использовали планктонную сеть Апштейна (ткань SEFAR NITEX, диаметром ячеи 15 мкм). Материал фиксировался добавлением формалина. Изучение альгологического материала выполнялось посредством микроскопа Olympus BH-2 (Olympus, Токио, Япония). Для идентификации таксонов применялись отечественные и зарубежные определители (Васильева 1987; Паламарь-Мордвинцева 1982; Царенко 1990; Hindák, Wolowski 2005; Komárek 2013; Komárek, Anagnostidis 1998, 2005; Popovský, Pfiester 1990; Starmach 1985). Таксономическая принадлежность таксонов уточнялась с помощью данных портала Algbase.org (Guiry, Guiry 2022). Экологические характеристики видов определялись в соответствии с работой С. С. Бариновой с соавторами (Баринова и др. 2019).

Результаты и обсуждение

В результате проделанной работы в исследованных водных объектах было выявлено 124 вида и разновидности водорослей и цианобактерий, а с учётом того, что три определения удалось выполнить только до рода, всего установлено 127 таксонов (табл. 2). Из этого списка общими со списком Е. К. Косинской (1956) являются

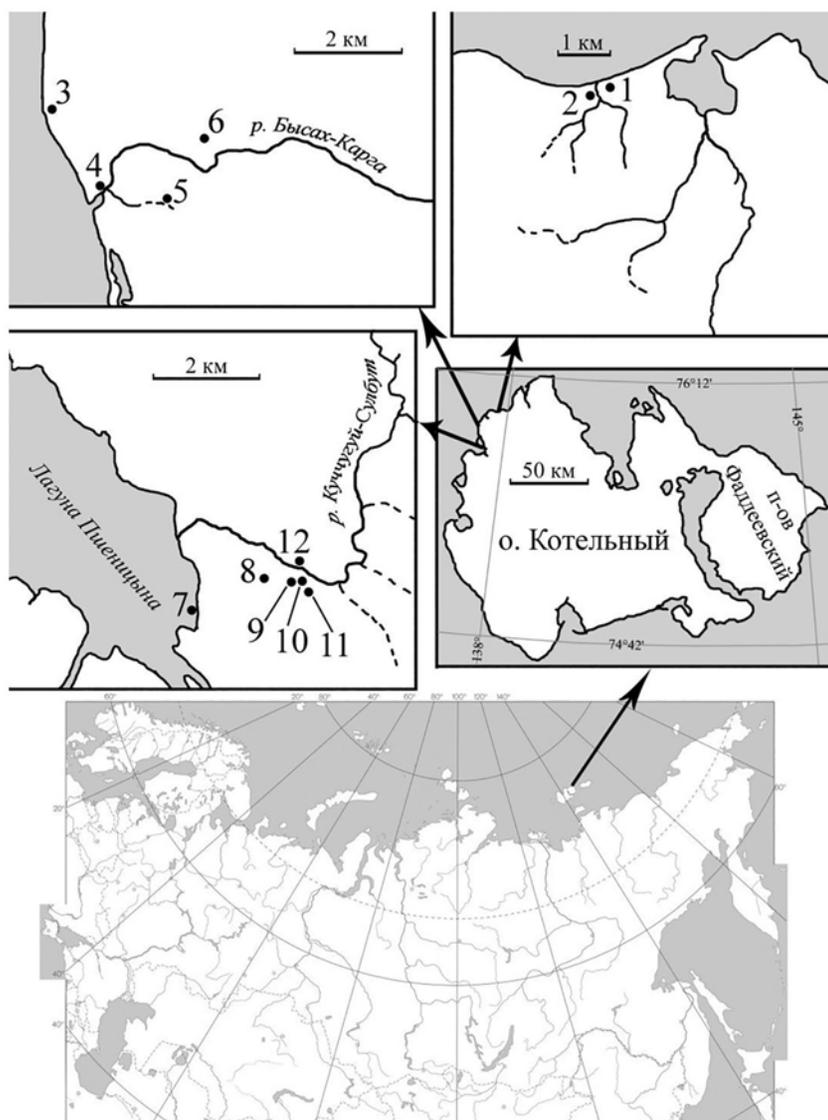


Рис. 1. Пункты отбора проб на о-ве Котельный Новосибирского архипелага и расположение района исследований на карте России.

Fig. 1. Sampling points on the Kotelny Island of the New Siberian Archipelago and the study area location on the map of Russia.

