

# ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗА 2024 ГОД



ФОТО М. ЯХНЕНКО

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



## СОДЕРЖАНИЕ

Базовые проекты 2021-2025 .....	3
Крупный научный проект Минобрнауки России .....	24
Проекты Российского научного фонда .....	28
Приборная база.....	44
Экспедиционные работы.....	48
Публикации, мероприятия, популяризация деятельности .....	55
Научное сотрудничество .....	60
Молодежь ЛИН СО РАН .....	63

# БАЗОВЫЕ ПРОЕКТЫ 2021-2025





# ИССЛЕДОВАНИЕ АДВЕКТИВНОГО И ТУРБУЛЕНТНОГО ВОДООБМЕНА БАЙКАЛА И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКОСИСТЕМУ ОЗЕРА, РИСКИ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0004 / Руководитель: к.ф.-м.н. А.И. Асламов

## Разработка классификации количественных показателей водности главных рек Байкальского бассейна

На основе статистического анализа многолетних рядов предложены количественные оценки условий водности для годовых и месячных значений притока поверхностных вод в озеро Байкал и стока главных рек Байкальского бассейна - Селенги, Верхней Ангары и Баргузина.

Классификация водности основана на обеспеченности рассматриваемых показателей и состоит из семи классов: 1) катастрофически высокая водность, 2) высокая, 3) умеренно высокая, 4) средняя, 5) умеренно низкая, 6) низкая и 7) катастрофически низкая. Дифференцированы также характеристики максимального (весеннее половодье и дождевые паводки) и минимального (зимняя и летняя межень) стока рек.

Учитывая отсутствие законодательно утвержденных критериев водности, полученные оценки позволяют оперировать численными значениями высокой или низкой водности и исключают неоднозначность их толкования.

### Публикации:

Sinyukovich V.N. Indicators of high and low inflow to Lake Baikal and the runoff of its main rivers // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №3. - p. 181-194. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-3-181](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-3-181)

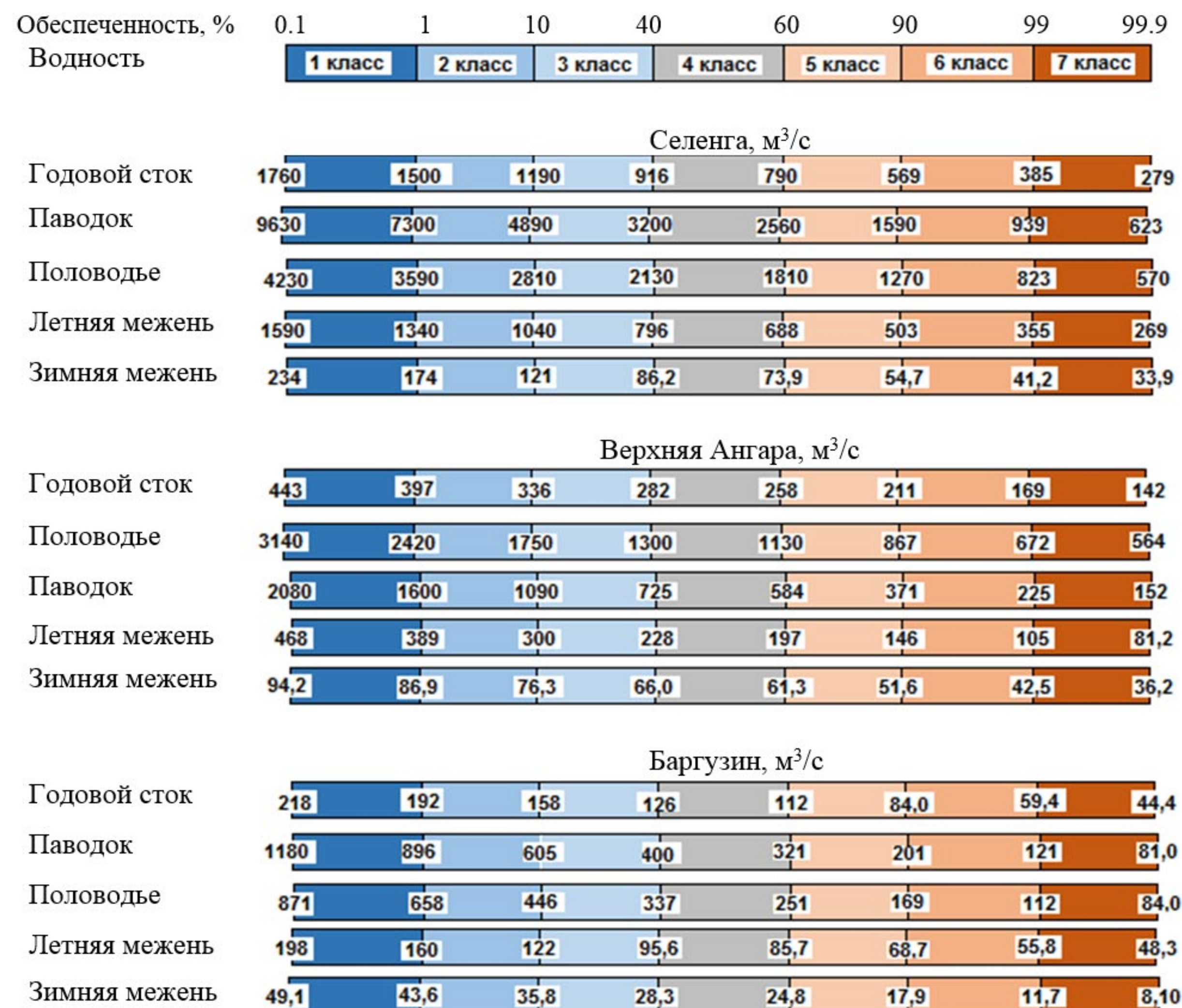


Рис.1. Границы классов водности основных характеристик речного стока.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИЙ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В СЕЗОННЫХ И ДОЛГОВРЕМЕННЫХ АСПЕКТАХ В КОНТЕКСТЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ И АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0005 / Руководитель: д.г.-м.н. А.П. Федотов

## Формирование химического состава вод Северного Байкала и факторы его определяющие

Представлены результаты многолетних исследований химического состава вод Северного Байкала и впадающих в него рек. Показано, что влияние речных вод на формирование химического состава вод в этой части озера прослеживается на расстоянии 1-3 км от песчаной косы (о-в Ярки), отделяющей дельты рек Верхней Ангары и Кичеры от Байкала. Весной и в начале лета распространение речных вод в озере ограничивается термобаром. Летом в зоне смешения формируется биологический барьер, где регистрируются минимальные концентрации биогенных элементов и максимальное содержание фитопланктона. В зимний период на мелководье выявлены повышенные концентрации фосфора, что указывает на загрязнение донных отложений и вторичное загрязнение вод. Повышенное содержание фосфора в воде может служить признаком эвтрофикации Северного Байкала.

**Публикации:**  
Томберг И.В., Сорокикова Л.М., Синюкович В.Н., Бессудова А.Ю. Формирование химического состава вод Северного Байкала в зоне смешения с водами притоков // *Метеорология и гидрология*. 2024. - №3. - С. 1-13. DOI: [10.52002/0130-2906-2024-3-98-110](https://doi.org/10.52002/0130-2906-2024-3-98-110)

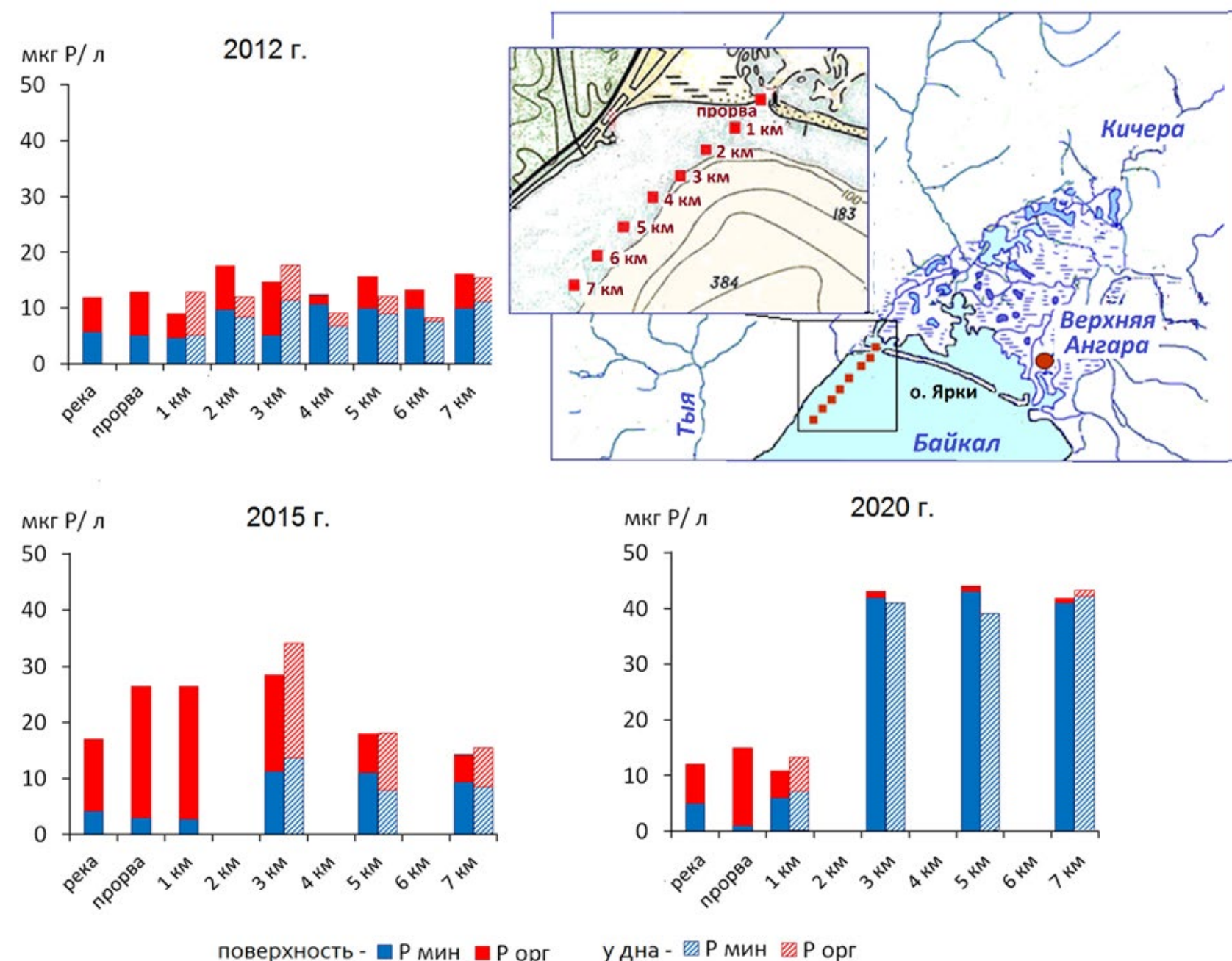


Рис.1. Изменение концентраций кремния, азота и фосфора в р. Верхняя Ангара, Душкочанской прорве и на акватории Ангаро-Кичерского мелководья зимой.

## Экстремальные явления в бассейне озера Байкал: тропические ночи и жаркие дни как индикаторы потепления климата

Впервые на основе анализа температуры воздуха с мая по сентябрь за период 1966-2022 гг. (57 лет) в районе озера Байкал выявлены такие экстремальные явления, как тропические ночи и жаркие дни. Выделены две группы станций, которые отличаются по количеству и распределению тропических ночей и жарких дней. Первая группа, включающая внутри-материковые и прибрежные станции, характеризуется более высокими значениями частоты встречаемости тропических ночей (среднее за период 0,21-1,68 дней) и жарких дней (0,74-8,05 дней). Вторая группа, состоящая из прибрежных, высокогорных и островных станций, характеризуется преимущественно тропическими ночами (среднее за период 0,19-0,26 дня). После 1990 года эти экстремальные явления стали более частыми.

### Публикации:

Potemkina T., Potemkin V. Extreme phenomena in the Lake Baikal basin: tropical nights and hot days as indicators of climate warming (Eastern Siberia, Russia) // *Theoretical and Applied Climatology*. 2024. DOI: [10.1007/s00704-024-05031-4](https://doi.org/10.1007/s00704-024-05031-4)

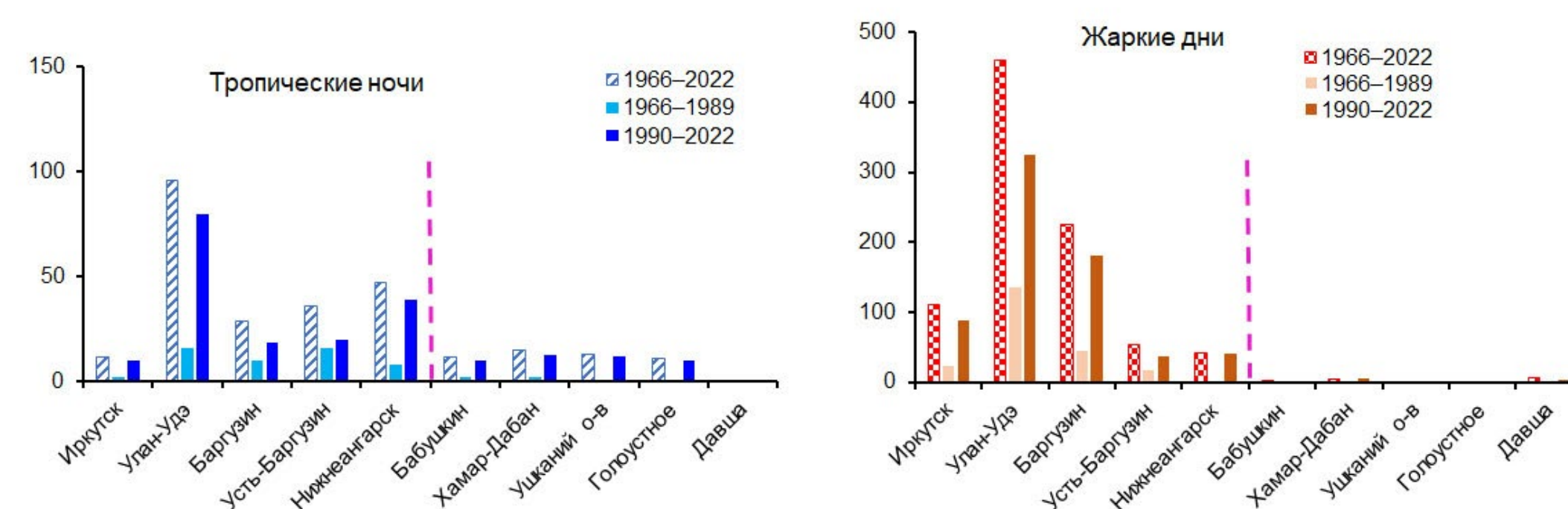


Рис.2. Общее количество тропических ночей и жарких дней (дни) за весь период наблюдений 1966–2022 гг. и за отдельные интервалы 1966–1989 и 1990–2022 гг. Пунктирная линия разделяет две группы исследуемых станций.



# ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРАТНЫХ, НЕФТЯНЫХ И ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ, И СОПРЯЖЕННЫХ С НИМИ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ В ОЗЕРЕ БАЙКАЛ

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0006 / Руководитель: д.б.н. Т.И. Земская

## Микробные сообщества в зоне флюидопотоков в донных отложениях озера Байкал

Доказано влияние флюидопотоков на разнообразие и структуру микробных сообществ в осадках метанового гидратоносного сипа Красный Яр. На сообщества наиболее существенное влияние оказывали нисходящие потоки, обогащенные кислородом и аэробными бактериями и поступающие из придонной области по каналам до глубины около 2 м ниже дна. Влияние противоположных флюидопотоков, направленных из глубинной зоны к поверхности дна, было менее значимым и проявлялось в распределении анаэробных архей. Вне каналов разнообразие как бактерий, так и архей по глубине кернов было сходно с таковыми в осадках других районов: на всех исследованных глубинах осадочной толщи выявлялись метилотрофные метаногены и микроорганизмы, участвующие в разных этапах ферментации органического вещества.

### Публикации:

Zemskaya T.I., Lomakina A.V., Pogodaeva T.V., Bukin S.V., Kolesnikov P.M., Shubenkova O.V., Khabuev A.V., Khlystov O.M. *Microbial communities in the fluid migration zone in the sediments of the Krasny Yar methane seep (South Baikal)* // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №4. - p. 1155-1179. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-1155](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-1155)

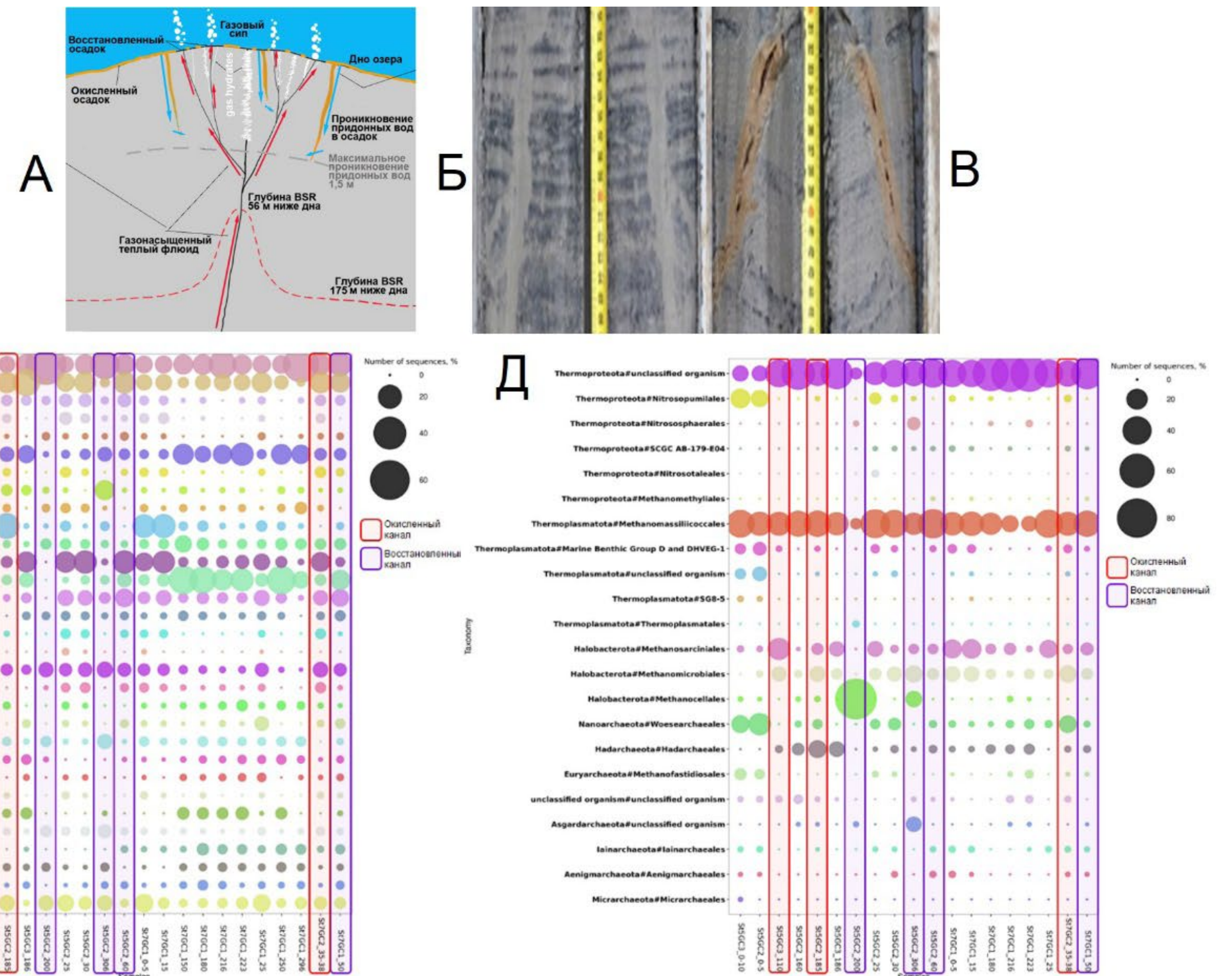


Рис.1. Схема миграции флюидов в метановом сипе Красный Яр (А); Восстановленный канал (Б); Окисленный канал (В); Средняя относительная численность (16S rRNA) ключевых бактериальных (Г) и архейных (Д) таксонов в сообществах из разных слоев донных осадков метанового сипа Красный Яр.



### Трофический статус и качество воды пролива Малое Море

Представлены результаты двухлетнего исследования структуры и численности планктона в проливе Малое Море озера Байкал. Это место является зоной повышенной антропогенной нагрузки, поскольку популярно среди туристов. Полученные оригинальные данные в сравнении с предыдущими сведениями позволили выявить недавние изменения в структуре планктона, оценить трофическое состояние пролива и качество его воды. Было установлено, что в пелагической зоне трофическое состояние повышается в годы обильного развития криофильных байкальских диатомовых водорослей и снижается в малопродуктивные годы, в то время как в литоральной зоне ситуация обратная. Качество воды в проливе оценивалось с использованием метода биоиндикации: в пелагиали оно соответствовало 1-му классу, “чистая зона”, а в прибрежной зоне – классам 1 и 2 от “чистой” до “зоны удовлетворительной чистоты”.

### Публикации:

Bondarenko N.A., Penkova O.G., Zaitseva Y.P., Sheveleva N.G. Trophic state and water quality of the Maloe More Strait, Lake Baikal // Acta Biologica Sibirica. 2024. - V. 10. - p. 489-505. DOI: [10.5281/zenodo.11220593](https://doi.org/10.5281/zenodo.11220593)

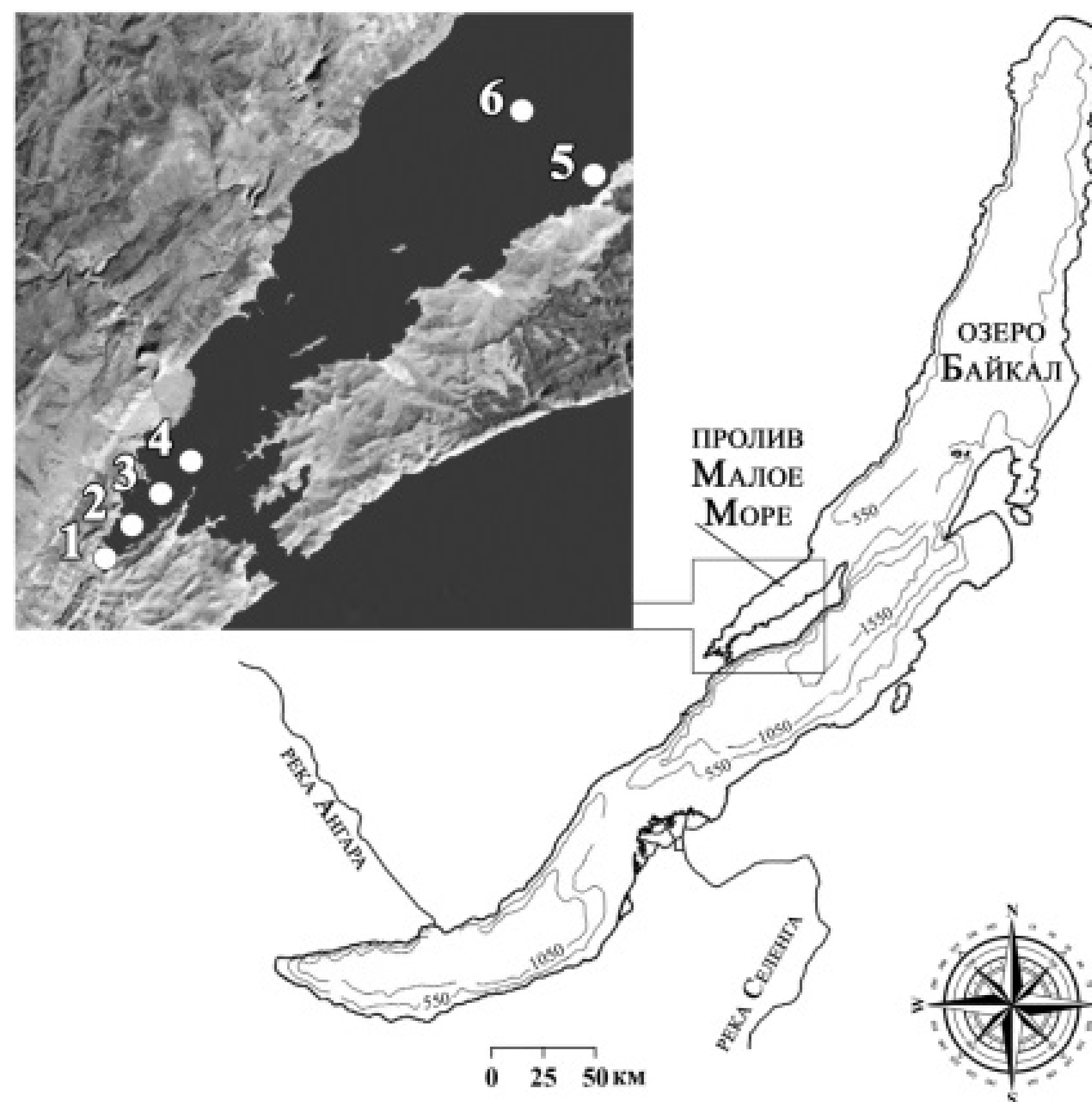


Рис.1. Схема станций отбора проб.

