

Российский открытый молодёжный водный конкурс

Номинация: «Сохранение биоразнообразия водных объектов»

**Десмидиевые водоросли  
заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво»**

**Автор:** Жижерунов Дмитрий  
Витальевич, обучающийся БОУ ДО г.  
Омска «Детский ЭкоЦентр», 11 класс

**Научный руководитель:**  
Михальцов Анатолий Иванович, педагог  
дополнительного образования  
БОУ ДО г. Омска «Детский ЭкоЦентр»

Процент оригинальности: 93,79

ОМСК – 2024

## Аннотация

Десмидиевые водоросли относятся к группам организмов, которым серьезно угрожает опасность, их считают отличными организмами-индикаторами. В связи с увеличением антропогенной нагрузки на ООПТ всё актуальнее становятся проблемы, связанные с сохранением биоразнообразия разных организмов. Альгологические исследования заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво» ранее не проводились.

Целью работы является изучение десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».

Проведены отборы проб фитопланктона и фитоперифитона. Проведён количественный химический анализ воды. Изготовлено и изучено более 300 временных препаратов с использованием разных методов световой микроскопии. Выполнена морфометрия клеток, фото и видеосъёмка живых и фиксированных водорослей. Составлен таксономический список найденных десмидиевых. Определены лидирующие по видовой насыщенности роды десмидиевых водорослей, определена частота встречаемости каждого таксона. Впервые для Омской области найдены представители родов *Actinotaenium*, *Micrasterias*. Обнаружено 18 таксонов видового и внутривидового рангов из 7 родов, относящихся к 2 семействам класса *Conjugatorhysaeae*. Из них 16 видов и разновидностей новые для ООПТ «Озеро Ленёво» и 11 - новые для альгофлоры Омской области.

На ООПТ «Озеро Ленёво» необходимо выделение альгорезерватов – участков, где были бы представлены редкие и исчезающие виды водорослей. Необходимо продолжение научных исследований десмидиевых водорослей, покупка оборудования и расходных материалов для культивирования и изучения редких десмидиевых водорослей.

## Введение

В последние годы большое внимание уделяют особо охраняемым природным территориям (ООПТ), как эталонным участкам с редкой флорой, сравнивая их с территориями, которые несут антропогенную нагрузку. На ООПТ в первую очередь изучают высшие растения, лишайники, очень мало уделяя внимание водорослям.

В последние годы в связи с увеличением антропогенной нагрузки на ООПТ всё актуальнее становятся проблемы, связанные с сохранением биоразнообразия разных организмов, в том числе и водорослей. Начиная с 1998 по 2008 гг. в Красные книги российских республик и областей были включено 100 видов пресноводных макроскопических и микроскопических водорослей (Комулайнен, 2009). В Красную книгу Омской области не внесён ни один вид микроскопических водорослей (Красная книга...; Баженова, 2018). К сожалению, для внесения в Красные книги регионов недостаточно сведений об одноклеточных представителях фитоперифитона, фитобентоса, мало исследований в этой области. Охрана редких видов означает, прежде всего, сохранение их местообитаний, поэтому целесообразна охрана водных объектов, которые являются «альгорезерватами» (Комулайнен, 2009).

Десмидиевые — одноклеточные микроорганизмы, принадлежащие к порядку *Desmidiiales*. Десмидиевые водоросли характеризуются удивительным разнообразием очертаний, красотой форм и замечательной симметрией клеток. Десмидиевые предпочитают открытую местность, встречаются они в небольших водоемах и часто обильно населяют пруды. Огромное разнообразие форм десмидиевых встречается в сфагновых низинных болотах (Анисимова, 2017). Десмидиевые весьма чувствительны к окружающим условиям. Главным фактором, определяющим их распространение и количество, является геологическая природа местности. Состав почвы отражается на значении рН среды: наибольшее количество видов встречается при рН ниже 7. Обильная флора десмидиевых развивается там, где выпадает большое количество дождей или грунтовые воды подходят близко к поверхности почвы (Мордвинцева, 1977). Из-за зависимости от чистых, относительно бедных питательными веществами вод на значительной части мира десмидиевые относятся к группам организмов, которым серьезно угрожает опасность, их можно считать отличными организмами-индикаторами (Coesel P.F.M., 1984). Вследствие их высоких требований к окружающей среде они могут быть использованы для мониторинга водных экосистем (Науменко, 2019). Альгологические исследования заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво» ранее не проводились.

