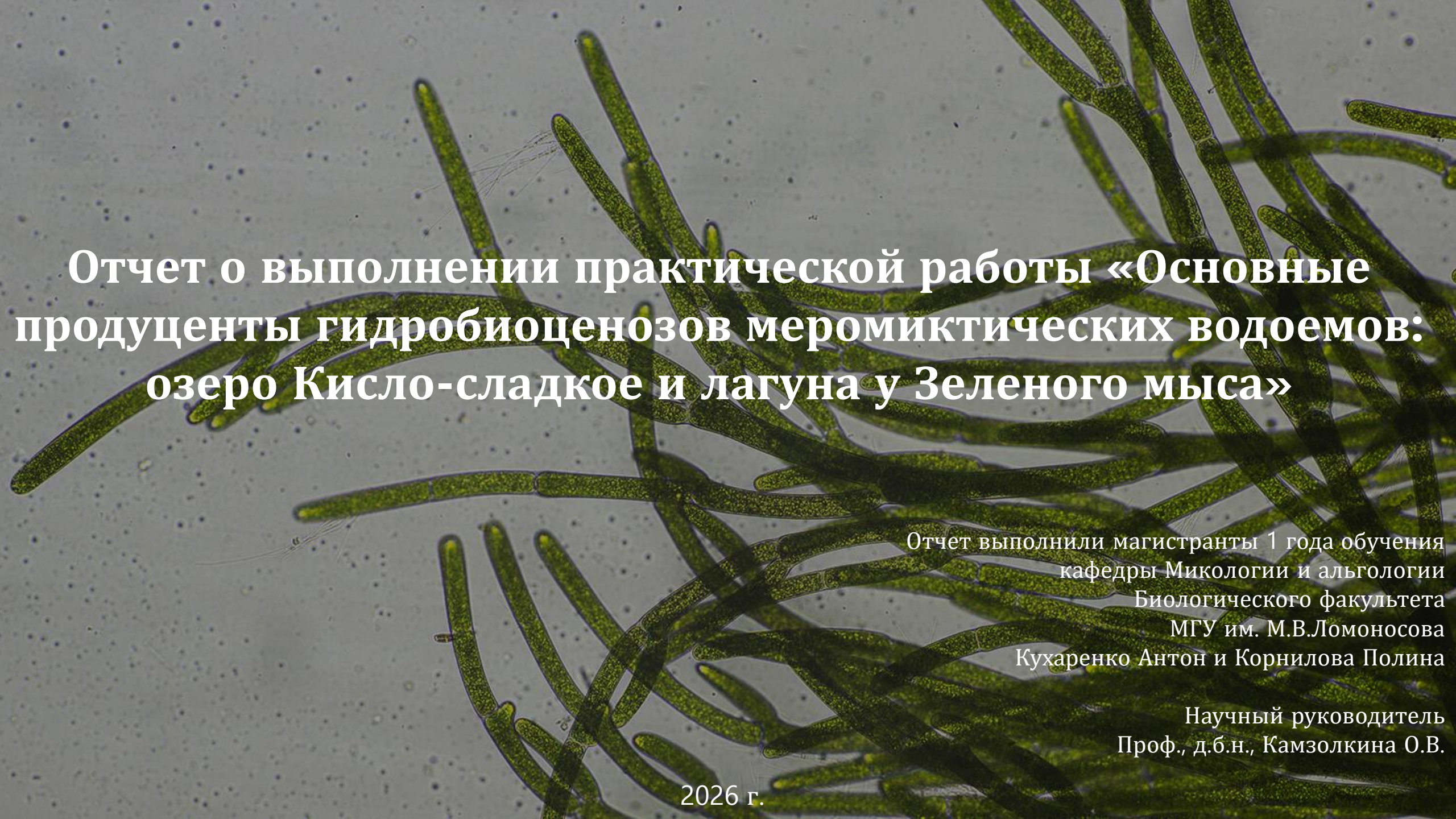




# Отчет о выполнении практической работы «Основные продуценты гидробиоценозов меромиктических водоемов: озеро Кисло-сладкое и лагуна у Зеленого мыса»