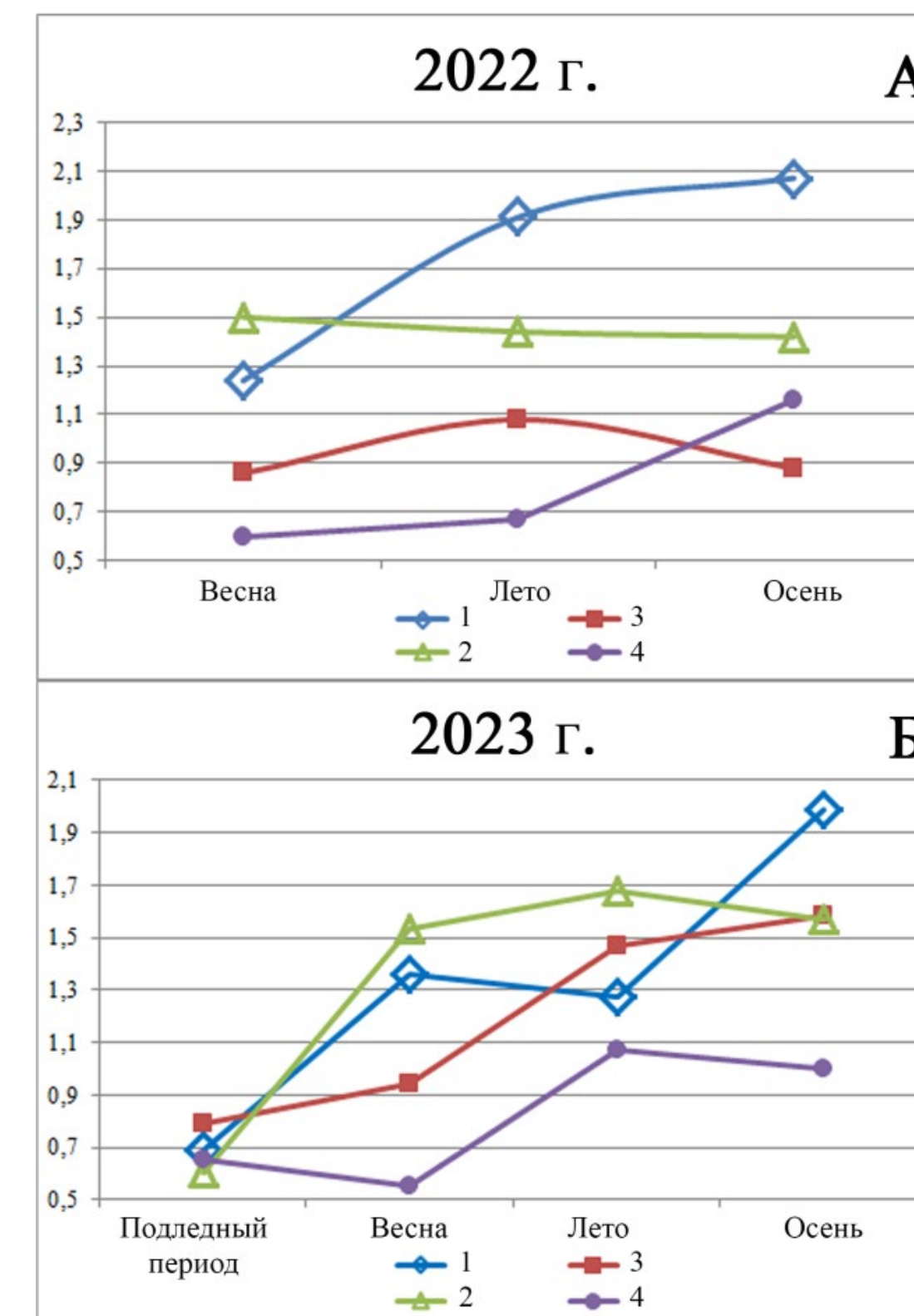


Рис.2. Индекс сапробности в проливе Малое Море в 2022-2023 г.

1 – фитопланктон в зал. Мухор, 2 – зоопланктон в заливе Мухор;

3 – фитопланктон в пелагиали, 4 – зоопланктон в пелагиали.

## Новые сведения по фауне беспозвоночных озера Байкал

Обобщены сведения по мировой фауне нематод рода *Tobrilus* Andrassy, 1959, в составе которого 29 валидных видов. Большинство из них широко распространены в пресных и солоноватых водоемах, в Байкале обитают 12 видов (10 эндемичны). Составлена определительная таблица, дан ключ для определения видов. Описаны 5 новых для науки видов микротурбеллярий, 2 вида гарпактикоид, 2 вида нематод, что существенно дополняет состав уникальной фауны озера Байкал. В литорали открытого озера, в бухтах и заливах на гл. <20-25 м обнаружен новый для фауны ветвистоусых ракообразных Байкала вид *Chydorus* sf. *biovatus* Frey, 1985 (рис. 2), известный ранее в северной Америке, Центральной Якутии, на Камчатке. В прибрежье Посольского сора найден палеарктический вид гарпактицид *Canthocamptus* (*Canthocamptus*) *microstaphylinus* Wolf 1905. Это первая находка в Байкале, Байкальском регионе и Сибири в целом, что значительно расширяет зоогеографический ареал вида.

### Публикации:

Naumova T.V., Gagarin V.G. Review of the Species of the Genus *Tobrilus* (Nematoda, Triplonchida) // *Inland Water Biology*. 2024. - V. 17. - №4. - p. 534-542. DOI: [10.1134/S1995082924700184](https://doi.org/10.1134/S1995082924700184)

Алексеева Т.М., Фефилова Е.Б., Шевелева Н.Г., Тимошкин О.А. Первая находка *Canthocamptus* (*Canthocamptus*) *Microstaphylinus* wolf 1905 (Harpacticoida, Sorepoda) в прибрежно-соровой зоне озера Байкал // *Зоологический журнал*. 2024. - Т. 103. - №4. - С. 26-35. DOI: [10.31857/S0044513424040037](https://doi.org/10.31857/S0044513424040037)

Алексеева Т.М. *Moraria* (*Baikalomoraria*) *okunevae* sp. n. и *Moraria* (*Baikalomoraria*) *ornofurcata* sp. n. (Sorepoda, Harpacticoida, Canthocamptidae) из озера Байкал // *Зоологический журнал*. 2024. - Т. 103. - №10. - С. 12-29. DOI: [10.31857/S0044513424100026](https://doi.org/10.31857/S0044513424100026)

Naumova T.V., Gagarin V.G. Two New Nematode Species of the Genus *Paramononchus* (Nematoda, Mononchida) from Lake Baikal (Russia) // *Inland Water Biology*. 2025. - V. 18. - №2. - p. 308-316. DOI: [10.1134/S199508292460039X](https://doi.org/10.1134/S199508292460039X)

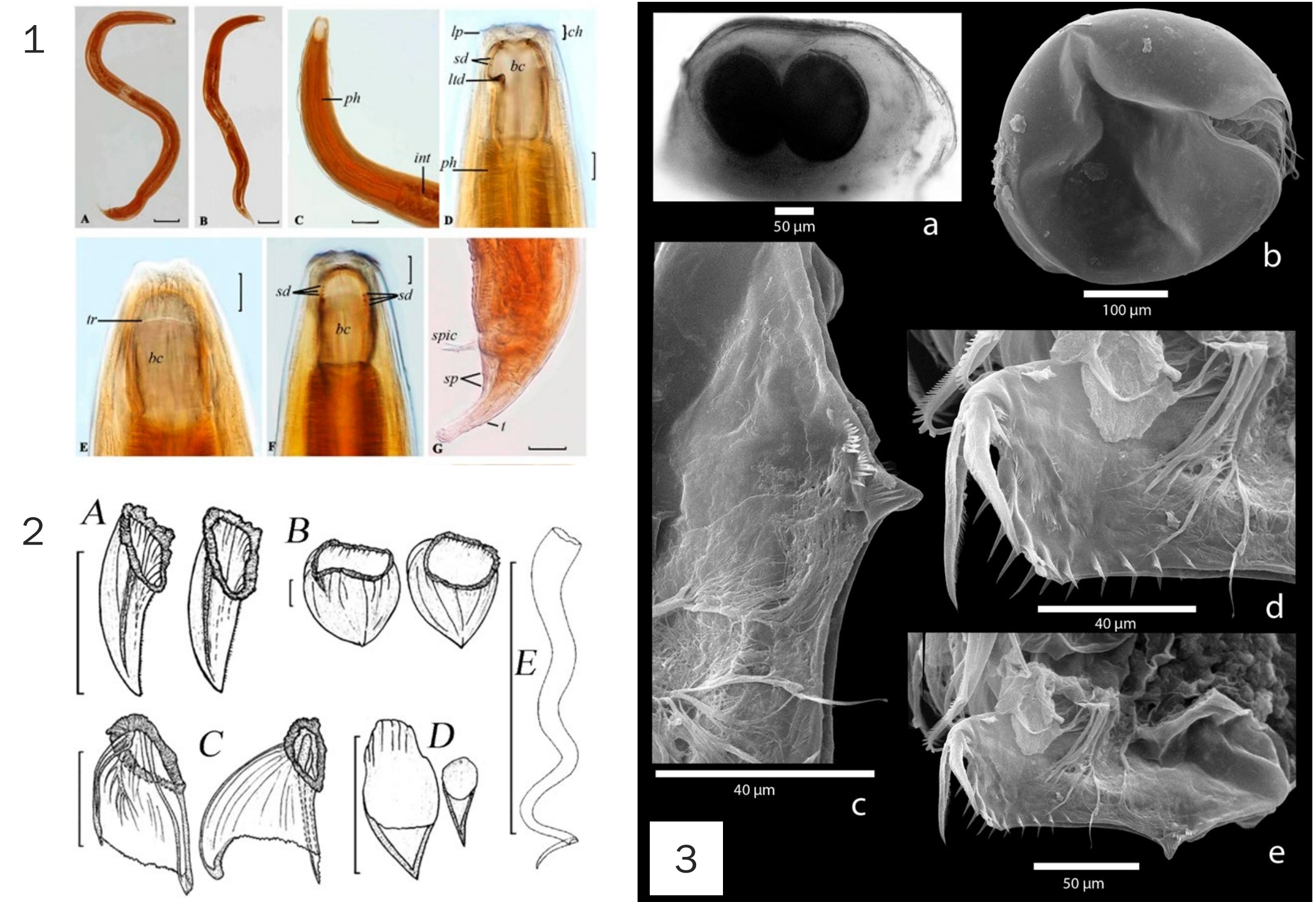


Рис.3. 1. Нематода *Paramononchus obesus* sp.n. – детали строения. 2. Крючья (A–D) и стилет (E) турбеллярий A – *Mariareuterella misharinae* sp. n.; B – *Coulterella takhteevi* sp. n.; C – *Riedelella lukhnevi* sp. n.; D – *Cohenella angelinae* sp. n.; E – *Microstomum rogozini* sp. n. 3. Ракообразный *Chydorus* sf. *biovatus* Frey, 1985, самка, детали строения, СЭМ фотографии.



Рис.4. СЭМ-фотографии самок *Moraria* (*Baikalomoraria*) *okunevae* sp. n. (A) и *Moraria* (*Baikalomoraria*) *ornofurcata* sp. n. (B), латерально. Масштаб 300 мкм.



### Новые виды бентосных диатомей

Методами световой и сканирующей электронной микроскопии исследованы морфология и ультраструктура донных диатомей рода *Lacustriella* из оз. Байкал. Сравнение с близкородственными видами выявило уникальные сочетания элементов структуры у двух таксонов, которые описаны как новые для науки *L. concinna* и *L. provecta*. Таким образом, в оз. Байкал обитает 2/3 от известных в настоящее время видов *Lacustriella*, населяющих пресные водоемы мира (Kulikovskiy et al., 2012; Rodionova et al., 2022, 2024).

Приведена история изучения и особенности обитания рода *Diploneis* (Bacillariophyta) в литорали оз. Байкал (Родионова и др., 2024). Морфология и ультраструктура створок иллюстрированы микрофотографиями, полученным с помощью световой и сканирующей электронной микроскопии. Для 114 *Diploneis* приведены видовые и дифференциальные диагнозы. Полученные данные меняют представление о *Diploneis* как о роде, включающем около 700 таксонов, преимущественно обитателей морских экосистем. Восемьдесят шесть *Diploneis* из оз. Байкал не встречены ни в одном другом водоеме, описаны как новые для науки. Линия близкородственных байкальских таксонов обнаруживает элементы структуры, характерные для “букета видов” из оз. Танганьика, и поднимает вопрос о механизмах эволюции и распространения пресноводных *Diploneis*.

#### Публикации:

Rodionova Y.V., Pomazkina G.V., Sherbakova T.A. Two new species of the genus *Lacustriella* (Bacillariophyta) from Lake Baikal // *Phytotaxa*. 2024. - V. 652. - №4. - p. 261-272. DOI: [10.11646/phytotaxa.652.4.2](https://doi.org/10.11646/phytotaxa.652.4.2)

Родионова Е.В., Помазкина Г.В., Щербакова Т.А. // Бентосные диатомовые водоросли рода *Diploneis* озера Байкал : Атлас-определитель. Лихошвай Е.В. - г. Новосибирск : Сибирское отделение РАН. 2024. - 202 с. ISBN: 978-5-6049901-6-2 DOI: [10.53954/9785604990162](https://doi.org/10.53954/9785604990162).