Цель работы: изучение десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».

Задачи работы:

1. Выявить видовой состав десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».
2. Провести анализ видового разнообразия и выявить лидирующие и редкие таксоны десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».
3. Составить фототеку обнаруженных видов десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».
4. Снять серию видеофильмов об отдельных видах десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».

### **Материалы и методы**

Материалом для данной работы послужили пробы фитопланктона, фитоперифитона в заболоченных участках ООПТ «Озеро Ленёво», собранные в июле и сентябре 2022 года. Отбор проб водорослей проводили с помощью следующей методики: сбор планктона с помощью планктонной сети Апштейна, отжим растений сплавин, отжим мхов (Анисимова, 2014). Часть собранного материала сразу фиксировали раствором формальдегида (до концентрации в пробе 10%), другую часть материала просматривали с помощью световых микроскопов по прибытию в лабораторию. В 2023 году сбор материала был невозможен из-за погодных условий – все заболоченные участки высохли. Идентификацию водорослей проводили с помощью микроскопов проходящего света Jenamed 2, Motic B3-223PL. Используются следующие методы исследования и контрастирования: светлое поле, переменный фазовый контраст Carl Zeiss Jena, дифференциально-интерференционный контраст по Номарскому. Всего было изготовлено и просмотрено более 300 временных препаратов. Для идентификации таксонов использовали отечественные и зарубежные определители (Косинская, 1960; Паламарь-Мордвинцева, 2005; Peter F.M. Coesel и Koos (J.) Meesters, 2007, 2013), с учётом номенклатурных изменений информационного ресурса «AlgaeBase» (Guiry, Guiry, 2022). При определении частоты встречаемости видов применена методика К. Starmach (1955) с использованием условных обозначений: + – очень редко (вид присутствует не в каждом препарате); 1 – единично (1–6 экземпляров в препарате); 2 – мало (7–16 экз. в препарате); 3 – порядочно (17–30 экз. в препарате); 4 – много (31–50 экз. в препарате); 5 – масса, абсолютное преобладание (более 50 экз. в препарате). Температуру воды и рН определяли с помощью портативного термометра и рН-метра.

Пробы воды для количественного химического анализа воды озера Ленёво были помещены в холодильник и переданы в лабораторию.

Все выявленные десмидиевые водоросли фотографировали или снимали на видео. Морфометрию клеток проводили с помощью программы Motic Images Plus 2.0. Для фото и видеосъёмки использованы фотокамеры Canon 650D, Canon 6D, Moticom 3. Кадрирование и условные обозначения на фотографиях выполнены с помощью программ Adobe Photoshop CS6. Монтаж видеofilмов выполнен с помощью программы Movavi Video Editor 12.

### Результаты и обсуждение

В заболоченных участках ООПТ «Озеро Ленёво» обнаружено 18 видовых и внутривидовых таксонов десмидиевых водорослей, относящихся к 7 родам двух семейств: *Desmidiaceae* (6 родов, 15 видов), *Closteriaceae* (1 род, 3 вида). Таксономический список обнаруженных десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво» представлен в таблице 1.

