# Основные продуценты плавучих сообществ водорослей меромиктических водоемов

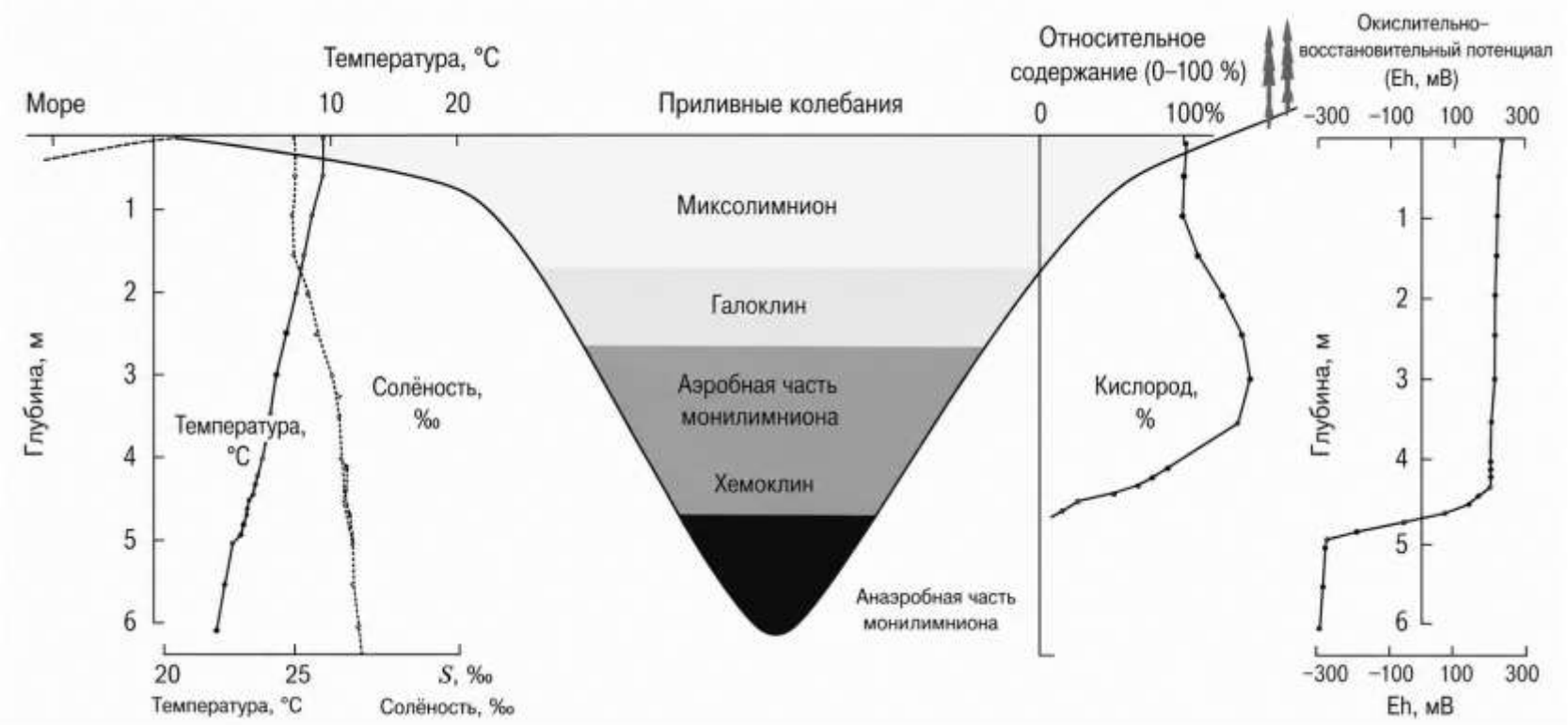
Доклад подготовили
магистранты 2 года обучения
кафедры Микологии и альгологии
Биологического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова
Кухаренко Антон и Корнилова Полина

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 озер — сохраняющаяся в течение длительного времени **разница в плотности воды** (Krasnova, 2021).
- В меромиктических озерах развиваются **специфические сообщества микроорганизмов**, характерные для отдельных слоев воды.