33 таксона, наиболее разнообразным оказался род *Cosmarium* (13). В большинстве пунктов наблюдений видовой состав насчитывал от 18 до 44 видов, со значительным участием десмидиевых водорослей (рис. 2). Исключение составили пункты 7 (12 видов), 12 (3 вида), а также пункт 8, где был встречен лишь один вид из цианобактерий – *Nostoc pruniforme* C. Agardh ex Bornet & Flahault.

В результате ревизии видового списка Е. К. Косинской (1956) в соответствии с современными данными о таксономии и его объединения с результатами настоящего исследования, видовой состав цианобактерий и водорослей (за исключением диатомовых и чешуйчатых золотистых) о-ва Котельный увеличился до 233 таксонов, включая 10 определений, выполненных только до рода. Для сравнения, во флоре водорослей почвенных местообитаний и внутренних водоёмов заполярного

Табл. 1. Описание пунктов отбора проб.

Tab. 1. Sampling points description.

№ пункта наблюдений Sampling point	Географические координаты Geographical coordinates		Краткое описание Short description
	с.ш. N	в.д. E	
1	75°59'38.08"	137°50'49.52"	Небольшой водоём 4×5 м на возвышенности
2	75°59'35.41"	137°50'39.19"	Безымянный ручей, устье. Дно – ил, галька
3	75°53'7.01"	137°26'34.01"	Лужа среди байджерахов (бугры, образованные вмещающей породой, оставшейся в центральных частях полигонов в результате вытаивания жил льда в процессе термокарста). Берега с зарослями осоки
4	75°52'2.39"	137°28'18.91"	Устье р. Бысах-Карга, дно – гальк
5	75°52'1.27"	137°31'8.94"	Безымянная река, левый приток р. Бысах-Карга. Берега с зарослями осоки. Дно каменистое с наносом ила
6	75°52'44.58"	137°32'28.25"	Лужа на возвышенности, в зарослях осоки
7	75°45'4.68"	137°44'41.10"	Лужа в зоне прилива-отлива лагуны Пшеницына, заросли фипсии, илистое дно
8	75°45'11.70"	137°47'49.49"	Лужа на склоне возвышенности. Берега с зарослями осоки, дно – мох, небольшие камни, ил
9	75°45'18.83"	137°48'37.15"	Лужа на левом берегу р. Куччугуй-Сулбут
10	75°45'22.75"	137°48'38.88"	Лужа на возвышенности, на левом берегу, р. Куччугуй-Сулбут
11	75°45'21.78"	137°48'47.88"	Лужа в небольшой депрессии склона на берегу р. Куччугуй-Сулбут, в зарослях осоки
12	75°45'29.34"	137°48'46.73"	р. Куччугуй-Сулбут

о-ва Шпицберген, которая довольно хорошо изучена, насчитывается 68 видов Cyanobacteria, 85 – Chlorophyceae и 162 вида представителей десмидиевых (Skulberg 1996).

На о-ве Котельный на первом месте по таксономическому богатству находятся представители отдела Charophyta, на втором и третьем местах, соответственно – цианобактерии и зелёные водоросли (табл. 1). Разнообразно представлены Euglenophyta и Heterokontophyta. Из отдела динофитовых водорослей встречено три вида. Представители Desmidiaceae – наиболее богатого в видовом отношении порядка в водоёмах о-ва Котельный, занимают одно из лидирующих мест во флоре различных водотоков Голарктики (Гецен 1985). По данным ряда авторов, высокая позиция в спектре семейств Desmidiaceae отражает голарктические черты флор северного полушария (Паламарь-Мордвинцева 1982; Гецен 1985). Высокое разнообразие десмидиевых характерно для заболоченных водоёмов, т. к. известно, что ацидофильные десмидиевые населяют сфагновые болота (Wehr et al. 2015). Десмидиевые представляют также наиболее богатую в видовом отношении группу водорослей заполярного о-ва Шпицберген (Skulberg 1996). Обращает на себя внимание относительно высокое видовое разнообразие эвгленовых водорослей. Представители Sphaeropleales, относящиеся к наиболее значительному порядку отдела Chlorophyta исследованной флоры, также играют важную роль в северных водоёмах (Науменко 1995). Общее число родов во флоре острова составляет 77, из них 49 родов содержат по одному виду. Следует отметить, что для северных флор характерно большое число

Табл. 2. Видовой список водорослей (исключая диатомовые и чешуйчатые золотистые) и цианобактерий о-ва Котельный по сборам 2018 г.

Tab. 2. Species list of algae (excluding diatoms and silica-scaled chrysophytes) and cyanobacteria of Kotelny Island, 2018.