Таблица 1

Таксономический список и морфометрические данные клеток десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво»

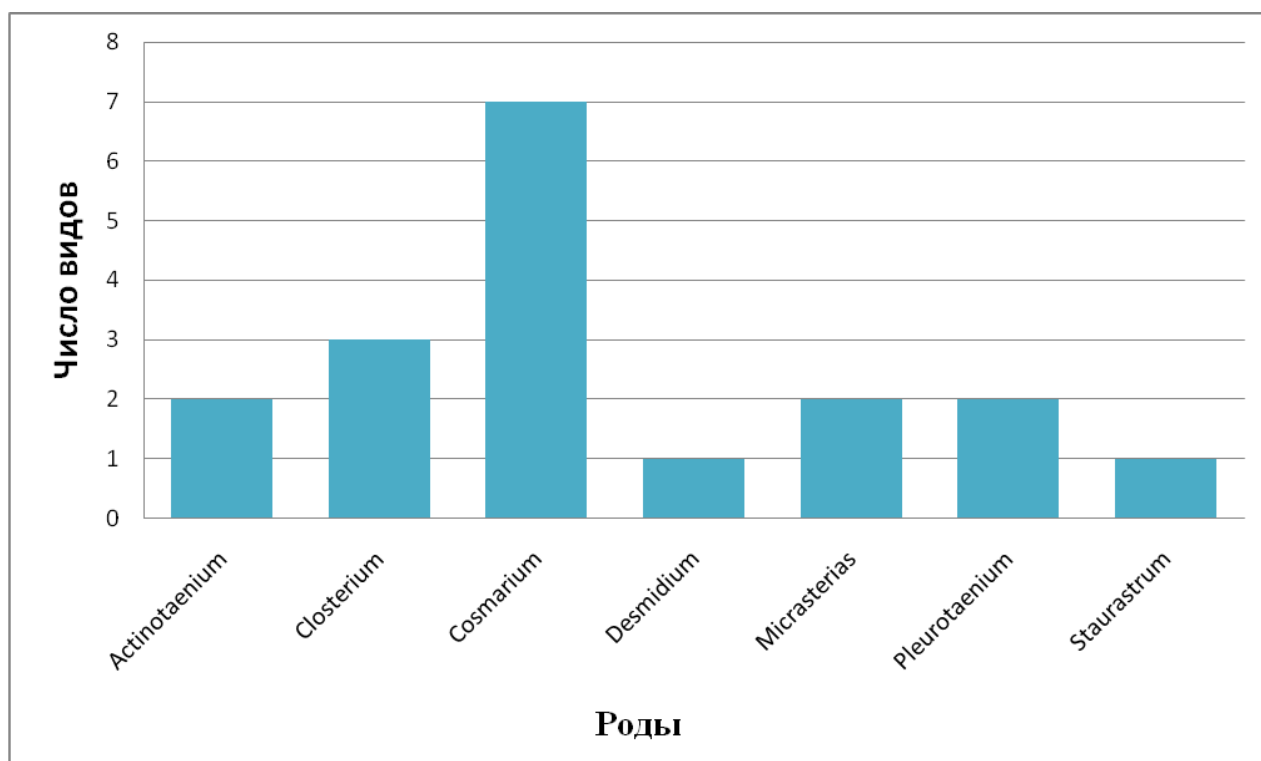
№	Виды	Длина клетки, мкм	Ширина клетки, мкм	Новые виды для ООПТ «Озеро Ленёво»
1	<i>Actinotaenium turgidum</i> (Brebisson) Teiling*	170,5	57,3	+
2	<i>Actinotaenium cucurbita</i> (Brebisson) Teiling*	53,5	28,4	+
3	<i>Closterium cornu</i> Ehrenberg ex Ralfs	135	7,5	+
4	<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenb. ex Ralfs	267,7	39,2	+
5	<i>Closterium subulatum</i> (Kützing) Brébisson	168,3	13,6	+
6	<i>Cosmarium botrytis</i> var. <i>gemmiferum</i> * West & West	75,3	45,8	+
7	<i>Cosmarium conspersum</i> var. <i>latum</i> Forster*	83,6	66,2	+
8	<i>Cosmarium hornavanense</i> Gutw*	82,7	60,8	+
9	<i>Cosmarium impressulum</i> Elfving var. <i>impressulum</i>	25,6	17,8	
10	<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst*	24,4	17,6	+
11	<i>Cosmarium pachydermum</i> P. Lundell*	100,2	75,6	+