По Krasnova, 2021

# Введение

- Несмотря на растущий интерес к изучению меромиктических озер, **на сегодняшний день** существует **мало работ**, **посвященных альгофлоре таких водоемов**.
- Меромиктические водоемы интересны также и потому, что плавучие сообщества нитчаток и ассоциированных с ними микроводорослей (и других микроорганизмов) **переносят это эпифитное сообщество между слоями воды**.

Лагуна на по-ове мыс Зелёный

# Цель работы

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

**<u>Задачи</u>:**

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

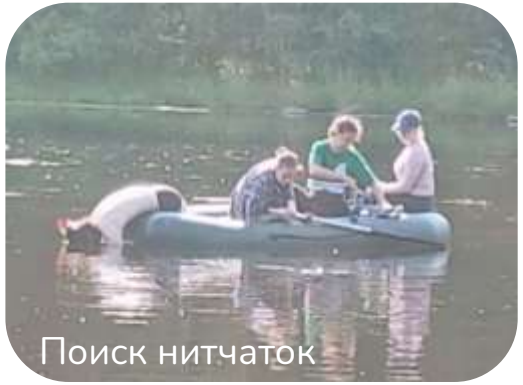
Точки сбора материала в лагуне на полуострове Зеленый мыс

# 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** (**возбудающий 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

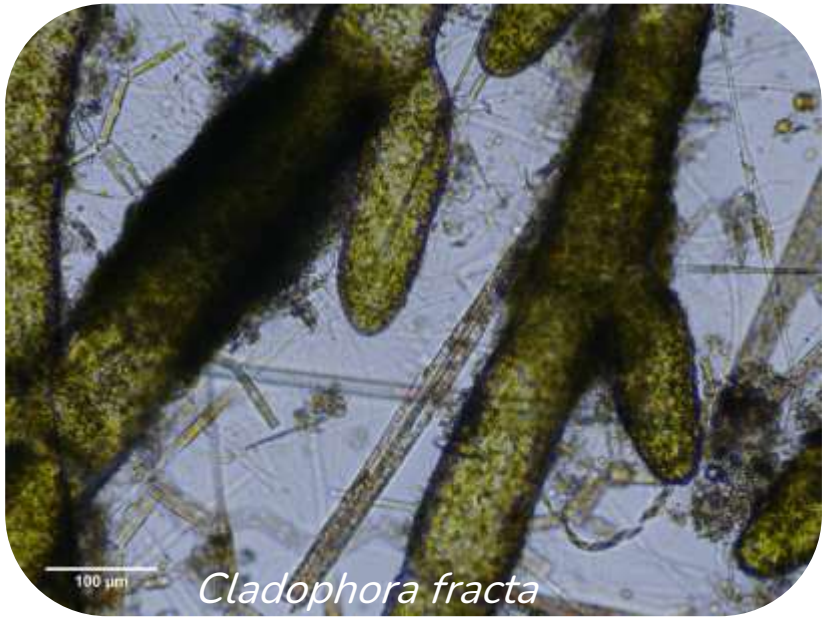
Поиск нитчаток

# Результаты и обсуждение

## Описание видового состава сообществ плавучих нитчаток

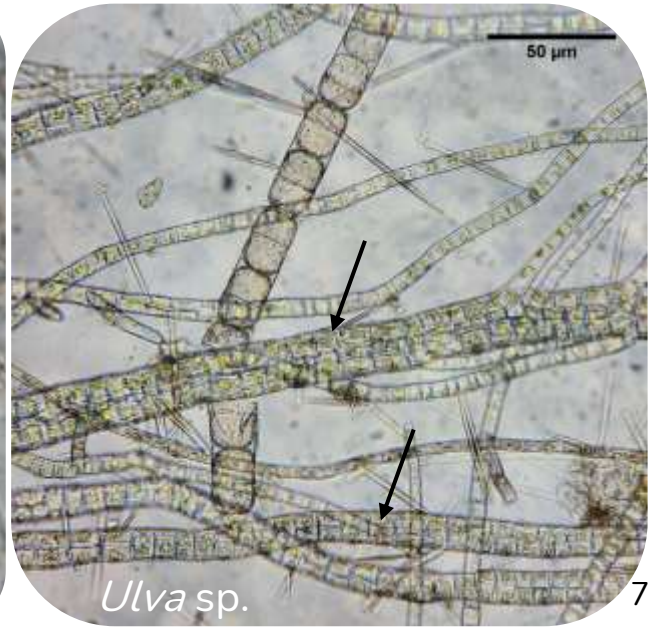
- В результате работы в исследуемых гидробиоценозах нитчаток **озера Кисло-сладкое** было найдено **17 видов** из **17 родов**, **16 семейств**, **13 порядков**, **8 классов** и **5 отделов**.
- В образцах из **лагуны на мысе Зеленый** было найдено **34 вида** из **28 родов**, **23 семейств**, **19 порядков**, **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) Kützing и диатомовая водоросль ***Berkeleya* cf. *rutilans*** и в одной пробе – ***Ulva*** sp.