Виды Species	№ пункта наблюдений Sampling point												Общие виды* Common species*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. <i>Actinotaenium cucurbita</i> (Brébisson ex Ralfs) Teiling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2. <i>Anabaena inaequalis</i> Bornet & Flahault	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
3. <i>Anagnostidinema tenue</i> (Anisimova) Strunecky & al.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5. <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. <i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W. B. Turner) Lemmermann	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7. <i>Botryococcus braunii</i> Kützing	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
8. <i>Carteria pseudoglobosa</i> Ettl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9. <i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
10. <i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
11. <i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J. H. Belcher & Swale	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12. <i>Closterium lanceolatum</i> Kützing ex Ralfs	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13. <i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
14. <i>Closterium littorale</i> f. <i>minus</i> L. E. Komarenko	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15. <i>Closterium littorale</i> F. Gay	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16. <i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
17. <i>Colemanosphaera charkowiensis</i> (Korshikov) H. Nozaki, T. K. Yamada, F. Takahashi, R. Matsuzaki & T. Nakada	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
18. <i>Cosmarium pycnochondrum</i> Nordstedt	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
19. <i>Cosmarium anceps</i> P. Lundell	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
20. <i>Cosmarium arctoum</i> Nordstedt	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
21. <i>Cosmarium bioculatum</i> Brébisson ex Ralfs	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
22. <i>Cosmarium bioculatum</i> var. <i>excavatum</i> Gutwinski	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23. <i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
24. <i>Cosmarium botrytis</i> var. <i>gemmiferum</i> (Brébisson) Nordstedt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25. <i>Cosmarium contractum</i> var. <i>ellipsoideum</i> (Elfving) West & G. S. West	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
26. <i>Cosmarium costatum</i> Nordstedt	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1

27. <i>Cosmarium debaryi</i> var. <i>novae-semlicae</i> Wille	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28. <i>Cosmarium formosulum</i> Hoff	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
29. <i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
30. <i>Cosmarium holmiense</i> var. <i>integrum</i> P. Lundell	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
31. <i>Cosmarium impressulum</i> Elfving	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
32. <i>Cosmarium levinotabile</i> var. <i>heterocrenatum</i> (West & G. S. West) Croasdale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
33. <i>Cosmarium margaritatum</i> (P. Lundell) J. Roy & Bisset	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
34. <i>Cosmarium pachydermum</i> P. Lundell	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
35. <i>Cosmarium pseudoholmii</i> O. Borge	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
36. <i>Cosmarium punctulatum</i> Brébisson	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
37. <i>Cosmarium sexnotatum</i> var. <i>tristriatum</i> (Lütkemuller) Schmidle	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
38. <i>Cosmarium subarctoum</i> (Lagerheim) Raciborski	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
39. <i>Cosmarium subcrenatum</i> Hantzsch	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
40. <i>Cosmarium subexcavatum</i> West & G. S. West	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
41. <i>Cosmarium subprotumidum</i> Nordstedt	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42. <i>Cosmarium subspeciosum</i> Nordstedt	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
43. <i>Cosmarium thwaitesii</i> Ralfs	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
44. <i>Cosmarium tinctum</i> Ralfs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
45. <i>Cosmarium turpinii</i> Brébisson	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
46. <i>Dinobryon anulatum</i> D. G. Hilliard & B. C. Asmund	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
47. <i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
48. <i>Euastropsis richteri</i> (Schmidle) Lagerheim	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
49. <i>Euglena oblonga</i> F. Schmitz	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
50. <i>Euglena texta</i> (Dujardin) Hübner	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
51. <i>Euglena viridis</i> (O. F. Müller) Ehrenberg	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
52. <i>Euglenaformis proxima</i> (P. A. Dangeard) M. S. Bennett & Triemer	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53. <i>Gonium pectorale</i> O. F. Müller	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
54. <i>Jaaginema subtilissimum</i> (Kützing ex Forti) Anagnostidis & Komárek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
55. <i>Jaaginema woronichinii</i> (Anisimova) Anagnostidis & Komárek	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
56. <i>Jaoniella planctonica</i> Skvortsov	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
57. <i>Kephyrion gracile</i> (Hilliard) Starmach	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