12	<i>Cosmarium quadratum</i> Ralfs*	53,3	30,2	+
13	<i>Desmidium swartzii</i> C.Agardh ex Ralfs*	17,2	42,3	+
14	<i>Micrasterias crux-melitensis</i> (Ehr.) Hass. *	101,1	56,7	+
15	<i>Micrasterias rotata</i> (Grev.) Ralfs*	217	216,6	+
16	<i>Pleurotaenium trabecula</i> (Ehrenb.) Nägeli	435	35,2	+
17	<i>Pleurotaenium truncatum</i> (Ralfs) Naegeli	356	42	+
18	<i>Staurastrum</i> Meyen ex Ralfs sp.	67,5	60	

\*- новые виды для Омской области

Анализ видового разнообразия позволил выявить лидирующие таксоны десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво». Роды *Desmidium*, *Staurastrum* представлены по одну виду. Некоторые виды *Staurastrum* ещё требуют дополнительного уточнения, необходимы дальнейшие исследования. По два вида в родах *Actinotaenium*, *Micrasterias*, *Pleurotaenium*. Три вида в роде *Closterium* и наибольшее количество видов – семь - относится к роду *Cosmarium* (рис.1.).

Рис. 1. Лидирующие по видовой насыщенности роды десмидиевых водорослей заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».



Частота встречаемости выявленных десмидиевых водорослей представлена на рис.2.

Рис.2. Частота встречаемости таксона в заболоченных участках ООПТ «Озеро



Ленёво»: 1 – единично (1–6 экземпляров в препарате); 2 – мало (7–16 экз. в препарате).

Для выявления редких и новых видов альгофлоры Омской области, использована работа альгологов «Водоросли реки Иртыш и его бассейна» (Андреев, 1963) и монография «Фитопланктон Омского Прииртышья (Баженова, 2019).

При изучении временных препаратов с применением метода дифференциально-интерференционного контраста позволило выявить объёмные структуры клетки (пиреноиды, ядро), что помогает с определением водорослей до вида (Приложение 1). Применение редкого переменного фазового контраста позволило изучить внутренние структуры клетки: кристаллы сульфата бария в вакуолях, пиреноиды (Приложение 1).

Впервые для Омской области найдены представители родов *Actinotaenium*, *Micrasterias*, что представляет особую научную ценность. *Actinotaenium turgidum* обнаружен в обрастаниях мхов, находящихся в воде.

Из представителей рода *Closterium* наиболее редкими для заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво» являются: *C. cornu*, в пробах планктона обнаружено всего несколько экземпляров; *C. subulatum* – 2 экземпляра. Вполне возможно, что

погодные условия июля 2022 года повлияли на размножение этих кластриумов. Род *Cosmarium* представлен 7 таксонами, 6 из которых, являются новыми для ООПТ «Озеро Ленёво» и для Омской области. Все представители рода *Cosmarium* обнаружены в планктоне и перифитоне заболоченных участков. Из наиболее часто встречающихся: *C. botrytis* var. *gemmiferum*, *C. quadratum*, *C. pachydermum*.

У *Desmidium swartzii* клетки соединены верхушками в однорядные длинные нити. Этот таксон мы обнаружили в планктоне заболоченных участков ООПТ «Озеро Ленёво».

Очень интересными находками являются водоросли *Micrasterias crux-melitensis* и *M. rotata*, обнаруженные нами в июле 2022 г. В сентябре мы уже не обнаружили эти таксоны. *Micrasterias crux-melitensis* и *M. rotata* - новые виды для альгофлоры Омской области. Несмотря на обилие *Micrasterias crux-melitensis* в пробах, необходимы дальнейшие исследования разных водных объектов с целью обнаружения представителей рода *Micrasterias*. Как показывают исследования альгологов, представители рода *Micrasterias* населяют местообитания с экстремальными условиями среды: низкие температуры, бедность минеральных и биогенных веществ, низкие показатели pH (Науменко, 2019). Наибольшее количество *Micrasterias crux-melitensis* и *M. rotata* мы обнаружили после проливных дождей, при температуре воды в интервале от 15 до 20°C при среднем pH от 6,6 до 7,5 (Приложение 2). В наших пробах *M. crux-melitensis* является наиболее часто встречающимся. Вероятно, прошедшие накануне проливные дожди и низкая летняя температура (+10-15°C) способствовали активному размножению микрастериасов.