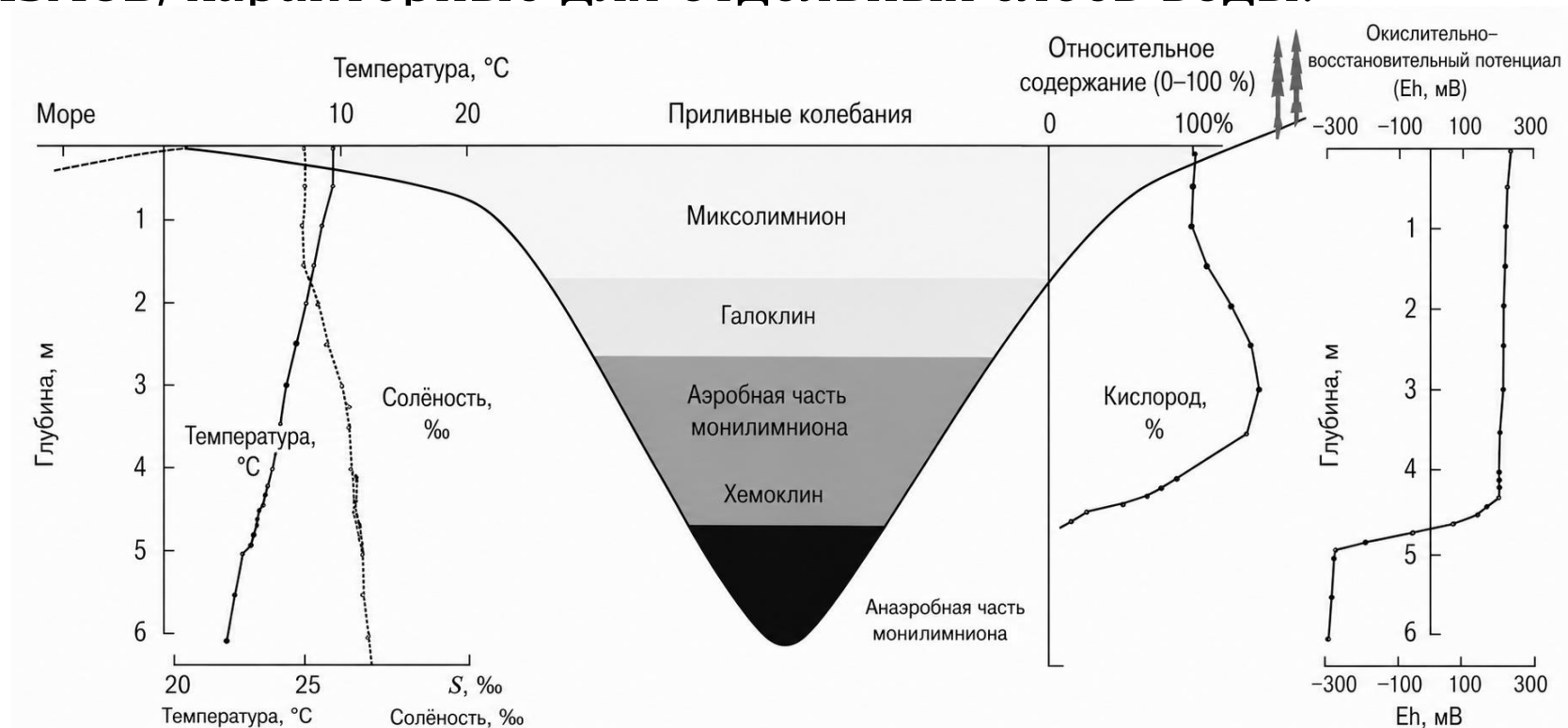
Отчет выполнили магистранты 1 года обучения  
кафедры Микологии и альгологии  
Биологического факультета  
МГУ им. М.В.Ломоносова  
Кухаренко Антон и Корнилова Полина

Научный руководитель  
Проф., д.б.н., Камзолкина О.В.

2026 г.