58. <i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59. <i>Lepocinclis oxyuris</i> (Schmarda) B. Marin & Melkonian	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
60. <i>Lepocinclis spirogyroides</i> B. Marin & Melkonian	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61. <i>Leptolyngbya gracillima</i> (Hansgirg) Anagnostidis & Komárek	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
62. <i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
63. <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
64. <i>Merismopedia tranquilla</i> (Ehrenberg) Trevisan	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
65. <i>Microcrocis irregularis</i> (Lagerheim) Geitler	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
66. <i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
67. <i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
68. <i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69. <i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
70. <i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Smith) Komárková-Legnerová	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71. <i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H. C. Wood) C. Bock, Proschold & Krienitz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
72. <i>Mychonastes anomalus</i> (Korshikov) Krienitz, C. Bock, Dadheech & Proschold	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73. <i>Mychonastes jurisii</i> (Hindák) Krienitz, C. Bock, Dadheech & Proschold	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
74. <i>Neglectella solitaria</i> (Wittrock) Stenclová & Kaštovský	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
75. <i>Nostoc linckia</i> Bornet ex Bornet & Flahault	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
76. <i>Nostoc microscopicum</i> Carmichael ex Bornet & Flahault	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
77. <i>Nostoc pruniforme</i> C. Agardh ex Bornet & Flahault	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
78. <i>Oedogonium</i> sp. st. div.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
79. <i>Oscillatoria tenuis</i> C. Agardh ex Gomont	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
80. <i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
81. <i>Peridinium bipes</i> F. Stein	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82. <i>Peridinium cinctum</i> (O. F. Müller)	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
83. <i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
84. <i>Phacus caudatus</i> Hübner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
85. <i>Phacus orbicularis</i> Hübner	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

86. <i>Phormidium bohneri</i> Schmidle	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
87. <i>Phormidium breve</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
88. <i>Phormidium grunowianum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
89. <i>Phormidium tergestinum</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90. <i>Polyblepharides singularis</i> P. A. Dangeard	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
91. <i>Pseudostaurastrum limneticum</i> (Borge) Guiry	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
92. <i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
93. <i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
94. <i>Spirogyra</i> sp. st.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
95. <i>Spirulina major</i> Kützing ex Gomont	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
96. <i>Staurastrum avicula</i> var. <i>lunatum</i> (Ralfs) Coesel & Meesters	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97. <i>Staurastrum basidentatum</i> Borge	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
98. <i>Staurastrum brevispina</i> Brébisson	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
99. <i>Staurastrum dilatatum</i> Ehrenberg ex Ralfs	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100. <i>Staurastrum furcigerum</i> (Brébisson) W. Archer	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
101. <i>Staurastrum granulosum</i> Ralfs	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
102. <i>Staurastrum muticum</i> Brébisson ex Ralfs	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
103. <i>Staurastrum orbiculare</i> Meneghini ex Ralfs	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104. <i>Staurastrum polymorphum</i> Brébisson	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105. <i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
106. <i>Staurodesmus dejectus</i> var. <i>apiculatus</i> (Brébisson) Croasdale	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
107. <i>Staurodesmus spetsbergensis</i> (Nordstedt) Teiling	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
108. <i>Stigeoclonium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
109. <i>Tetrabaena socialis</i> (Dujardin) H. Nozaki & M. Itoh	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
110. <i>Tetradesmus obliquus</i> (Turpin) M. J. Wynne	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
111. <i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112. <i>Trachelomonas dubia</i> Svirenko	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
113. <i>Trachelomonas dybowskii</i> Dżezepolski	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
114. <i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1

115. <i>Trachelomonas intermedia</i> P. A. Dangeard	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
116. <i>Trachelomonas lacustris</i> Drežepolski	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
117. <i>Trachelomonas macropunctata</i> (Skvortsov) Deflandre	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
118. <i>Trachelomonas planctonica</i> f. <i>oblonga</i> (Drežepolski) T. G. Popova	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
119. <i>Trachelomonas similis</i> A. Stokes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
120. <i>Tribonema ambiguum</i> Skuja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
121. <i>Tribonema elegans</i> Pascher	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122. <i>Tribonema gayanum</i> Pascher	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123. <i>Tribonema viride</i> Pascher	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
124. <i>Tribonema vulgare</i> Pascher	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
125. <i>Trichodesmium lacustre</i> Klebahn	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126. <i>Willea rectangularis</i> (A. Braun) D. M. John, M. J. Wynne & P. M. Tsarenko	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
127. <i>Woronichinia compacta</i> (Lemmermann) Komárek & Hindák	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1

Примечания. 1 – таксон присутствует, 0 – таксон отсутствует.

*Общие виды – виды, обнаруженные ранее во флоре о-ва Котельный Е. К. Косинской (1956).

Notes. 1: taxon is present, 0: the taxon is not found.