В. С. Козловским в конце 19 века в озере в окрестностях г. Томска впервые в Западной Сибири был обнаружен *Micrasterias crux-melitensis*. По литературным данным в водных объектах Западной Сибири было известно 16 видов, разновидностей и форм рода *Micrasterias* (Науменко, 2019). Но специальных исследований этого рода в Западной Сибири не проводилось. После проведения исследований в Природном парке «Сибирские Увалы» и с учётом литературных данных число таксонов возросло до 23 (Науменко, Птухина, 2013; Науменко, Гидора, 2017). Во всех водных объектах Западной Сибири к 2019 году обнаружено 14 видов *Micrasterias*, представленных 23 видовыми и внутривидовыми таксонами (Науменко, 2019). В Омской области специальных исследований этой группы не проводилось.

По литературным данным, *Pleurotaenium trabecula*, *P. turgidum* являются часто встречающимися видами в озёрах и сфагновых водоёмах в окрестностях Томска, в Красноярском крае (Косинская, 1960). Эти таксоны являются новыми для ООПТ



«Озеро Ленёво» и редкими для Омской области. В пробах июля 2022 года эти таксоны встречаются редко.

Представители рода *Staurastrum* – мелкие водоросли, обнаруженные нами в планктоне заболоченных участков. Определение этих видов затруднено, необходимо продолжение исследовательской работы, микроскопия живых образцов.

### Выводы

1. В обследованных заболоченных участках ООПТ «Озеро Ленёво» обнаружено 18 таксонов видового и внутривидового рангов из 7 родов, относящихся к 2 семействам класса Conjugatophyceae. Из них 16 видов и разновидностей новые для ООПТ «Озеро Ленёво» и 11 - новые для флоры Омской области. Некоторые мелкие таксоны пока не определили, необходимо изучение живых клеток.
2. Анализ видового разнообразия показал, что в пробах наиболее часто встречаются представители рода *Cosmarium* – 7 таксонов, из них *C. botrytis* var. *gemmiferum*, *C. pachydermum* встречаются в каждом временном препарате; *Micrasterias crux-melitensis* – наиболее часто встречающийся таксон в пробах июля 2022 года.
3. Полученные нами микрофотографии и видеofilмы являются научными объективными документами, которые придают особую практическую ценность информации об изучаемых объектах.

### Заключение

На ООПТ «Озеро Ленёво» необходимо выделение альгорезерватов – участков, где были бы представлены редкие и исчезающие виды водорослей.

Проведённое исследование выявило необходимость тщательного изучения разнообразных водных объектов с целью выявления биологического разнообразия Омского региона.

### Список литературы

1. Андреев Г. П., Горячева Г. И., Скабичевский А. П., Чернявская М. А., Чистяков Л. Д. 1963. Водоросли реки Иртыш и его бассейна. Труды Томского государственного университета имени В. В. Куйбышева 152: 69–103.
2. Анисимова, О. В. Десмидиевые водоросли сфагновых болот Московской области: видовое разнообразие и экологическая приуроченность // Труды ИБВВ РАН, 2017. Вып. 79 (82). С. 10–18.