# Введение

- Меромиктические водоёмы — это водоёмы с **выраженной стратификацией**, **перенос материала между слоями** которых **ограничен**.
- **Причина** столь выраженной стратификации меромиктических озёр — сохраняющаяся в течение длительного времени **разница в плотности воды**, (Krasnova, 2021).
- В меромиктических озерах развиваются **специфические сообщества микроорганизмов**, характерные для отдельных слоев воды.



# Введение

- Несмотря на растущий интерес к изучению меромиктических озер, **на сегодняшний день существует мало работ, посвященных альгофлоре таких водоемов. В том числе, практически неисследованными остаются плавучие ассоциации нитчатых водорослей и их микроводорослей-обрастателей.**
- Этот вопрос интересен также и потому, что плавучие сообщества нитчаток и ассоциированных с ними микроводорослей (и других микроорганизмов) **перемещаются между слоями воды** в меромиктических водоемах, переноса это эпифитное сообщество то к поверхности, то к границе с более глубоким водным слоем.



# Цель работы

- **Определить состав** водорослей-доминантов и их обрастателей в плавучих ассоциациях нитчаток озера Кисло-сладкое и лагуны на полуострове Зеленый мыс.

## Задачи:

- 1) **Определить видовой состав** доминантов в сообществах плавучих нитчаток.
- 2) **Сравнить** полученные данные с результатами работ за предыдущий год.
- 3) **Выявить возможные причины в различии видового состава** нитчаток-доминантов в озере Кисло-сладкое и лагуне полуострова Зеленый мыс, опираясь на данные физико-химических анализов воды.
- 4) **Изучить метод измерения флуоресценции ФСII водорослей** на примере нитчаток из озера Кисло-сладкое.

# Материалы и методы

- В течение практики были собраны образцы нитчаток и их обрастателей на **озере Кисло-сладкое** (5 июля) и в лагуне на полуострове Зеленый мыс (9 июля).
- Собранные материалы изучали **под световым микроскопом** для определения **нитчатых водорослей-доминантов** и видового состава **микроводорослей, ассоциированных с ними.**



Точки отбора проб, озеро Кисло-сладкое



Точки сбора материала в лагуне на полуострове Зеленый мыс 5

# Материалы и методы

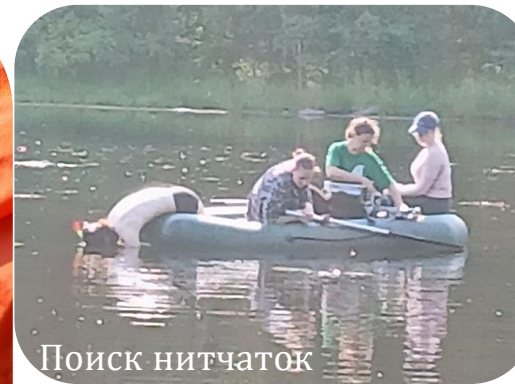
- Мы также провели измерения переменной флуоресценции и квантового выхода зарослей нитчатки *in situ* на разной глубине методом **PAM-флуорометрии** на приборе **Waltz DIVING-PAM-II/R** (возбуждающий свет с длиной волны **655 нм**).