*Rhizoclonium riparium*



*Cladophora fracta*

*Berkeleya* cf. *rutilans*



*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 было ассоциировано большое количество **цианобактерий** и **диатомовых водорослей**. Встречались представители отделов Dinophyta, Euglenophyta, Chlorophyta.

*Navicula* cf. *radiosa*

*Rhizoclonium riparium*

### 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 ***Berkeleya* cf. *rutilans***. В одной пробе доминантом была ***Ulva* sp**.
- В пробах, собранных **в протоке**, наибольшего обилия достигала ***Cladophora fracta*** и в одном образце — ***Berkeleya* cf. *rutilans***.
- Сообщество обрастателей было представлено преимущественно диатомовыми водорослями.

*Berkeleya* cf. *rutilans* с обрастателем

*Ulva* sp.

# 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 в перемешиваемой воде с достаточно высокой соленостью (Dodds and Gudder, 1992).
- ***Berkeleya* cf. *rutilans*** встречается в солоноватых водах в качестве обрастателя (Lange-Bertalot et al., 2017), возможно, в случае лагуны на п-ове Зеленый мыс этот вид образует большую биомассу из-за высокого содержания в воде кремния.

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

| Озеро Кисло-сладкое | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **глубина, м/параметр** | S‰ in situ | pH | $O_2$, мл/л | $O_2$, % | T°C | Si, мкМоль/л | P, мкМоль/л | $NO_2$, мкМоль/л | $NO_3$, мкМоль/л | $NH_4$, мкМоль/л | Eh (редокс-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, м/параметр** | S‰ in situ | pH | $O_2$, мг/л | $O_2$, % | T°C | Si, мкМоль/л | P, мкМоль/л | $NO_2$, мкМоль/л | $NO_3$, мкМоль/л | $NH_4$, мкМоль/л | Eh (редокс-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 |

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

- Измерения показали, что **наибольший квантовый выход** наблюдается в скоплениях нитчаток 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 сообщества нитчаток в толще воды** | | | |
|---|---|---|---|
| | **У поверхности** | **Под поверхностью** | **На глубине 0,5 м и более** |
| **Среднее** | 0.168 | 0.181 | 0.411 |
| **Измерения Fv/Fm** | 0.191 | 0.223 | 0.306 |
| | 0.158 | 0.14 | 0.444 |
| | 0.199 | 0.179 | 0.483 |
| | 0.124 | | |

Результаты измерений Waltz DIVING-PAM-II/R

# Выводы

1) Между разными точками сбора нитчаток в пределах озера Кисло-сладкое и лагуны у п-ова Зеленый мыс **практически нет различий в составе водорослей-доминантов**.
2) В течение двухлетнего периода (2025-2026 год) возможно изменение видового состава макрофитов-доминантов в пределах меромиктического водоема (произошло **уменьшение обилия *Rhizoclonium riparium* в лагуне** на п-ове мыс Зеленый и **практически полное исчезновение *Cladofora fracta* в поверхностных сообществах нитчаток озера Кисло-сладкое)**.
3) **Причины различий** в видовом составе доминантов в двух исследованных водоемах заключаются в различной **устойчивости видов-доминантов** к изменениям солености и других гидрологических параметров.
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 в **меромиктических водоемах остаются слабо изученными**. **Описание видового состава** таких гидробиоценозов может привести к **открытию новых видов и расширению знаний** об **устойчивости** известных к разным уровням **солености** и других **гидрологических параметров**.

# Спасибо за внимание!

## Вот на таком транспорте должны ездить альгологи:)