*Common species: species previously found on Kotelny Island by E. K. Kosinskaya (1956).

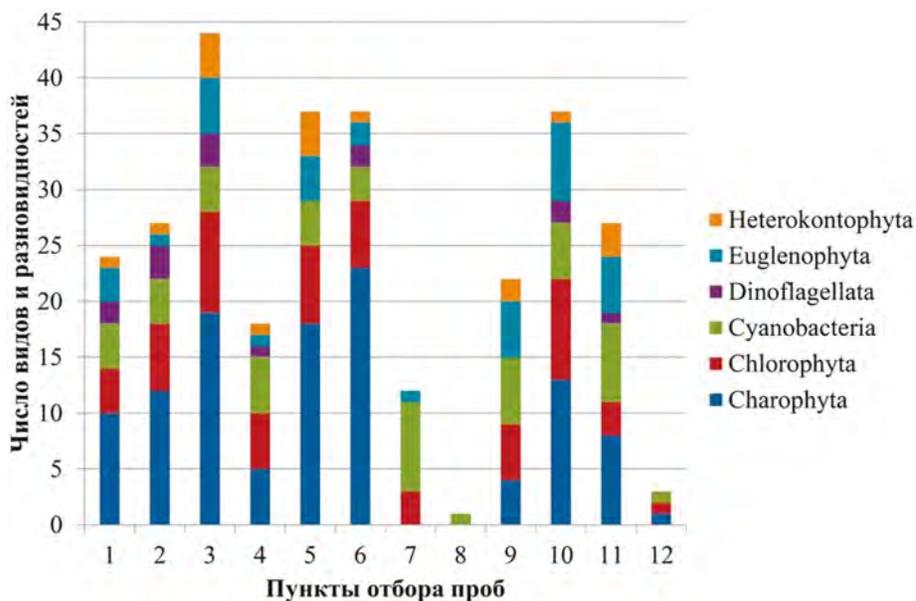


Рис. 2. Распределение числа видов и разновидностей водорослей (исключая диатомовые и чешуйчатые золотистые) и цианобактерий по отделам в пунктах отбора проб на о-ве Котельный по сборам 2018 г.

Fig. 2. Distribution of the number of species and varieties of algae (excluding diatoms and silica-scaled chrysophytes) and cyanobacteria by phyla at sampling points (Kotelny Island, 2018).

Табл. 3. Ведущие таксоны разного уровня с числом видов и разновидностей более двух (в скобках) в составе водорослей (исключая диатомовые и чешуйчатые золотистые) и цианобактерий о-ва Котельный.

Tab. 3. Richest taxa of algae (excluding diatoms and silica-scaled chrysophytes) and cyanobacteria of Kotelny Island, with more than 2 species and varieties (in parentheses).

Отдел Phylum	Класс Class	Порядок Order	Семейство Family	Род Genus
Charophyta (112)	Zygnematomyxaceae (112)	Desmidiiales (112)	Desmidiaceae (87)	Cosmarium (58)
Цианобактерия (41)	Цианопыцеae (41)	Euglenales (20)	Closteriaceae (23)	Closterium (23)
Chlorophyta (35)	Chlorophyceae (27)	Sphaeropleales (16)	Euglenaceae (16)	Staurastrum (18)
Euglenophyta (20)	Euglenophyceae (20)	Nostocales (13)	Microcystaceae (8)	Trachelomonas (10)
Heterokontophyta (13)	Xanthophyceae (7)	Chroococcales (12)	Nostocaceae (7)	Nostoc (7)
Dinoflagellata (3)	Trebouxiophyceae (6)	Oscillatoriales (8)	Hydrodictyceae (6)	Tribonema (6)
-	Chrysophyceae (5)	Chlorellales (7)	Oscillatoriaceae (6)	Phormidium (4)
-	Dinophyceae (3)	Chlamydomonadales (6)	Selenastraceae (6)	Ankistrodesmus (3)
-	-	Tribonematales (6)	Tribonemataceae (6)	Euastrum (3)
-	-	Chromulinales (4)	Oocystaceae (4)	Euglena (3)
-	-	Peridinales (3)	Phacaceae (4)	Merismopedia (3)
-	-	Synechococcales (3)	Peridiniaceae (3)	Monoraphidium (3)
-	-	-	Scytonemataceae (3)	Pediastrum (3)
-	-	-	Volvocaceae (3)	Peridinium (3)

монотипичных родов (Гецен 1985). Наиболее полно в видовом отношении представлен род *Cosmarium* (табл. 3), который, по данным исследователей (Растения и грибы ... 2015), возглавляет список ведущих родов во флоре водорослей для всей зоны полярных пустынь северного полушария.