DIVING-PAM-II/R в работе



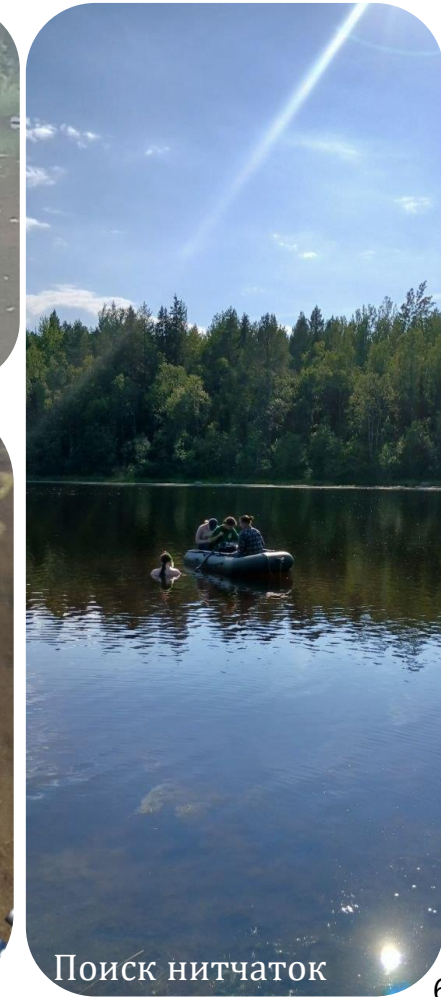
DIVING-PAM-II/R в работе



Поиск нитчаток



DIVING-PAM-II/R в работе

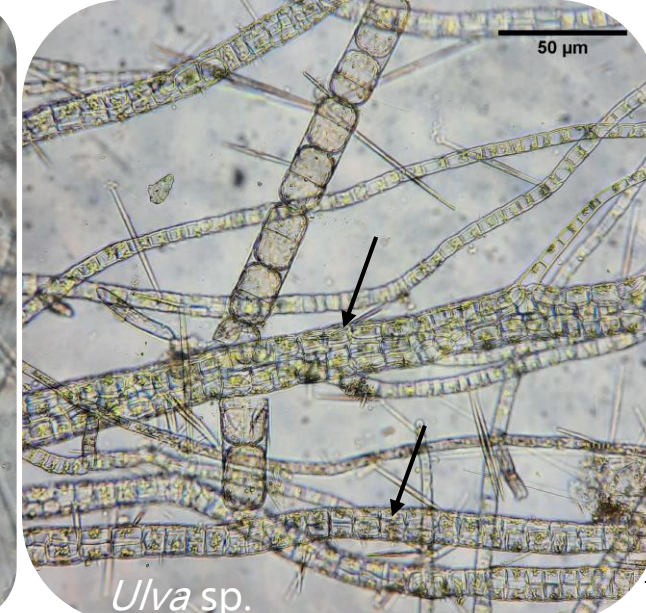
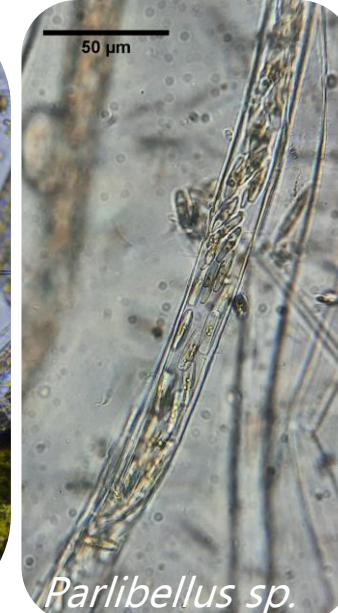
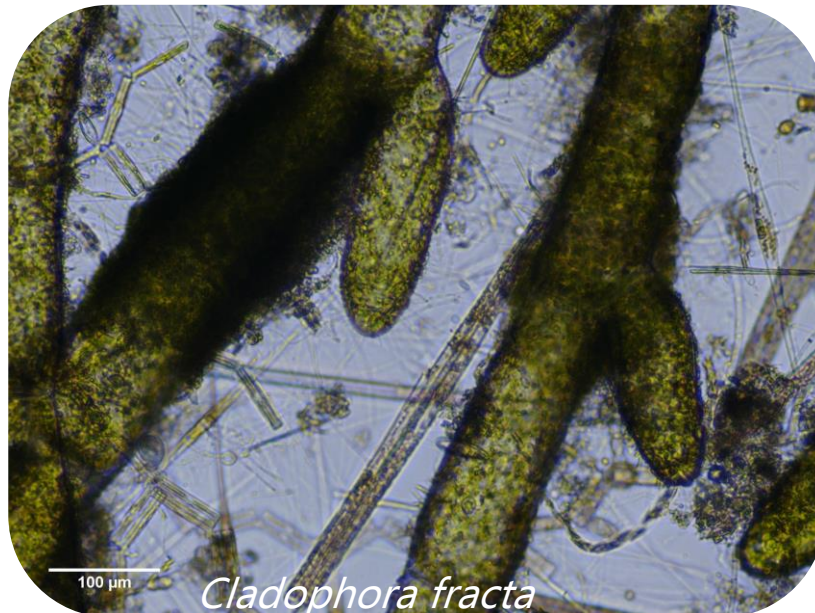