3. Анисимова, О.В., Терлова Е.Ф. Род *Micrasterias* C.Agardh (Conjugatophyceae) в водоёмах Московской области // Вопросы современной альгологии. 2014. № 1(5). URL: <http://algology.ru/476> (дата обращения: 12.12.2022 г.).
4. Баженова, О.П. 2018. Редкие виды водорослей в планктоне водных объектов Омского Прииртышья. В кн.: Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Мат. XVII междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 24—27 мая 2018 г.). Барнаул: АлтГУ. С. 12—15.
5. Комулайнен, С. Ф. Пресноводные водоросли в красных книгах: состояние и проблемы // Труды Карельского научного центра РАН № 1. Петрозаводск, 2009. С. 57–61
6. Косинская, Е.К. Флора споровых растений СССР. Т. 5, вып. 1. Десмидиевые водоросли. М.—Л.: Наука, 1960. 706 с.
7. Красная книга Омской области. 2015. Ред. Г.Н. Сидоров, Н.В. Пликина. Омск: ОмГПУ. 636 с.
8. Науменко, Ю. В., Птухина О. Ю. Десмидиевые водоросли (Desmidiaceae) природного парка «Сибирские Увалы» Западная Сибирь, Россия // *Turczaninowia* 2013. T16, № 2. С. 81–83.
9. Науменко, Ю. В., Гидора О. Ю. Виды рода *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs природного парка «Сибирские Увалы» (Западная Сибирь, Россия) // *Ukrainian Journal of Ecology* 2017, 7 (2) С. 130–136.
10. Науменко, Ю. В. Экологическая характеристика видов рода *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs (семейство Desmidiaceae) в Западной Сибири (Россия). *Сибирский экологический журнал* 2 (2019) С.232-237.
11. Паламар-Мордвинцева, Г.М. Флора водорослей континентальных водоемов Украины. Десмидієві водорості. Вип. 1. Ч. 2. Київ: Академперіодіка, 2005. 578 с
12. Фитопланктон Омского Прииртышья: монография / Баженова О. П. и др. ; общ. ред. Баженова О. П. Омск, 2019. 320 с. : ил.
13. Coesel P.F.M. 1984. The significance of desmids as indicators of the trophic status of freshwaters. *Schweiz. Z. Hydrol.* 45: 388–393.
14. Coesel P.F.M., Meesters K.J. Desmids of the lowlands. Mesotaeniaceae and Desmidaceae of the European lowlands. Zeist: KNNV Publ., 2007. 351 p.
15. Coesel P.F.M., Meesters K.J. European flora of the desmid genera *Staurostrum* and *Staurodesmus*. Zeist: KNNV Publ., 2013. 357 p.

16. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2022. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения – 20.09.2023).