По типам ареалов наиболее многочисленна группа космополитов, менее разнообразно представлены голарктические виды, также выявлено два бореальных вида (табл. 4). В связи с высокоширотным географическим положением района исследований, особое внимание привлекает малое число (всего три) арктоальпийских видов. Однако, в альгофлоре всей зоны северных полярных пустынь число арктических видов также невелико и составляет лишь 1% от всего видового состава (Растения и грибы ... 2015). Это связано, вероятно, с широкой экологической амплитудой большинства видов водорослей, что позволяет им развиваться в различных климатических условиях.

Планктонные водоросли составляют всего 19% от общего числа видов. Наиболее разнообразны бентосные и планктонно-бентосные формы, что обусловлено небольшими размерами исследованных водоёмов и водотоков, в которых преимущественно развиваются прикрепленные формы.

По отношению к температурной приуроченности большая часть индикаторных видов относится к эвритермным организмам, способным переносить большие колебания температуры. В исследованных сообществах преобладают виды индифферентные к скорости течения воды. Так как были изучены разнотипные водоёмы, были отмечены как аэрофилы, так и виды, приуроченные к непроточным водам (табл. 4). Наличие во флоре о-ва Котельный значительного числа ацидофильных видов свидетельствует о пониженном рН воды. Небольшое число галофилов и мезогалофов и преобладание индифферентов к содержанию солей и галофобов указывает на невысокую степень минерализации исследованных водоёмов. Основываясь на системе индикации трофического состояния водных объектов, предложенной Г. Ван Дамом с соавторами (Van Dam et al. 1994), водотоки и водоёмы о-ва

Табл. 4. Распределение индикаторных видов водорослей и цианобактерий о-ва Котельный (исключая диатомовые и чешуйчатые золотистые) по экологическим группам.

Tab. 4. Distribution of indicator species of algae (excluding diatoms and silica-scaled chrysophytes) and cyanobacteria of Kotelny Island by ecological groups.

Группа индикаторов Indicator group	Число видов и разновидностей Number of species and varieties
Географическая приуроченность / Geographic distribution	
a-a (арктоальпийские)	3
b (бореальные)	2
Ha (голарктические)	12
k (комполиты)	84
Приуроченность к местообитанию / Habitat preference	
B (бентосные)	52
P (планктонные)	30
P-B (планктонно-бентосные)	73
S (почвенные, связанные с наземным субстратом)	3
Температурная приуроченность / Temperature indicators	
eterm (эвритермные)	12
temp (индифференты)	1
warm (теплолюбивый)	1
Отношение к скорости течения воды / Oxygen indicators	
aer (аэрофилы)	17
st (приуроченность к стоячим водам)	16
st-str (индифферент)	49
Отношение к рН среды / pH indicators	
acf (ацидофилы)	36
alf (алкалофилы)	2
ind (индифференты)	62
Отношение к степени минерализации воды / Salinity indicators	
hb (галофобы)	14
hl (галофилы)	7
i (индифференты)	57
mh (мезогалофы)	5
Индикация трофического состояния водоёма по Н. Van Dam et al. (1994)	
Trophic state indicators	
e (эутрафенты)	9
m (мезотрафенты)	54
me (мезо-эутрафенты)	13
o-m (олигомезотрафенты)	15
ot (олиготрафенты)	8

Котельный следует охарактеризовать как олиго-мезотрофные с заметным смещением в сторону олиготрофности. Их воды содержат незначительное количество биологически доступных биогенных веществ, имеют высокую прозрачность и невысокую цветность. В таких водных объектах преобладают «пастбищные» трофические цепи, микроорганизмов мало, и цепи разложения выражены слабо.

Заключение

В результате настоящего исследования в 12 разнотипных водных объектах западной части о-ва Котельный было выявлено 124 вида и разновидности водорослей и цианобактерий. В большинстве проб наибольшим видовым разнообразием отличались десмидиевые водоросли. Общий видовой список водорослей (исключая диатомовые и чешуйчатые золотистые) и цианобактерий острова был пополнен на 93 вида и разновидности (на 71.5%) и в настоящее время насчитывает 233 таксона, включая 10 определений, выполненных только до рода. Таким образом, степень изученности микрофлоры острова остаётся недостаточной, и требуется продолжение работ в этом направлении. Результаты эколого-географического анализа флоры показали большое разнообразие космополитных форм, а также наличие трёх арктоальпийских видов. Так как исследованные водные объекты характеризуются небольшими размерами, в них преимущественно развиваются прикрепленные формы. В водных сообществах преобладают эвритермные организмы, способные переносить большие колебания температуры, индифферентные к скорости течения воды. Методом альгоиндикации установлено, что исследованные водные объекты являются олиго-мезотрофными с заметным смещением в сторону олиготрофных, с незначительным содержанием биологически доступных биогенных веществ и характеризуются пониженным рН и невысокой степенью минерализации.