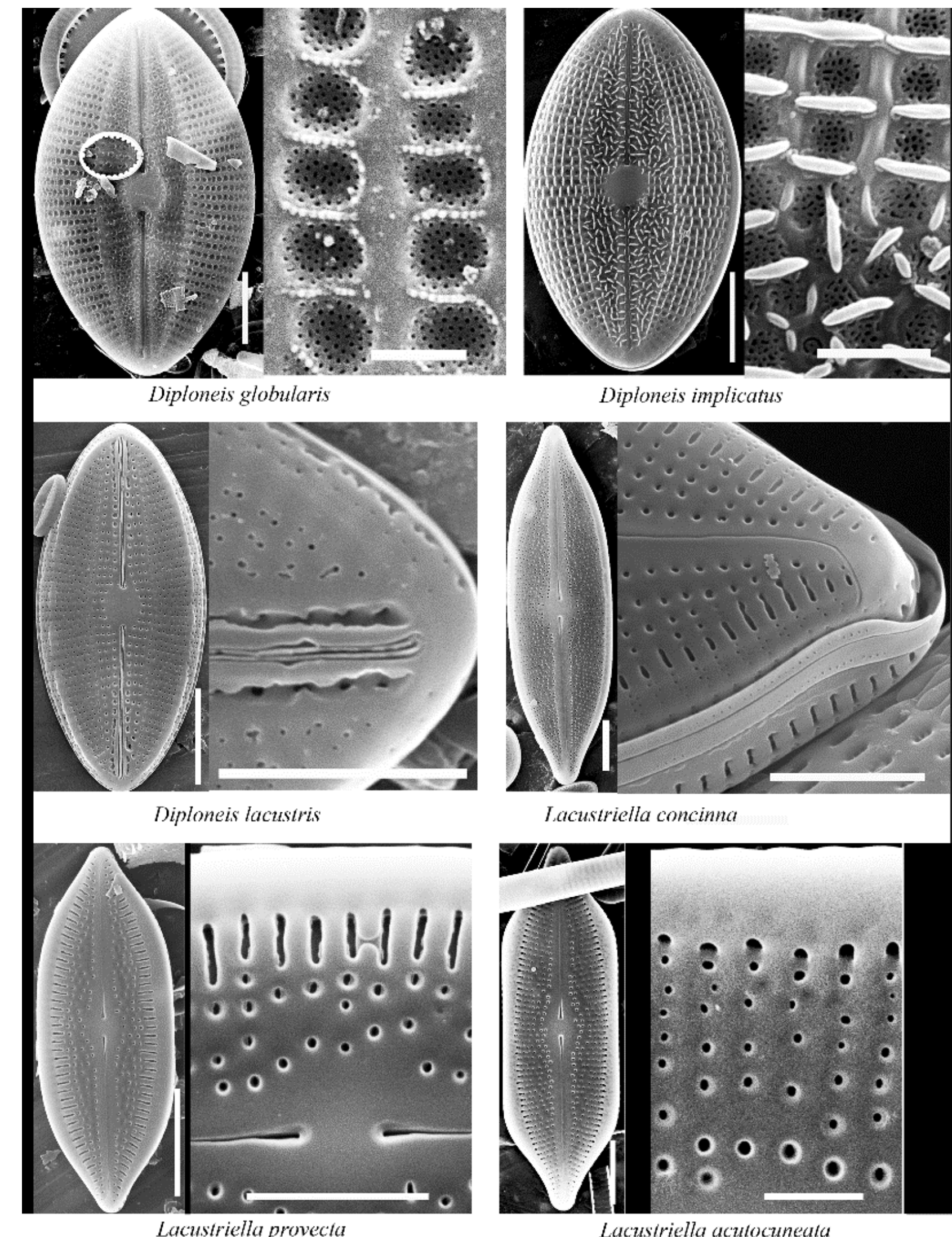


Рис.1. Представители родов *Lacustriella* и *Diploneis*

### Оценка качества вод и экологического состояния крупных озер г. Якутска (оз. Сайсары, оз. Сергелях)

Проведена комплексная оценка качества вод озер Сайсары и Сергелях, расположенных в черте города Якутска, в конце подледного периода 2021 г. (рис. 1). Наибольший уровень загрязнения обоих озер зафиксирован по Мп (10,5-105 ПДК) и органическому веществу (до 9 ПДК). По биогенным компонентам (азот, фосфор) оз. Сайсары попала в категорию грязных и эвтрофных водоёмов, а оз. Сергелях – в категорию загрязненных и мезотрофных. Общее бактериальное загрязнение оз. Сайсары также было выше (VI класс качества, категория очень грязных вод), чем оз. Сергелях (V класс качества, категория грязных вод), однако содержание санитарно-показательных (*E. coli* и рода *Enterococcus*) и органотрофных (ОМЧ22, ОМЧ37) бактерий в оз. Сергелях было на порядок выше, чем в оз. Сайсары, и превышало все российские нормативы, установленные для поверхностных вод. Полученные результаты указывают на необходимость принятия мер по улучшению качества вод исследованных озер, поскольку они находятся в черте г. Якутска и имеют большое культурно-бытовое и рекреационное значение. Озеро Сайсары входит в список уникальных озер Якутии и имеет сакральную ценность для народа саха.

#### Публикации:

Chebykin E.P., Malnik V.V., Tomberg I.V., Kopyrina L.I., Suturin A.N., Zakharova Yu.R. Water quality and ecological state estimate of large lakes of Yakutsk City (Lake Saysary, Lake Sergelyakh) in the end of ice period in 2021 // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №4. - p. 834-863. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-834](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-834)

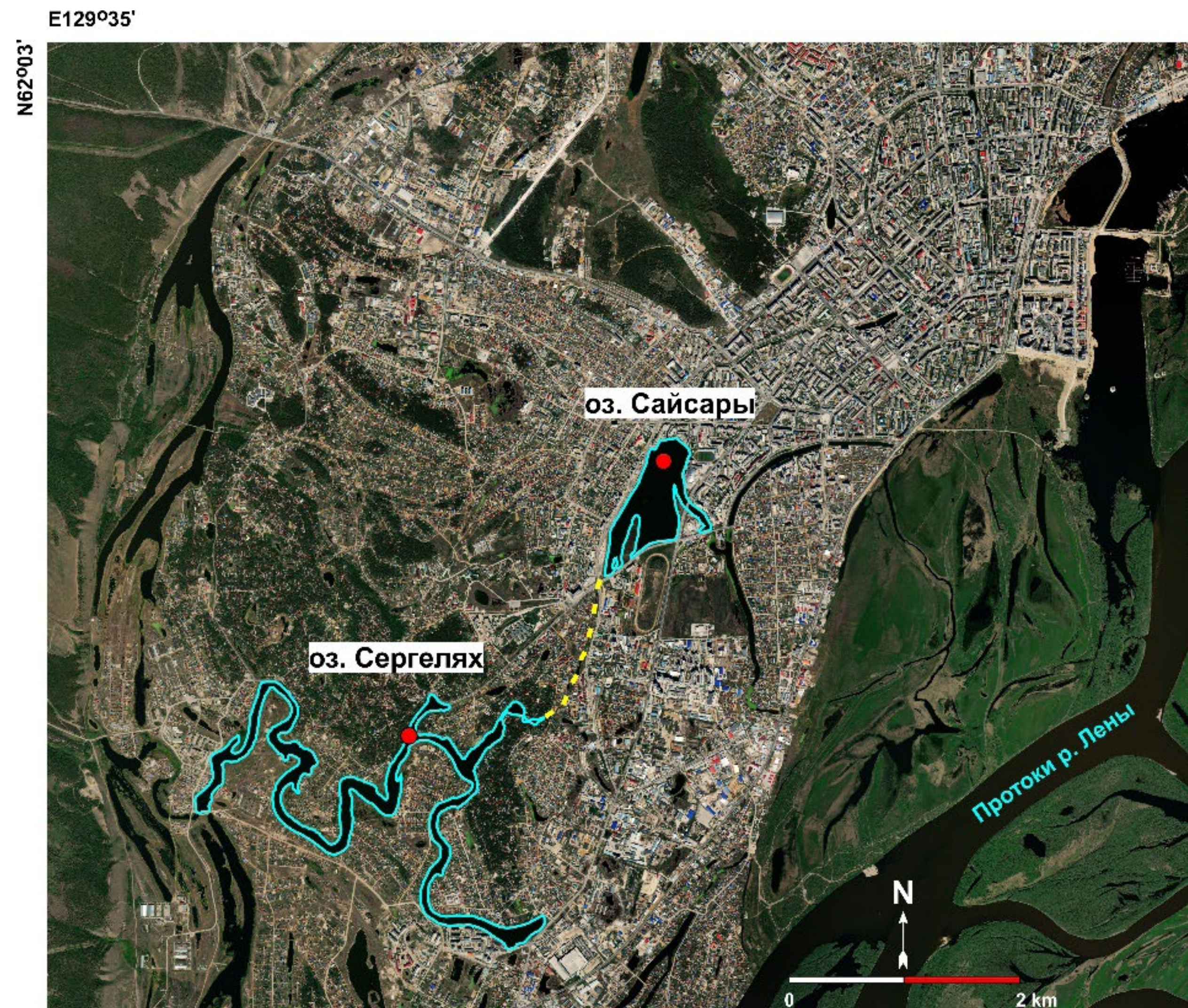


Рис.2. Озёрно-речная сеть г. Якутска. Станции отбора проб показаны красными кружками. Жёлтой пунктирной линией показан канал, связывающий оз. Сергелях с оз. Сайсары. Космоснимок взят из открытых источников (ресурс SASPlanet)

### Элементный состав водорослей рода *Spirogyra* литорали оз. Байкал

Методом ИСП-МС определен элементный состав байкальских бентосных водорослей и водорослей рода *Spirogyra*, массовая вегетация которых отмечена в последнее десятилетие в литорали оз. Байкал. По элементному составу водоросли рода *Spirogyra* отличаются от байкальских бентосных водорослей более высоким содержанием Li, Na, Mn, Ba. В составе бентосного морфотипа спирогиры, доминирующей на участках каменистой литорали (*Spirogyra* “morphotype 1”) – Na ~ K ~ Ca ~ S ~ Ba > Mg ≥ P > Mn ≥ Cl; в составе неприкрепленных ко дну *Spirogyra* spp. из притоков, неглубоких бухт и заливов с мягкими донными грунтами – Na > K ≥ Ca ~ S ~ P ~ Ba ≥ Mg, Cl > Mn. В массе спирогиры по сравнению с байкальскими бентосными водорослями в десятки, сотни раз увеличилась интенсивность поглощения из водной среды и аккумуляция Mn, Ba, Na, Li, в несколько раз – Co,

Cd, Zn и Ni. Установлено, что максимальное суммарное содержание ( $\Sigma C$ ) всех определяемых элементов,  $\Sigma C$  Na Mg P S Cl Ca Li Al Si Mn Zn Ba,  $\Sigma C$  Na Cl P Mn характерны для *Spirogyra* “morphotype 1”, доминирующей на участках литорали, расположенных возле наиболее мощных источников хозяйственно-бытовых стоков.

#### Публикации:

Куликова Н.Н., Чебыкин Е.П., Волкова Е.А., Тимошкин О.А., Сутурин А.Н. Элементный состав водорослей рода *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Charophyta) литорали оз. Байкал // Водные ресурсы. 2024. - Т. 51. - №1. - С. 125-142. DOI: [10.31857/S0321059624010113](https://doi.org/10.31857/S0321059624010113)

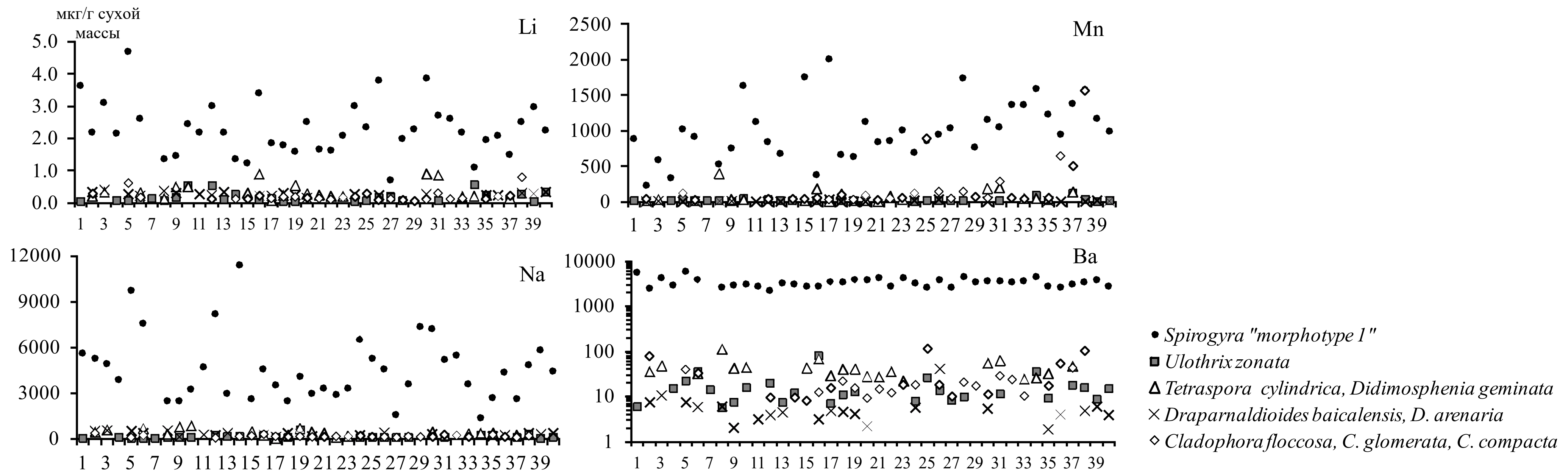


Рис.3. Содержание Li, Na, Mn, Ba в *Spirogyra* “morphotype 1” и типичных байкальских бентосных водорослях (1–40 – станции отбора проб) (1-5. з-в Лиственничный, п. Листвянка; 6. м. Березовый; 7-9. п. Большие Коты; 10. п. Большое Голоустное; 11. б. Песчаная; 12. п. Бугульдейка; 13. б. Ая; 14. п. Сахюрта; 15. р. Сарма; 16. м. Хорин-Ирги; 17. п. Хужир, м. Шаманка; 18. м. Елохин; 19. м. Коврижка; 20. м. Котельниковский; 21. м. Красный Яр; 22. с. Байкальское; 23. м. Лударь; 24. губа Слюдянская; 25. б. Сеногда; 26. п. Заречный; 27. р. Тыя (русло, устье); 28. г. Северобайкальск; 29. п. Нижнеангарск; 30. б. Фролиха; 31. б. Ая; 32. губа Томпуда; 33. п. Максимиха; 34. п. Турка; 35. г. Бабушкин; 36-38. напротив территории БЦБК; 39. напротив устья р. Бабхи, гл 4 м; 40. п. Култук).



# ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ИЗБРАННЫХ ГЕНОВ И БЕЛКОВ БАЙКАЛЬСКИХ ДИАТОМЕЙ МЕТОДАМИ БИОИНФОРМАТИКИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0009 / Руководитель: к.б.н. Д.П. Петрова

## Генетическое разнообразие популяций пресноводных диатомовых водорослей *Ulnaria danica* и *Ulnaria ulna*

Популяции диатомовых водорослей являются генетически неоднородными и представляют собой сочетание разных генотипов. Генетическое разнообразие является необходимым фактором для адаптации к различным условиям окружающей среды. Мы проанализировали генетическое разнообразие на основе последовательностей гена *cox1* видов *Ulnaria danica* (Kützing) Compère & Bukhtiyarova и *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère на примере моноклональных штаммов, выделенные из водоемов Евразии озера Риза, озера Голубое и озера Байкал. При филогенетическом анализе фрагментов гена *cox1* впервые была показана гетерогенность популяций и отсутствие географической изоляции для отдельных генотипов исследуемых видов. Путем анализа генов 18S рРНК и *cox1* установлена возможность горизонтального переноса митохондриальных генов между видами *U. danica*, *U. ulna*, *Fragilaria radians* (Kützing) D.M. Williams & Round и *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal.