Поиск нитчаток

# Результаты и обсуждение

## Описание видового состава сообществ плавучих нитчаток

- В результате работы в исследуемых гидробиоценозах нитчаток озера Кисло-сладкое было найдено **17 видов** из **17 родов**, **16 семейств**, **13 порядков**, **8 классов** и **5 отделов**.
- В образцах из лагуны на мысе Зеленый было найдено **34 вида** из **28 родов**, **23 семейств**, **19 порядков**, **8 классов** и **4 отделов**.
- Преобладающей в образцах из озера Кисло-сладкое оказалась нитчатка *Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey, в лагуне же максимального обилия достигали *Cladophora fracta* (O.F.Müller ex Vahl) Kützinger и диатомовая водоросль *Parlibellus* sp. и в одной пробе – *Ulva* sp.



# Результаты и обсуждение

## Сравнение видового состава сообществ плавучих нитчаток в двух водоемах

### Озеро Кисло-сладкое

- Между образцами, собранными в трех точках на трех разных глубинах **практически не наблюдалось разницы в таксономическом составе водорослей.**
- Доминант — *Rhizoclonium riparium*, в 2025 году было гораздо больше *Cladophora fracta*.
- С нитчатками ассоциировано большое количество **цианобактерий, диатомовых водорослей.** Есть представители отдела Dinophyta, Euglenophyta и Chlorophyta.



### Лагуна на п-ове мыс Зеленый

- В образцах, собранных с лодки с поверхности воды и с глубины до 0,5 м, доминантами оказались *Cladophora fracta* и *Parlibellus* sp. В одной пробе доминантом была *Ulva* sp.
- В пробах, собранных в протоке, наибольшего обилия достигала *Cladophora fracta* и в одном образце — *Parlibellus* sp.
- Сообщество обрастателей было представлено преимущественно диатомовыми водорослями.



# Результаты и обсуждение

## Сравнение видового состава сообществ плавучих нитчаток в двух водоемах

- Различия в видовом составе доминантов двух изученных водоемов, возможно, обусловлены экологическими диапазонами, характерными для обнаруженных доминантов и гидрохимическими характеристиками воды.
- ***Rhizoclonium riparium*** — типичный эвригалинный вид нитчатых водорослей, который встречается в солоноватых водах (Imai et al., 1997).
- ***Ulva* sp.** является оппортунистическим видом быстрорастущих водорослей-макрофитов, который способен жить при сильном перемешивании воды (Telesh and Khlebovich, 2010).
- ***Cladophora fracta*** также способна расти в перемешиваемой воде с достаточно высокой соленостью (Dodds and Gudder, 1992).
- ***Parlibellus* sp.** встречается в солоноватых водах в качестве обрастателя (Round et al., 1990), возможно, в случае лагуны на п-ове Зеленый мыс этот вид образует большую биомассу из-за высокого содержания в воде кремния.

| Озеро Кисло-сладкое               |            |      |                       |                    |      |                 |                |                               |                               |                               |                              |               |
|-----------------------------------|------------|------|-----------------------|--------------------|------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------|
| глубина,<br>м/параметр            | S‰ in situ | pH   | O <sub>2</sub> , мл/л | O <sub>2</sub> , % | T°C  | Si,<br>мкМоль/л | P,<br>мкМоль/л | NO <sub>2</sub> ,<br>мкМоль/л | NO <sub>3</sub> ,<br>мкМоль/л | NH <sub>4</sub> ,<br>мкМоль/л | Eh<br>(редокс-<br>потенциал) | цвет воды     |
| 0                                 | 9.6        | 8.88 | 6.77                  | 116.5              | 21.7 | 0.6             | 0.00           | 0.00                          | 0.00                          | 0.11                          | 56                           | желто-зеленый |
| 0.5                               | 9.6        | 8.98 |                       |                    | 21.8 | 0.5             | 0.03           | 0.01                          | 0.00                          | 0.30                          | 48                           | желто-зеленый |
| 1                                 | 20.8       | 8.51 | 10.19                 | 196.5              | 23.8 | 10.2            | 0.02           | 0.00                          | 0.00                          | 0.22                          | 46                           | желто-зеленый |
| Лагуна на полуострове Зеленый мыс |            |      |                       |                    |      |                 |                |                               |                               |                               |                              |               |
| глубина,<br>м/параметр            | S‰ in situ | pH   | O <sub>2</sub> , мг/л | O <sub>2</sub> , % | T°C  | Si,<br>мкМоль/л | P,<br>мкМоль/л | NO <sub>2</sub> ,<br>мкМоль/л | NO <sub>3</sub> ,<br>мкМоль/л | NH <sub>4</sub> ,<br>мкМоль/л | Eh<br>(редокс-<br>потенциал) | цвет воды     |
| 0                                 | 22.4       | 8.15 | 9.36                  | 100                | 19.5 | 9.1             | 0.00           | 0.03                          | 0.0                           | 0.00                          | 166                          | без цвета     |
| 0.5                               | 22.9       | 8.18 | 9.44                  | 100                | 18.9 | 7.9             | 0.00           | 0.04                          | 0.0                           | 0.14                          | 179                          | без цвета     |
| 1                                 | 23.2       |      | 9.74                  | 102                | 18.2 |                 |                |                               |                               |                               | 186                          | без цвета     |