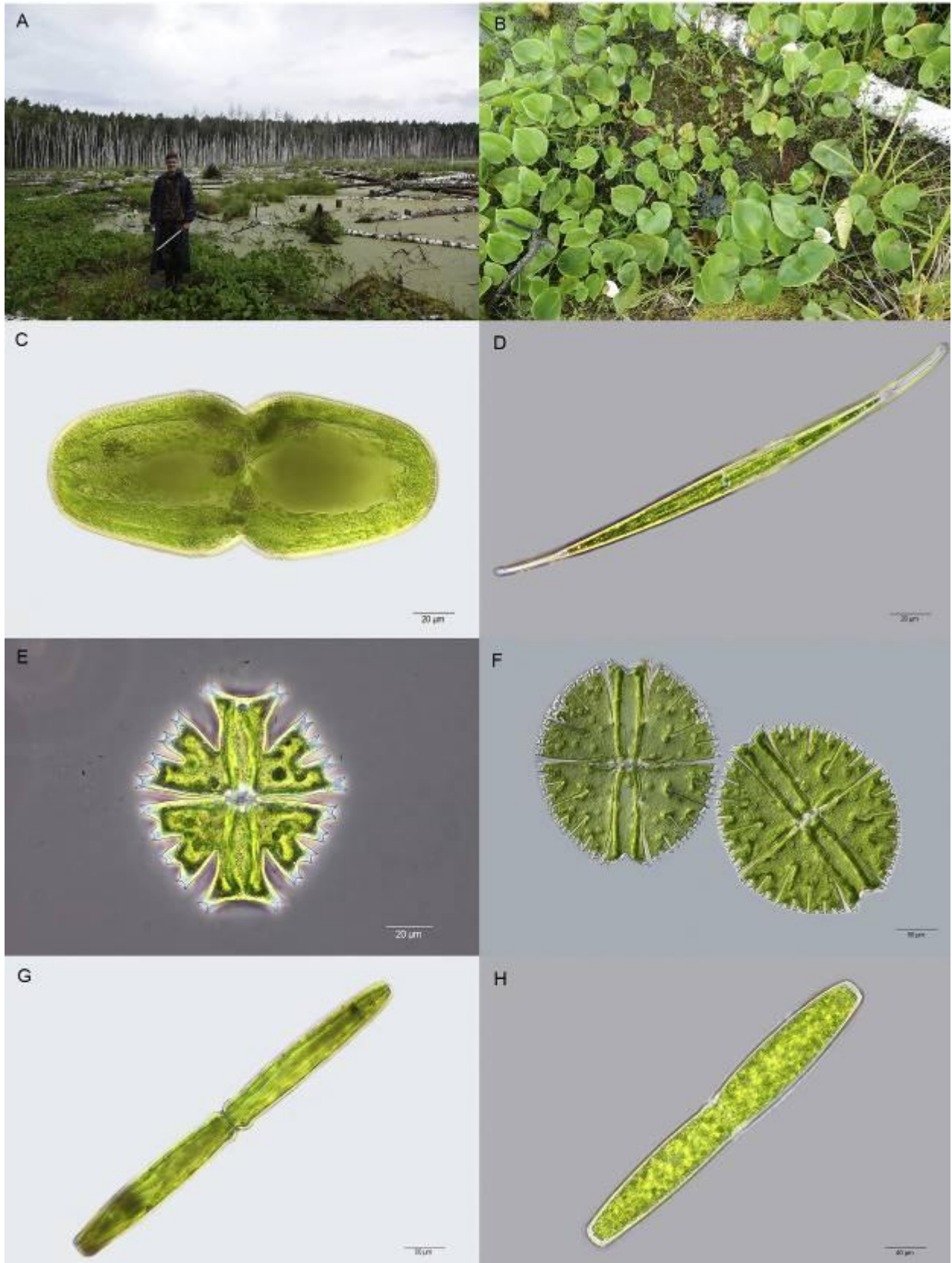


Рис.1. (А-В) Место сбора десмидиевых; (С) *Actinotaenium turgidum*; (D) *Closterium subulatum*; (E) *Micrasterias crux-melitensis*; (F) *Micrasterias rotata*; (G) *Pleurotaenium trabecula*; (H) *Pleurotaenium truncatum*. Фото А, В, С, F – Михальцов А.И.; фото D, E, G, H – Жижерунов Д.В.