### Публикации:

Marchenkov A.M., Nalimova M.A., Zakharova Yu.R., Davidovich N.A., Davidovich O.I., Podunay Yu.A., Petrova D.P. Genetic diversity of freshwater diatom algae populations *Ulnaria danica* (Kützing) Compère & Bukhtiyarova and *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №6. - p. 1471-1490. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-6-1471](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-6-1471)

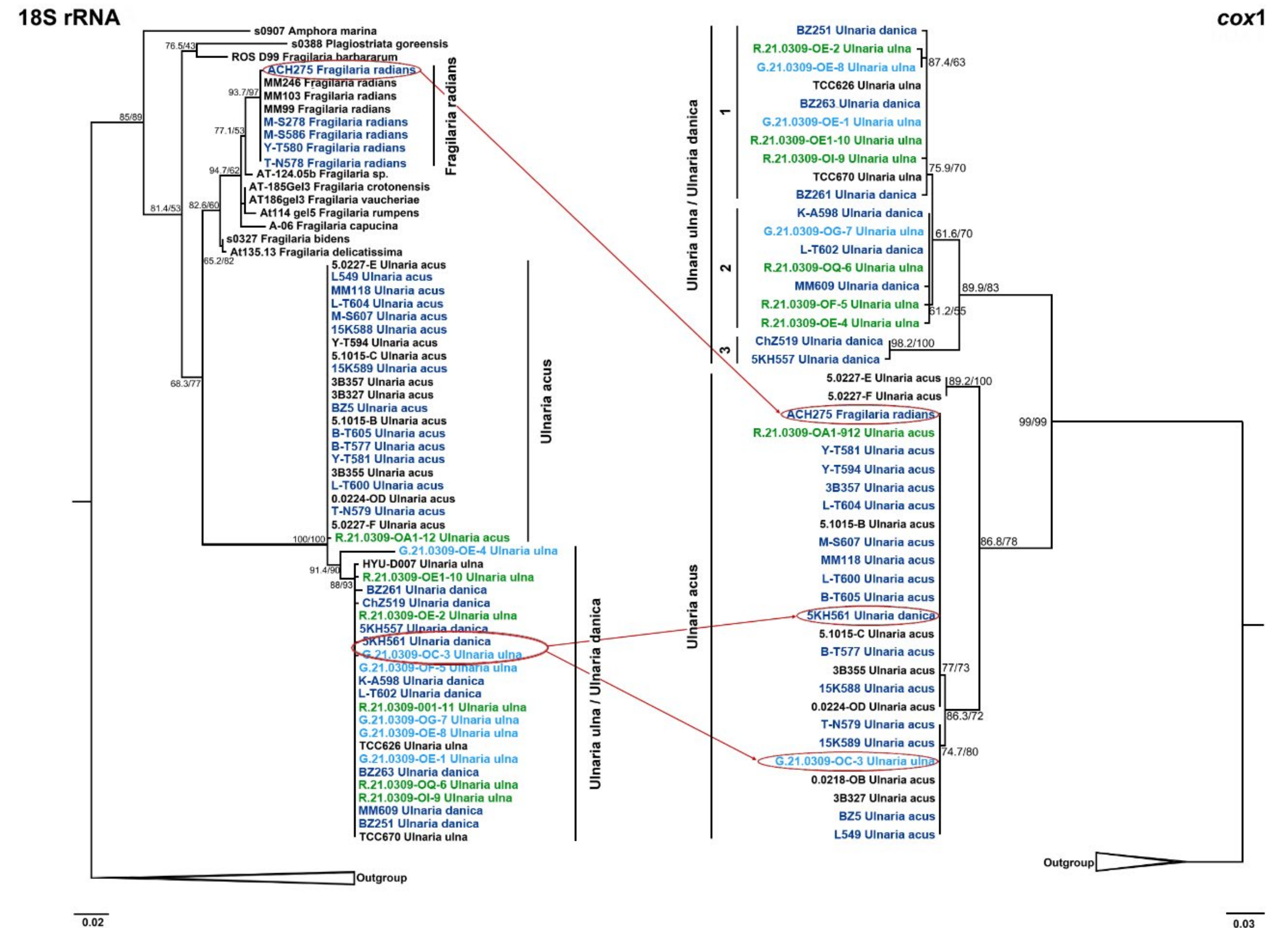


Рис.1. Филогенетическая реконструкция фрагментов гена 18S рРНК и *cox1* представителей родов *Fragilaria* и *Ulnaria*. Штаммы, для которых установлен горизонтальный перенос генов, отмечены красным цветом. Последовательности, полученные в данной работе выделены цветом: синие – Россия, оз. Байкал; зеленые – Абхазия, оз. Риза, голубые – Абхазия, оз. Голубое. 1-3 – генотипы *U. danica* и *U. ulna*.



Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0010 / Руководитель: д.б.н., доцент Д.Ю. Щербаков

### Эукариотические сообщества мшанок Байкальского региона. Митохондриальные геномы.

ДНК метабаркодинг 18S рРНК с применением нанопорового секвенирования показал, что мшанкам, обитающим симпатрически, свойственно своеобразное сообщество ассоциированных с ними эукариот, состав которого зависит от формы колоний (Рис. 1). Сообщество «кустистой» *Plumatella* sp. оказалось более разнообразным, преобладали диатомовые водоросли (60%), инфузории (22%), золотистые водоросли (4%), гидры (3%), хитридиомицеты (1,6%) и коловратки (1%). На «стелюющей» *P. repens* обнаружены одноклеточные водоросли (32%), динофлагелляты (27%), апикомплексы (10,6%), другие классы простейших (амебы, эвглены и др.) (4,6%), из макробеспозвоночных преобладали кольчатые (12,5%) и ленточные черви (4%), моллюски (3%). Обнаружены представители Entoprocta, не отмечавшиеся в водоемах Байкальского региона ранее, что представляет интерес с точки зрения изучения биоразнообразия водоемов.

Для изучения эволюционных историй реликтовых видов в Байкальском регионе расшифрованы митохондриальные геномы для двух видов мшанок, принадлежащих разным классам: *Plumatella repens* (Phylactolaemata) и *Hislopia placoides* (Gymnolaemata). Геномы имеют кольцевую форму, отличаются порядком генов, их ориентацией на тяжелой и легкой цепях, а также положением тРНК и протяженностью некодирующих регионов.

#### Публикации:

Peretolchina T.E., Shcherbakova A.A., Sitnikova T.Ya., Adelshin R.V., Bukin Yu.S. Eukaryotic communities of freshwater bryozoans (Phylactolaemata: Plumatellidae) of the Baikal region // *Limnology and Freshwater Biology*. 2025. - №3. - p. 268-283. DOI: [10.31951/2658-3518-2025-A-3-268](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2025-A-3-268)

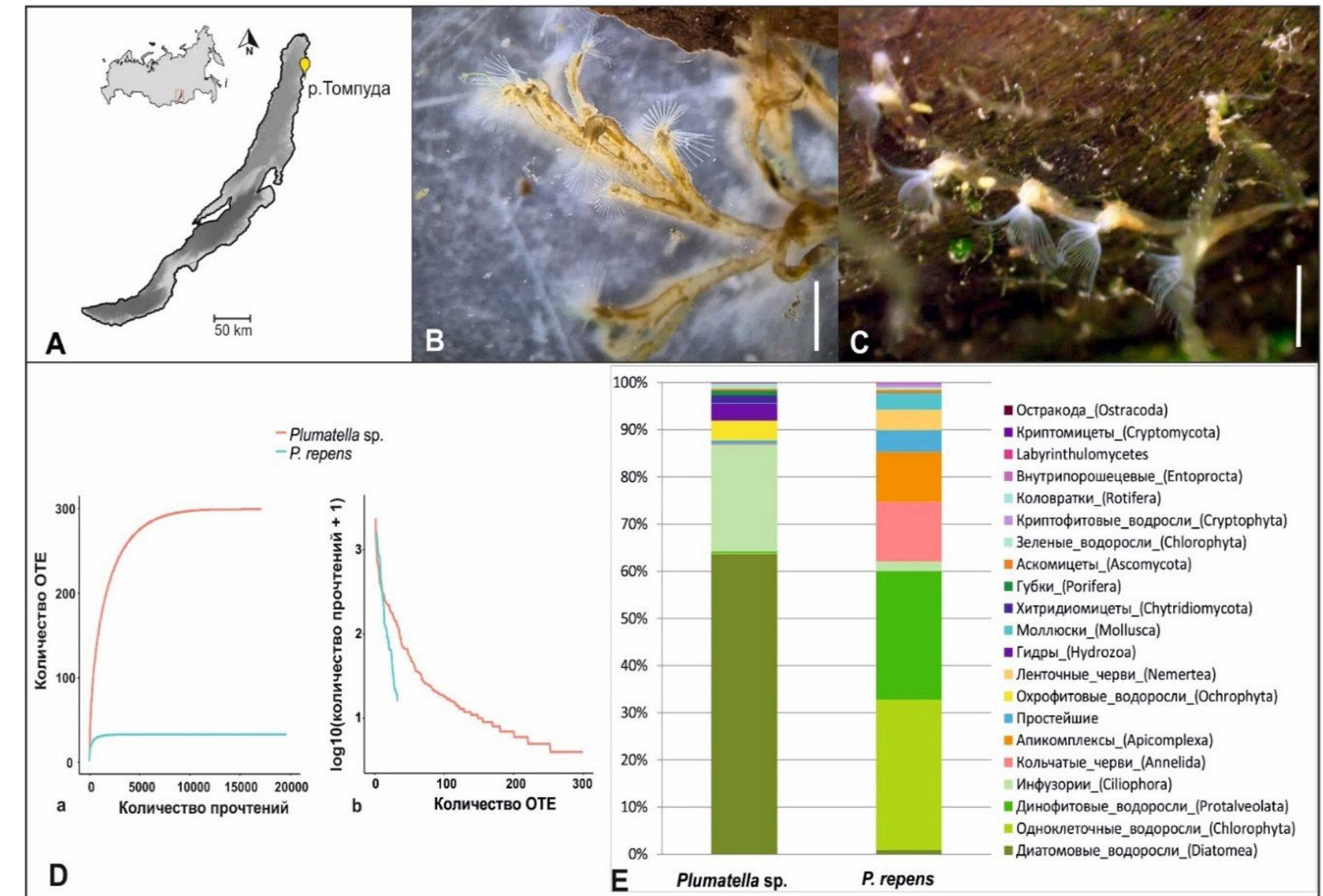


Рис.1. А - Карта оз. Байкал с указанной точкой сбора; В, С - прижизненное фото колоний *Plumatella* sp. и *P. repens*, соответственно. Масштаб - 1 мм; D - кривые насыщения (a) и обилия (b); E - Гистограмма распределения ОТЕ по таксонам высокого ранга для *Plumatella* sp. и *P. repens*.

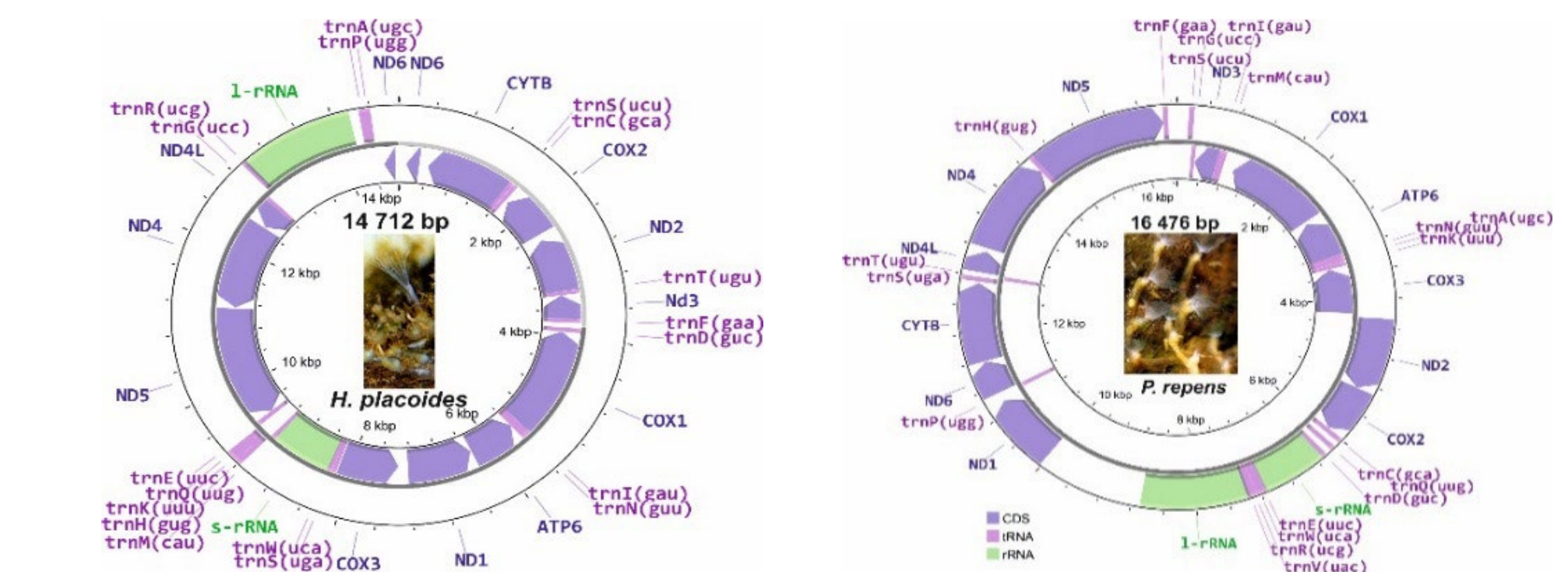


Рис.2. митохондриальные геномы *Hislopia placoides* (A) и *Plumatella repens* (B).



Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0011 / Руководитель: д.б.н., профессор С.И. Беликов

## Влияние *Flavobacterium* sp. на клеточную культуру губки *Lubomirskia baikalensis*

Работа посвящена проблеме массового поражения и гибели эндемичных байкальских губок. Впервые для исследования причин заболевания губок применена модельная клеточная культура губок для экспериментального заражения и выявления изменений в составе симбиотического сообщества. Изолированный штамм бактерий *Flavobacterium* sp. из больной губки *L. baikalensis* является вторичным патогеном (Рис. 1).

Показано, что бактерии обладают секреторной системой T9SS, которая обеспечивает секрецию белков, связанных с вирулентностью, протеазы, ферменты деградации тканей, адгезины, токсины и компоненты стресса. При метагеномном анализе обнаружен рост других бактерий родов *Pauchibacter*, *Nocardia*, *Rhodopseudomonas* и др. (Рис.2), суммарное действие которых приводит к гибели симбиотических водорослей и деструкции тканей губки.

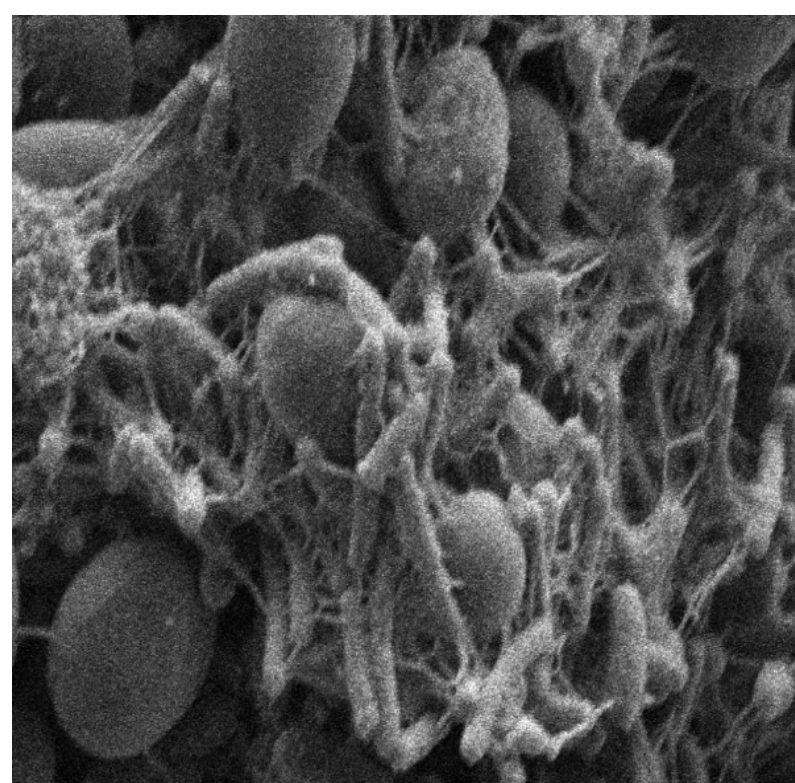


Рис.1. Электронная микроскопия зараженной клеточной культуры губок штаммом *Flavobacterium* sp.

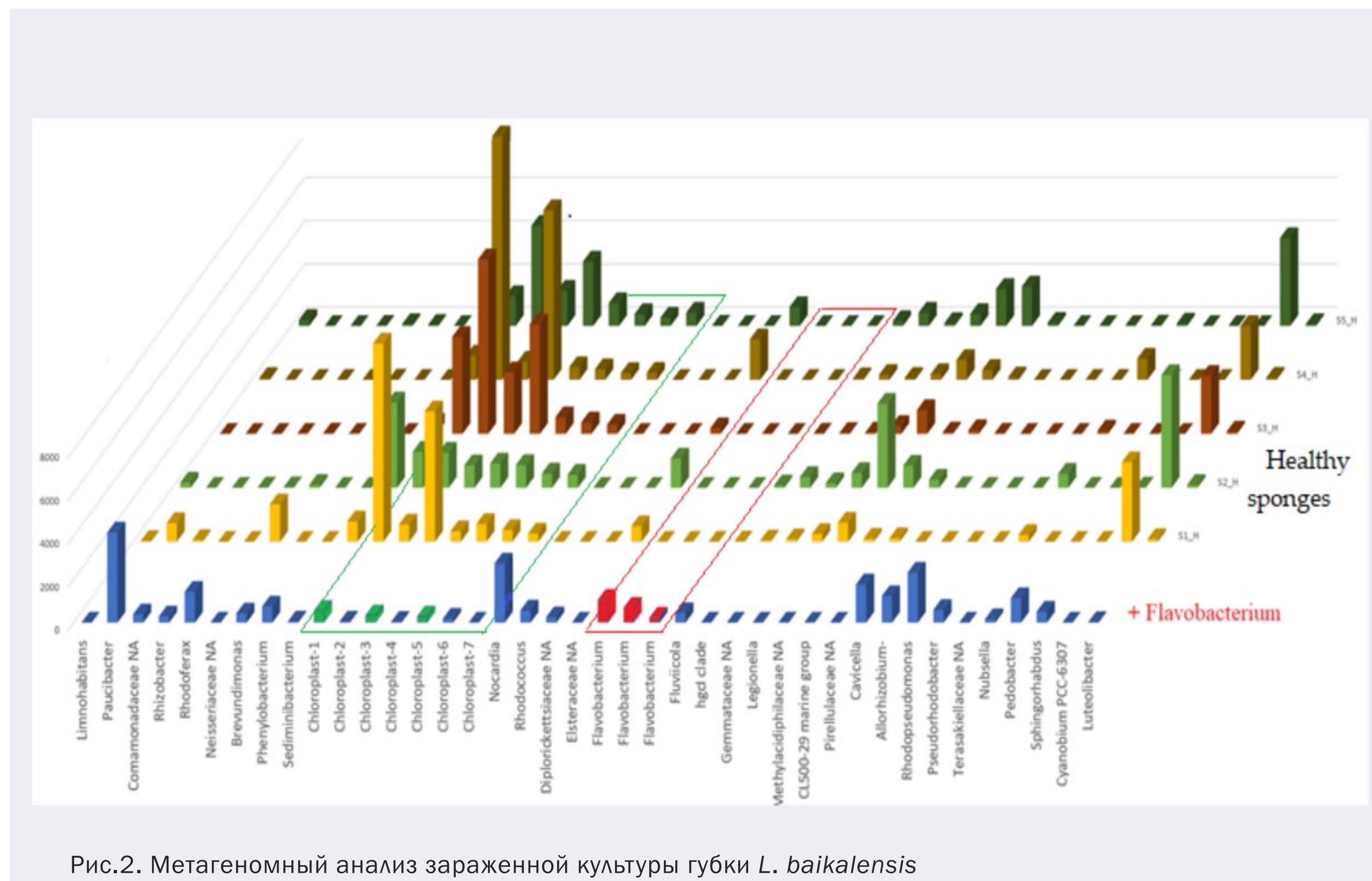


Рис.2. Метагеномный анализ зараженной культуры губки *L. baikalensis*

## Разграничение видов семейства Erpobdellidae с новой интерпретацией родов

Использование разных биоинформатических алгоритмов для разделения молекулярных данных на подмножества видов показало, что филогенетическое разнообразие Erpobdellidae составляет 47 видов против 29, определяемых традиционно. Впервые выявлено семь комплексов криптических видов и многочисленные ошибки таксономической атрибуции в данных, депонированных в GenBank.

Новый вид *Erpobdella sibirica* обнаружен в Восточной Сибири и описан с использованием молекулярного диагноза. Новаторская попытка применить тот же подход к таксонам более высокого ранга показала, что сем. Erpobdellidae, вероятно, состоит из 7 родов, учитывая отмену рода *Motobdella*.

Получение количественных и, следовательно, объективных данных является преимуществом молекулярного подхода, который доказал свою эффективность в распознавании видов и родов у Hirudinea.



Рис.4. Морфология *E. sibirica* (новый вид): живая пиявка с коконом (а), вид фиксированного образца с дорзальной (б) и вентральной (в) стороны тела.

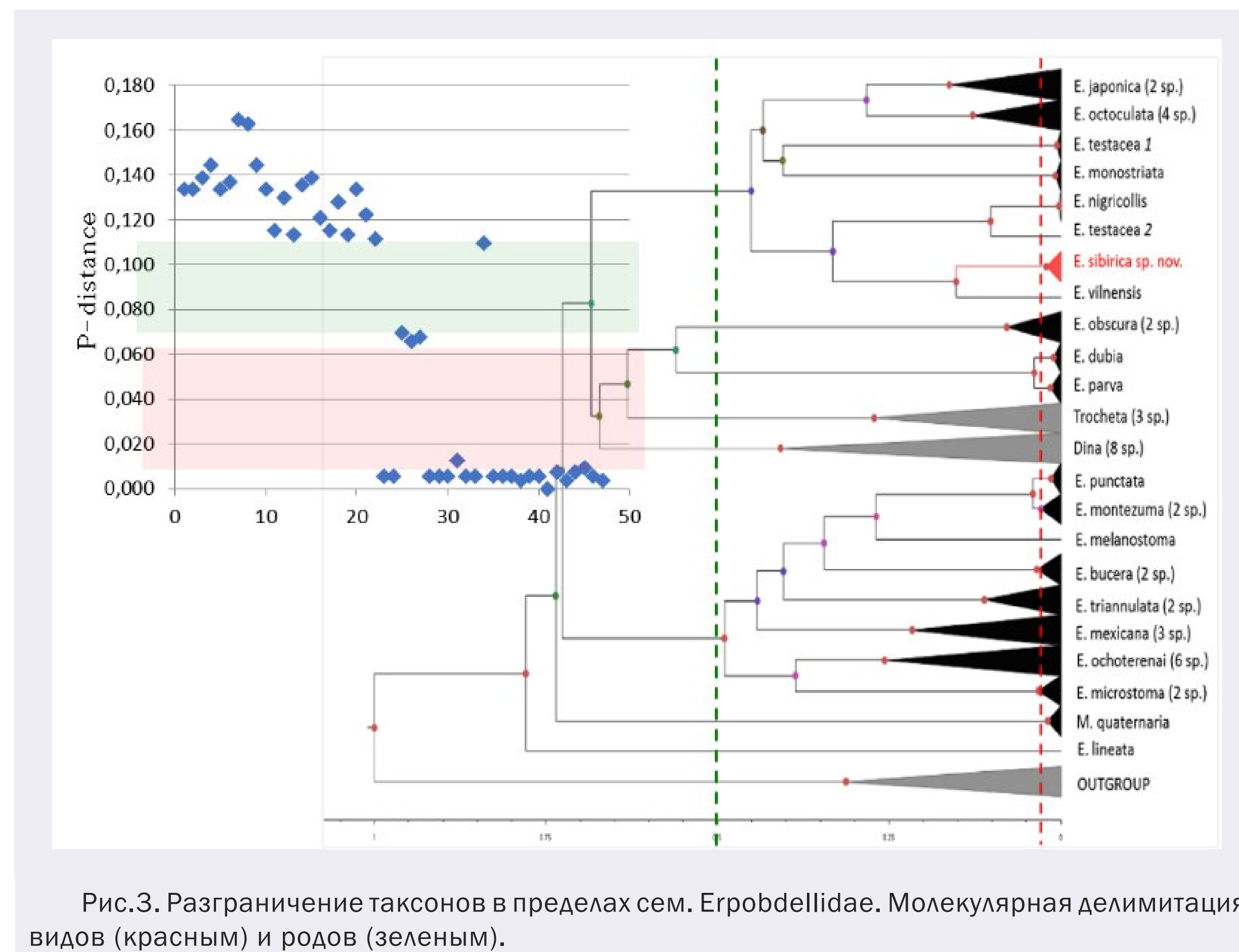


Рис.3. Разграничение таксонов в пределах сем. Erpobdellidae. Молекулярная делимитация видов (красным) и родов (зеленым).

### Публикации:

Kaygorodova I. Application of Modern Approaches to Species Delimitation in Freshwater Erpobdellidae (Hirudinea: Arhynchobdellida) with a New Interpretation of Their Genera // Water. 2024. - V. 16. - №7. - p. 1-14. DOI: [10.3390/w16071030](https://doi.org/10.3390/w16071030)

## Разграничение видов семейства Eprobdeidae с новой интерпретацией родов

Изучено распределение пресноводных губок на территории Европейской России с севера на юг, подчеркивая северные пределы термофильных и адаптированных к северу видов. Проведена молекулярная идентификация видов. Получены молекулярные и морфологические доказательства синонимии *Spongilla arctica* и *Spongilla lacustris*.

Голарктические виды *Ephydatia muelleri* и, особенно, *Spongilla lacustris* преобладали в северных районах, в то время как космополитные *Ephydatia fluviatilis* и *Eunapius fragilis* были менее распространены. *Trochospongilla horrida*, *Eunapius carteri* и *Radiospongilla cerebellata* считаются термофильными видами, которые не могут переносить условия северных регионов. Рассмотрено влияние изменения климата и сельскохозяйственной деятельности на северные и южные места обитания губок.