Гидрохимические показатели  
воды в исследованных водоемах,  
по данным коллег-океанологов и  
гидробиологов

# Результаты и обсуждение

## Измерение переменной флуоресценции и квантового выхода у нитчаток на озере Кисло-сладкое

- Измерения на приборе Waltz DIVING-PAM-II/R (возбуждающий свет с длиной волны 655 нм) показали, что **наибольший квантовый выход** наблюдается в скоплениях нитчатых водорослей неясного объёма с вершиной **на глубине 0,5-1 м**.
- Скопления, расположенные глубже, не были исследованы из-за отсутствия технической возможности. В свою очередь, **плавающие на и у поверхности воды скопления характеризуются значительно сниженным квантовым выходом**.
- **Видимо, при всплытии** у нитчатых водорослей происходит фотоингибирование процессов фотосинтеза.

|                    | Положение скопления в толще воды |                  |                          |
|--------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|
|                    | У поверхности                    | Под поверхностью | На глубине 0,5 м и более |
| Измерения<br>Fv/Fm | 0,191                            | 0,223            | 0,306                    |
|                    | 0,158                            | 0,14             | 0,444                    |
|                    | 0,199                            | 0,179            | 0,483                    |
|                    | 0,124                            |                  |                          |
| Среднее            | 0,168                            | 0,181            | 0,411                    |

# Выводы

- 1) Преобладающей в образцах из озера **Кисло-сладкое** оказалась нитчатка ***Rhizoclonium riparium*** (Roth) Harvey, в лагуне же максимального обилия достигали ***Cladophora fracta*** (O.F.Müller ex Vahl) Kützing и диатомовая водоросль ***Parlibellus*** sp. и в одной пробе – ***Ulva*** sp. Между разными точками сбора в пределах каждого из двух водоемов практически не наблюдалось различий в составе доминантов.
- 2) Полученные в этом году результаты соотносятся с результатами работы коллег **2025** года. Различия заключаются в уменьшении обилия ***Rhizoclonium riparium*** в лагуне на п-ове мыс Зеленый и практически полном отсутствии ***Cladophora fracta*** в поверхностных сообществах нитчаток озера **Кисло-сладкое**.
- 3) Причины различий в видовом составе доминантов в двух исследованных водоемах заключаются в различных диапазонах устойчивости видов-доминантов и отличающихся гидрологических показателях водоемов.
- 4) Фотосинтез плавучих сообществ нитчаток на озере **Кисло-сладкое** происходит наиболее эффективно на глубине 0,5-1 м.

# Заключение

- **Сообщества плавучих нитчаток и их обрастателей остаются слабо изученными. Описание видового состава таких гидробиоценозов может привести к открытию новых видов, расширению знаний о диапазонах устойчивости к разным уровням солености и другим гидрологическим параметрам меромиктических водоемов.**



# Спасибо за внимание!



Всем, кто когда-либо работал в Microsoft Word посвящается