Полученные сведения о микрофлоре послужат в качестве фоновых данных о пресноводных экосистемах о-ва Котельный и, частично, заказника федерального значения «Новосибирские острова». С учетом перспектив хозяйственного освоения региона результаты также будут востребованы при организации мониторинга на внутренних водоёмах арктического шельфа Восточной Сибири в будущем.

Благодарности

Автор выражает признательность исполнителю директору РГО по Республике Саха (Якутия) Д. И. Соловьёву за отбор первичного альгологического материала.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России по проекту «Растительный покров криолитозоны таёжной Якутии: биоразнообразие, средообразующие функции, охрана и рациональное использование», по проекту № FWRS-2021-0023, ЕГИСУ НИОКТР № АААА-А21-121012190038-0, а также Министерства природных ресурсов и экологии РФ по проекту № 1-22-81-4.

Литература (References)

- Барина С. С., Белоус Е. П., Царенко П. М.** 2019. Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. – Хайфа, Киев: Изд-во Ун-та Хайфы. 367 с. (**Barinova S. S., Bilous O. P., Tsarenko P. M.** 2019. Algal Indication of Water Bodies in Ukraine: Methods and Prospects; Publishing House of Haifa University: Haifa, Kyiv, Israel, 367 pp. [In Russian].)
- Васильева И. И.** 1986. Водоросли Новосибирских островов // *Биологические проблемы Севера*: Тез. докл. XI Всесоюз. симп. – Якутск: ЯФ СО АН СССР. Вып. 2. С. 39–40. (Vasilyeva I. I. 1986. Algae of the New Siberian Islands. In: *Biological Problems of the North*: Abstracts of the XI All-Union Symposium. Yakutsk: YaF SB AS USSR. Issue 2, pp. 39–40. [In Russian].)
- Васильева И. И.** 1987. Пресноводные эвгленовые и жёлтозелёные водоросли водоёмов Якутии. – Л.: Наука. 265 с. (Vasilyeva I. I. 1987. Freshwater euglenids and yellow-green algae of waterbodies of Yakutia. Leningrad: Nauka, 265 pp. [In Russian].)