### Публикации:

Sokolova A.M., Palatov D.M., Itskovich V.B. Latitudinal distribution of freshwater sponge species across European Russia // *Zoologischer Anzeiger*. 2024. - V. 311. - p. 88-96. DOI: [10.1016/j.jcz.2024.06.004](https://doi.org/10.1016/j.jcz.2024.06.004)

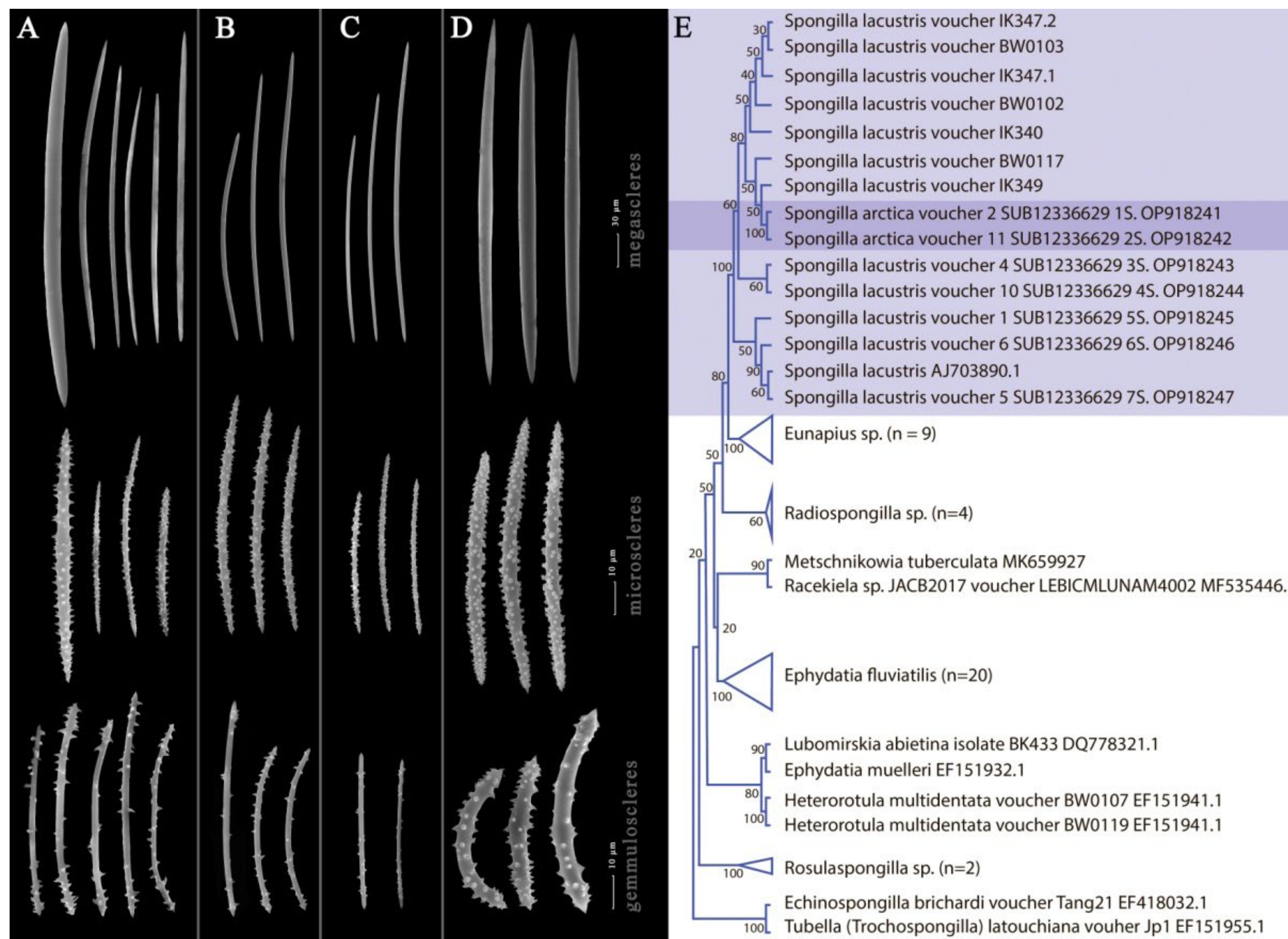


Рис.5. Морфологическое и молекулярное сравнение *S. arctica* и *S. lacustris*.



# ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ НА ВОДНЫЕ И НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0014 / Руководитель: д.г.н., профессор Т.В. Ходжер

## Современная оценка содержания азота и фосфора в речной воде и снежном покрове в бассейне Южного Байкала

Приведены результаты многолетних исследований разных форм N и P в водах рек, снежном покрове юго-восточного и юго-западного побережий оз. Байкал. Дана оценка поступления N и P из атмосферы на водосборный бассейн Южного Байкала и всю акваторию озера за 2019-2023 гг., проведено сравнение с 1986-1987 гг.

Установлено, что малые водотоки юго-западного побережья испытывают значительное влияние хозяйственной деятельности. Это подтверждается ростом концентраций минеральных форм N и P в снежном покрове и в воде устьевых участков рек, уменьшением их содержания во время пандемии 2020-2021 гг.

В притоках юго-восточного побережья преобладает органическая форма P, что указывает на естественные процессы на водосборах. В современный период в реках Южного Байкала отмечено увеличение содержания N, что обусловлено ростом его поступления из атмосферы в 1,5 раза за последние 40 лет.

### Публикации:

Onishchuk N.A., Tomberg I.V., Netsvetaeva O.G. Current assessment of nitrogen and phosphorus content in the river water and snow cover of the Southern Baikal basin // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №5. - p. 1337-1356. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-5-1337](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-5-1337)

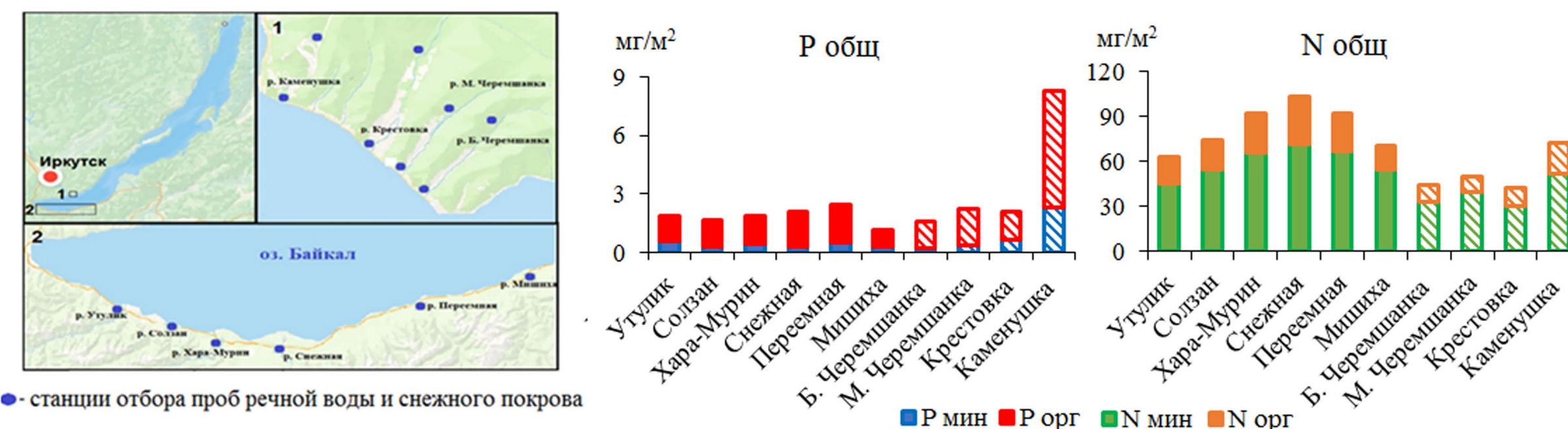


Рис.1. Станции отбора проб речной воды и снежного покрова (а); накопление Pобщ. (б) и Nобщ. (в) в снежном покрове на побережье Южного Байкала, 2019-2023 гг. Сплошная заливка – реки юго-восточного побережья, штриховка - юго-западного.

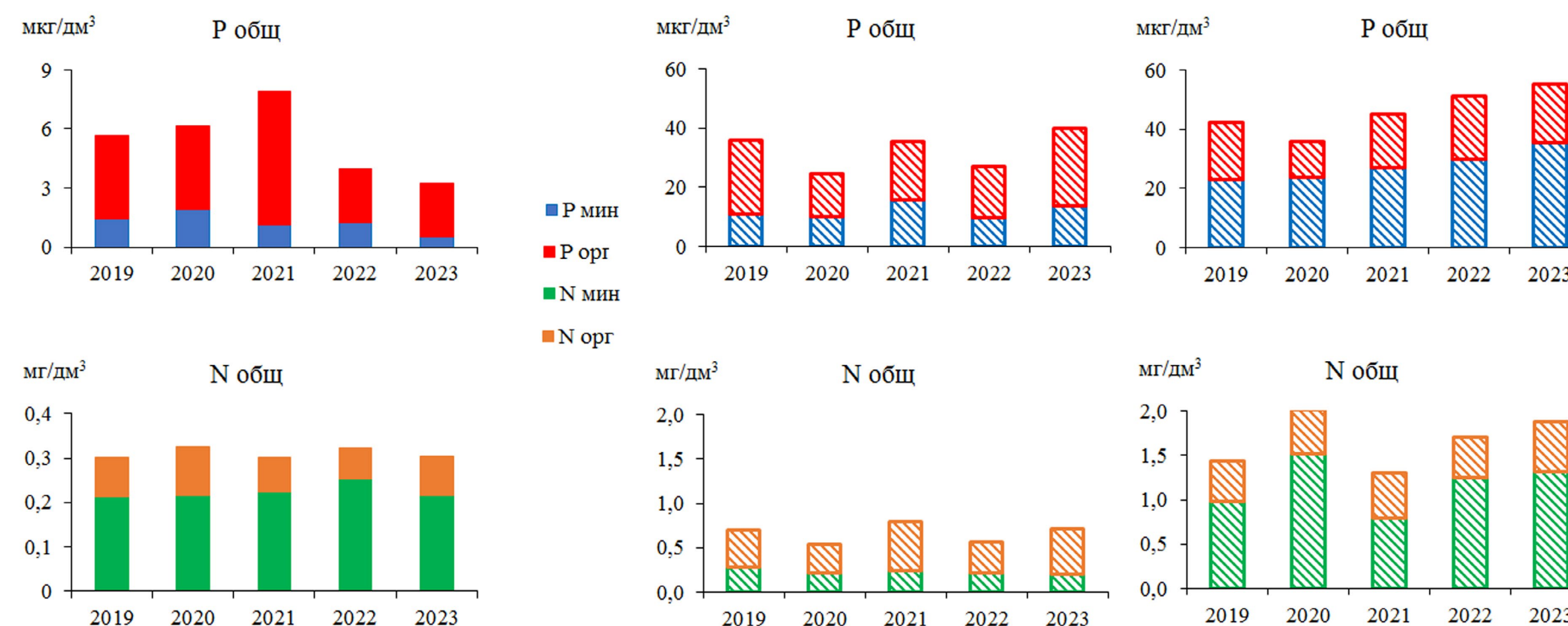


Рис.2. Динамика среднего содержания Pобщ. и Nобщ. в воде притоков юго-восточного (а) и юго-западного побережья оз. Байкал: выше поселка Листвянка (б), в устьевых участках (в), 2019-2023 гг.

## Ртуть в атмосферном воздухе и осадках Южного Прибайкалья

Представлены результаты анализа содержания газообразной и общей ртути в атмосфере, атмосферных осадках на ст. «Листвянка» (51,9 с.ш., 104,4 в.д.), которая включена в программу «Глобальная система наблюдения за ртутью» (GMOS, <https://www.gmos.eu>).

Проанализирована суточная и сезонная изменчивость газообразной ртути (GEM) в приземной атмосфере, установлены фоновые значения (1,61 нг/м<sup>3</sup>), выявлена связь с газами SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, метеопараметрами, определены основные источники (Рис. 3).

## Публикации:

Луцкин Е.С., Шиховцев М.Ю., Моложникова Е.В., Оболкин В.А., Бердашкинова О.И., Ходжер Т.В. Ртуть в атмосферном воздухе и осадках в 2022–2023 гг. на станции мониторинга Листвянка (Южное Прибайкалье) // Оптика атмосферы и океана. 2024. - Т. 37. - №6. - С. 502-511. DOI: [10.15372/A0020240609](https://doi.org/10.15372/A0020240609)

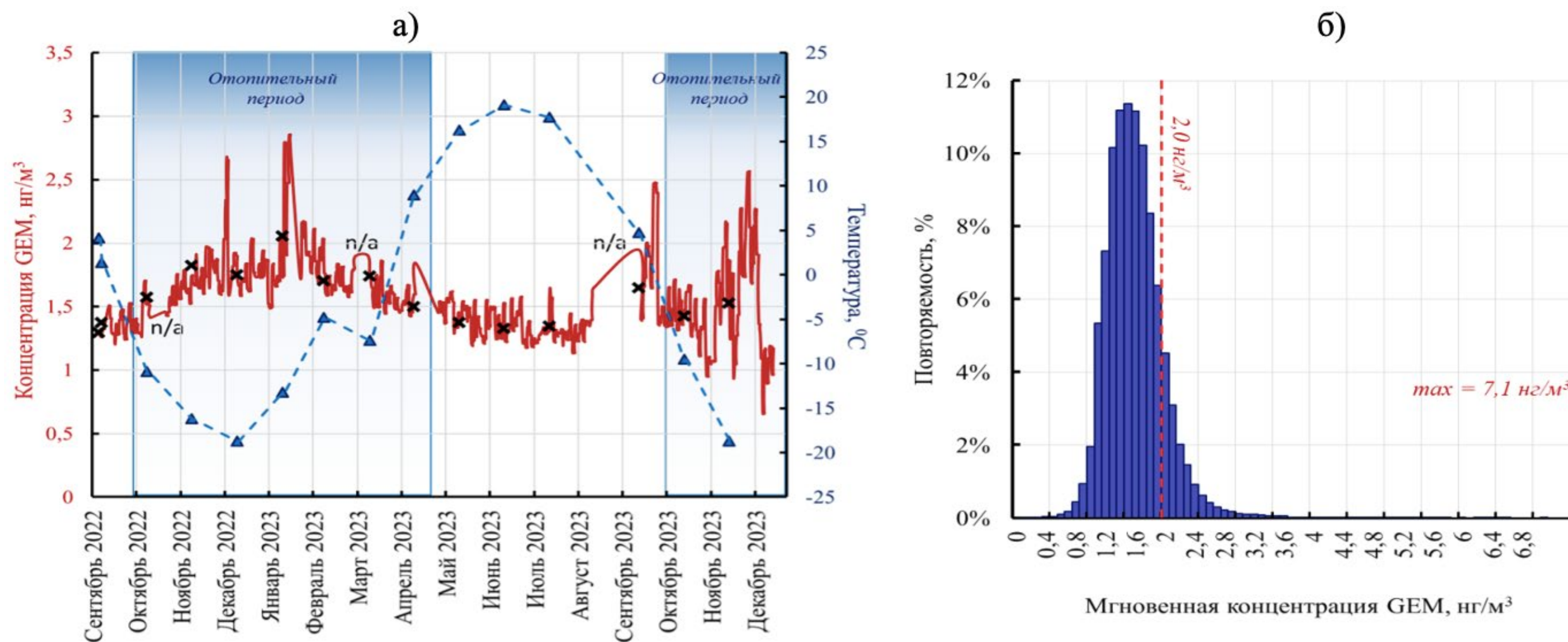


Рис.3. Изменчивость среднесуточной концентрации GEM на ст. «Листвянка» (красная кривая), температуры воздуха (синяя кривая), крестиком и треугольником обозначены среднемесячные значения (а); гистограмма распределения мгновенных концентраций ртути в атмосферном воздухе на станции «Листвянка», нг/м<sup>3</sup> (б)