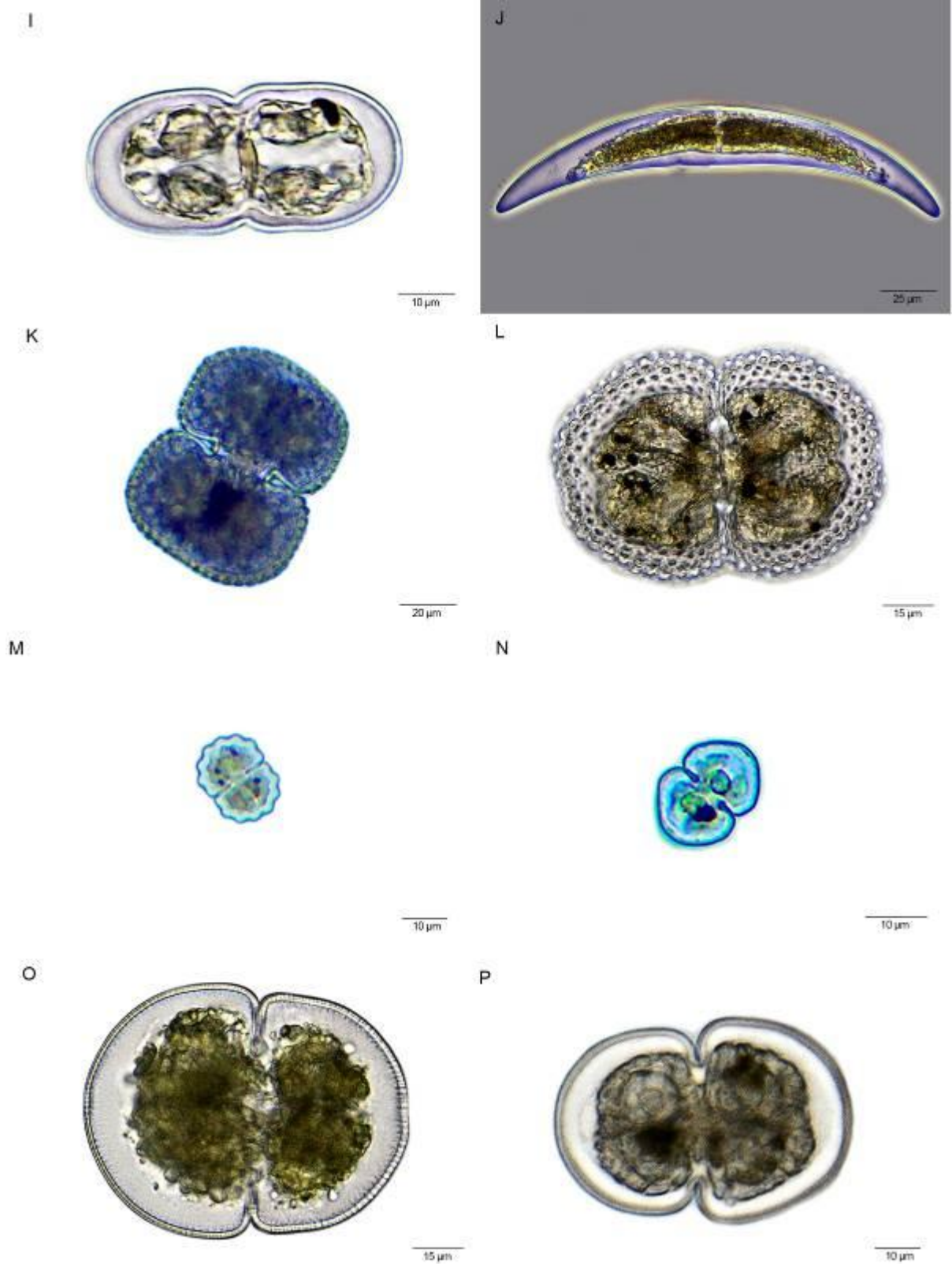


Рис. 2. (I) *Actinotaenium cucurbita*; (J) *Closterium moniliferum*; (K) *Cosmarium conspersum* var. *latum*; (L) *C. hornavanense*; (M) *C. impressulum* var. *impressulum*; (N) *C. laeve*; (O) *C. pachydermum*; (P) *C. quadratum*. Фото – Жижерунов Д.В.

## Результат количественного химического анализа воды озера Ленёво

Определяемый показатель	Результат				Шифр НД на методику измерений
	мг/дм <sup>3</sup>	г/дм <sup>3</sup>	% мг-экв/дм <sup>3</sup>	% мг-экв/дм <sup>3</sup>	
Кальций	57,2	-	2,9	69,0	ГОСТ 31954-2012, п. 5.1 (метод Б)
Магний	8,53	-	0,7	16,7	ГОСТ 31954-2012, п. 5.1 (метод Б)
Натрий и калий (суммарно)	14,4	-	0,6	14,3	Расчетный*
Хлорид-ионы	5,17	0,00517	0,1	2,4	ПНД Ф 14.1:2:3:4.111-97
Сульфат-ионы	14,3	0,0143	0,3	7,1	ПНД Ф 14.1:2.159-2000
Гидрокарбонат-ионы	230	-	3,8	90,5	ПНД Ф 14.1:2:3.99-97, п. 12.1

Определяемый показатель	Результат	Единица измерения	Шифр НД на методику измерений
Водородный показатель (рН)	7,5	ед. рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
Взвешенные вещества	0,40	мг/дм <sup>3</sup>	ПНД Ф 14.1:2:3.110-97

\*- методика измерений вне утвержденной области деятельности лаборатории