- Генкал С. И., Габышев В. А.** 2020. Диатомовые (Bacillariophyta) водоёмов и водотоков острова Котельный (Новосибирские острова) // *Ботанический журнал*. Т. 105, № 8. С. 750–761. (**Genkal S. I., Gabyshev V. A.** 2020. Diatom algae (Bacillariophyta) in waterbodies and watercourses on Kotelny Island (New Siberian Islands Archipelago). *Botanicheskiy Zhurnal* 105(8): 750–761. [In Russian].) <https://doi.org/10.31857/S0006813620080049>
- Генкал С. И., Габышев В. А.** 2023. Каталог диатомовых водорослей водоёмов Усть-Ленского заповедника и сопредельных территорий. – Новосибирск: Наука. 128 с. (**Genkal S. I., Gabyshev V. A.** 2023. Catalog of diatoms in the water bodies of the Ust-Lensky Reserve and adjacent territories. Novosibirsk: Nauka, 128 pp. [In Russian].)
- Гецен М. В.** 1985. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. – Л.: Наука. 165 с. (**Getsen M. V.** 1985. Algae in the ecosystems of the Far North. Leningrad: Nauka, 165 pp. [In Russian].)
- Захарова В. И., Кузнецова Л. В., Иванова Е. И. и др.** 2005. Разнообразие растительного мира Якутии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 328 с. (**Zakharova V. I., Kuznetsova L. V., Ivanova E. I. et al.** 2005. Diversity of the flora of Yakutia. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 328 pp. [In Russian].)
- Климат Якутской АССР (атлас)*. 1968. – Л.: Гидрометеиздат. 33 с. (*Climate of the Yakut Autonomous Soviet Socialist Republic (atlas)*. 1968. Leningrad: Gidrometeoizdat, 33 pp. [In Russian].)
- Косинская Е. К.** 1956. К флоре пресноводных водорослей Новосибирских островов // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. II, вып. 10. С. 5–32. (**Kosinskaya E. K.** 1956. To the flora of freshwater algae of the New Siberian Islands. *Proceedings of the Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences* II(10): 5–32. [In Russian].)
- Кудрявцев В. А., Достовалов В. Н.** 1967. Общее мерзлотоведение. – М.: Изд-во МГУ. 403 с. (**Kudryavtsev V. A., Dostovalov V. N.** 1967. General permafrost science. Moscow: Moscow State University Publishing House, 403 pp. [In Russian].)
- Науменко Ю. В.** 1995. Водоросли фитопланктона реки Оби. Препринт. – Новосибирск. 55 с. (**Naumenko Yu. V.** Phytoplankton algae of the Ob River. Preprint. Novosibirsk, 55 pp. [In Russian].)
- Национальный атлас России*. Т. 1. *Общая характеристика территории. Новосибирские острова. Остров Котельный*. 2021. ([*National Atlas of Russia*. Т. 1. *General characteristics of the territory. New Siberian Islands. Kotelny Island*. 2021].) <http://www.национальныйатлас.рф/cd1/343.html> (accessed on 10 June 2024)
- Паламарь-Мордвинцева Г. М.** 1982. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11(2). Зелёные водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые. – Л.: Наука. 620 с. (**Palamar-Mordvintseva G. M.** 1982. Key to freshwater algae of the USSR. Issue 11(2). Green algae. Class Conjugatophyceae. Order Desmidiaceae. Leningrad: Nauka, 483 pp. [In Russian].)
- Растения и грибы полярных пустынь северного полушария*. 2015. – СПб.: Марафон. 320 с. ([*Plants and fungi of the polar deserts in the northern hemisphere*.] 2015. St. Petersburg: Marafon, 320 pp. [In Russian].) URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000202001/000202001.pdf>
- Ушницкая Л. А., Городничев Р. М., Спиридонова И. М., Пестрякова Л. А.** 2013. Предварительная лимнологическая характеристика водоёмов полуострова Фаддеевский (Новосибирские острова) // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. № 8–2. С. 189–192. (**Ushnitskaya L. A., Gorodnichev R. M., Spiridonova I. M., Pestryakova L. A.** 2013. Preliminary limnological characteristic of water reservoirs of Faddeevsky Peninsula (New Siberian Islands). *International Journal of Applied and Fundamental Research* 8–2: 189–192. [In Russian].) <https://elibrary.ru/qzgrtrb>
- Царенко П. М.** 1990. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наукова думка. 208 с. (Tsarenko P. M. 1990. Brief identification book of chlorococcal algae of the Ukrainian SSR. Kyiv: Naukova Dumka, 208 pp. [In Russian].)
- Bessudova A. Y., Gabyshev V. A., Firsova A. D., Likhoshway Y. V.** 2023. Silica-scaled protists (Chrysophyceae, Centroplasthelida, Thaumatomonadida and Rotosphaerida) in waters bodies of Kotelny Island, Russian Arctic. *Polar Biology* 46: 895–913. <https://doi.org/10.1007/s00300-023-03173-1>
- Guiry M. D., Guiry G. M.** 2024. AlgaeBase. World-wide electronic publication, University of Galway. <https://www.algaebase.org> (accessed on 20 May 2024)
- Hindák F., Wolowski K.** 2005. Atlas of Euglenophytes. Bratislava: VEDA, 136 pp.
- Komárek J.** 2013. Heterocytous Genera. Cyanoprokaryota. Berlin: Springer Spektrum, 3(3), pp. 3–1130.
- Komárek J., Anagnostidis K.** 1998. Cyanoprokaryota. Т. 1. Chroococcales. Jena: Gustav Fischer Verlag, 548 pp.

- Komárek J., Anagnostidis K.** 2005. Cyanoprokaryota. T. 2. Oscillatoriales. München: Elsevier, 759 pp.
- Popovský J., Pfiester L. A.** 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). Jena, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 272 pp.
- Skulberg O. M.** 1996. Terrestrial and limnic algae and cyanobacteria. In: Elvebakk A., Prestrud P. (eds.). A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria. Part. 9. Oslo: Norsk Polarinstitut, pp. 383–395.
- Starmach K.** 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 515 s.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J.** 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherland Journal of Aquatic Ecology* 28: 117–133.
- Wehr J. D., R. G. Sheath, J. P. Kociolek** (eds) 2015. Fresh-water Algae of North America: Ecology and Classification. Amsterdam: Elsevier, 918 pp.