# ИССЛЕДОВАНИЯ ВИРУСНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КАК ОСНОВЫ СТАБИЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОГО ОТВЕТА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2021-0015 / Руководитель: к.б.н., доцент О.И. Белых

## Полные геномы бактериофагов из вирусных метагеномов озера Байкал

С помощью биоинформатических программ выполнен анализ геномов бактериофагов из воды оз. Байкал. Всего было выявлено 73 последовательности, принадлежащие фагам класса Caudoviricetes. Обнаружены два контига цианофагов. Анализ геномов выявил, что 27,5% ORFs имеют неизвестную функцию, в то время как большая часть из имеющих сходство с известными (23,7%) принадлежит категории «ДНК, РНК и нуклеотидный метаболизм».

Также в собранных геномах обнаружен ряд вспомогательных метаболических генов (AMG): *nadM*, *cysC*, *cobS*, *galE*, *cobT* и др. Основываясь на результатах blastp по базе данных RefSeq, можно заключить, что только 34,7% ORFs имели сходство с известными белками (сходство варьировало от 20% до 88,9%), VirClust анализ выявил значительные отличия в содержании белков, показав низкое количество общих кластеров. Эти результаты могут указывать на обнаружение новых для науки фагов.

### Публикации:

Potapov S.A., Tupikin A.E., Tikhonova I.V., Zhuchenko N.A., Belykh O.I. Search for putative complete and near-complete genomes of DNA-containing viruses in metagenomes obtained from the Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №4. - p. 1050-1065. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-1050](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-1050)

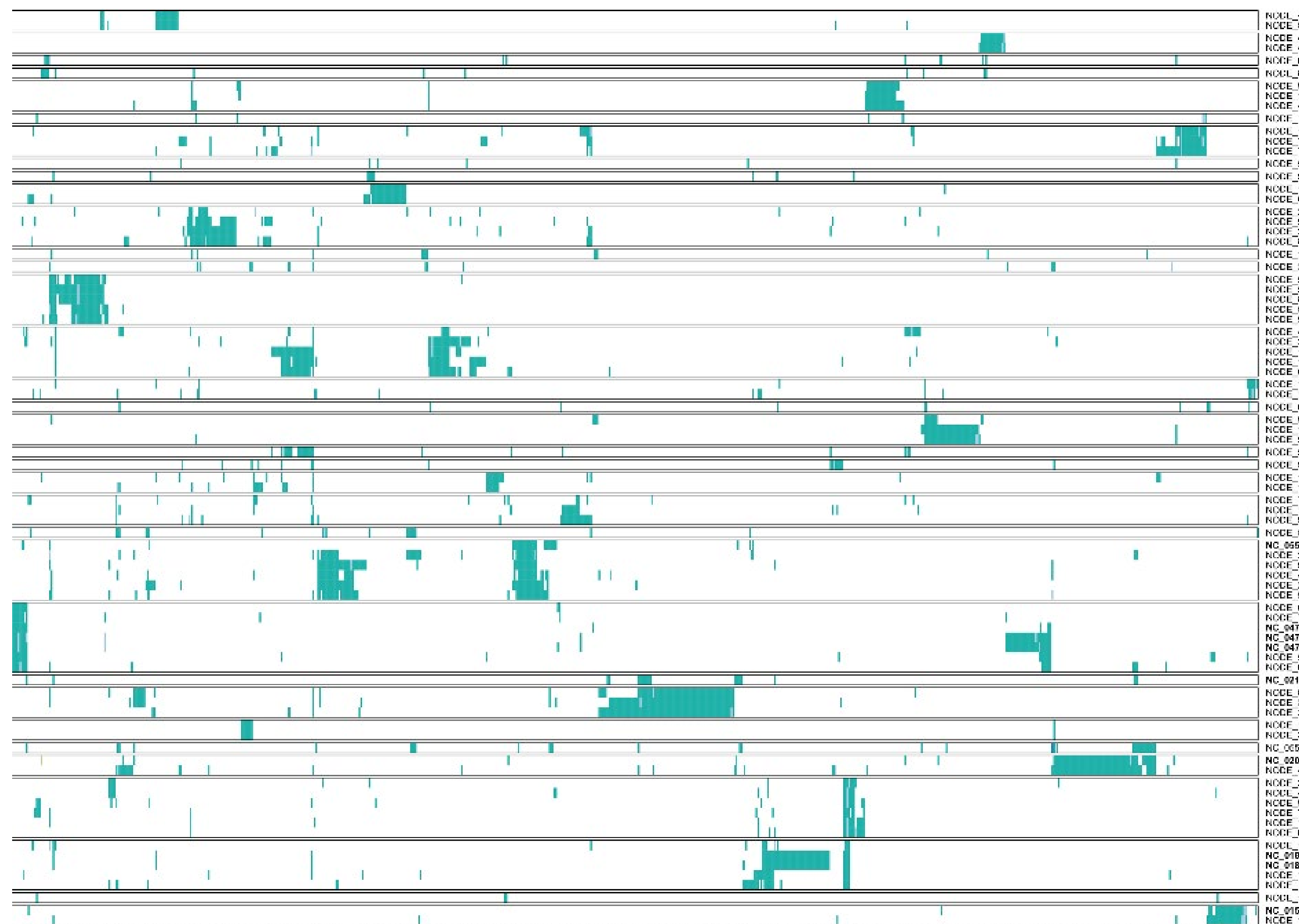


Рис.1. Интегрированная визуализация результатов кластеризации вирусов в VirClust. Анализ выполнен с 73 геномами из этой работы и референсными геномами из БД RefSeq v. 226 (выделены жирным). Слева представлено иерархическое дерево, общие кластеры белков отмечены бирюзовым цветом, справа подписи геномов.

### Штамм бактериофага *Pseudomonas phage Ka1* для лечения и/или профилактики инфекционных заболеваний, вызываемых *Pseudomonas aeruginosa*

Бактериофаг Ka1, инфицирующий *P. aeruginosa* – условно патогенный для человека вид – выделен из воды притока озера Байкал, в районе сброса очищенных сточных вод г. Слюдянка. Выполнено секвенирование полного генома фага, фаг депонирован во Всероссийскую Коллекцию Промышленных Микроорганизмов под № Ph-1631. Геном фага содержит 46092 п.н., он на 91% сходен с геномом фага *Pseudomonas* PSA37, и, очевидно, является новым представителем Luz24-подобных фагов (род *Bruynoghevirus*, *Caudoviricetes*). Фаг лизирует 62% клинических изолятов *P. aeruginosa*, рост которых не угнетался широко применяемыми антибиотиками в их терапевтической концентрации. Минимальная ингибирующая концентрация антибиотиков гентамицина, ципрофлоксацина, имипенема и меропенема снижается в 4–8 раз при совместном использовании с бактериофагом Ka1. Интегразы, транспозазы и рекомбиназы в геноме бактериофага *Pseudomonas phage Ka1* не выявлены, что позволяет использовать его в комплексной терапии инфекций, вызванных *P. aeruginosa*.

### Активность щелочной фосфатазы (АЩФ) и фосфатаза-активные бактерии (ФАБ) в водной толще оз. Байкал и его основных притоках

Избыточное поступление фосфора (P) приводит к эвтрофированию водоемов; трансформация органических соединений P в неорганические, доступные для биоты, происходит в основном за счет АЩФ. Выявлено, что в пелагиали с глубиной понижаются АЩФ от 167 до 12 нмоль/(л·сут) и численность ФАБ от 545 до 6 КОЕ/мл, что говорит об основных процессах генерации фосфатов в трофическом слое озера. Показано, что в крупных притоках озера значение АЩФ и численности ФАБ на порядок выше, чем в пелагиали. Очевидно, что в устьях рек проходит активная биохимическая трансформация органических соединений P в неорганические, что обеспечивает доступность P биоте. Процесс обогащения озерных вод P проходит за счет речного стока, что может быть одной из причин последующего эвтрофирования водоема.

#### Публикации:

Fedorova M.S., Gatina A.E., Ilyina V.N., Yadykova L.L., Drukker V.V., Gorshkova A.S., Kayumov A.R., Trizna E.Y. A New Bacteriophage *Pseudomonas Phage Ka1* from a Tributary Stream of Lake Baikal // *Microbiology*. 2024. - V. 93. - p. 507-510. DOI: [10.1134/S0026261723604906](https://doi.org/10.1134/S0026261723604906)

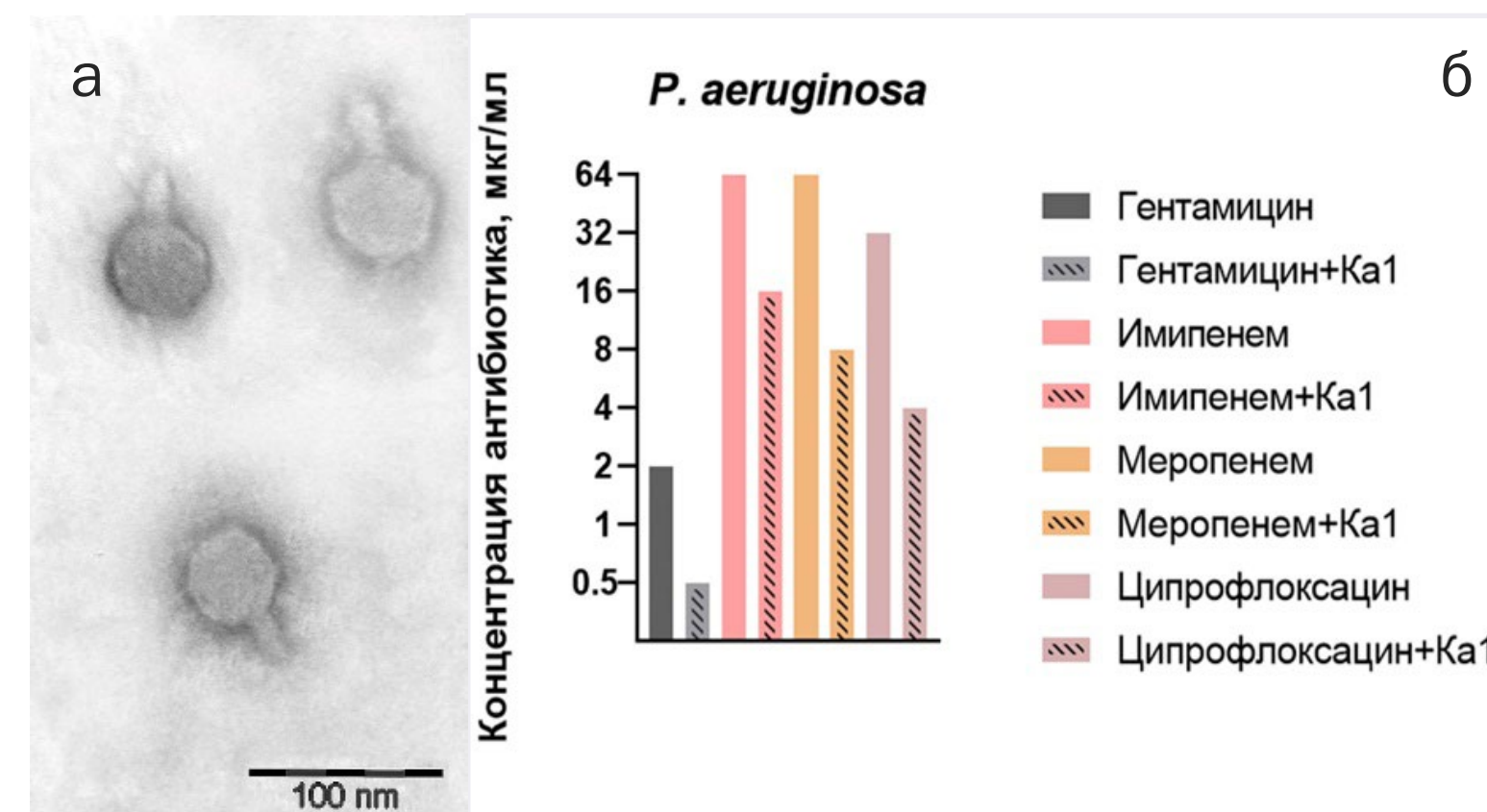


Рис.2.(а) Морфология бактериофага Ka1; (б) Минимальная ингибирующая концентрация антибиотиков, необходимая для подавления роста *P. aeruginosa*. Заштрихованные столбцы - снижение минимальной ингибирующей концентрации всех анализируемых антибиотиков в присутствии бактериофага Ka1.

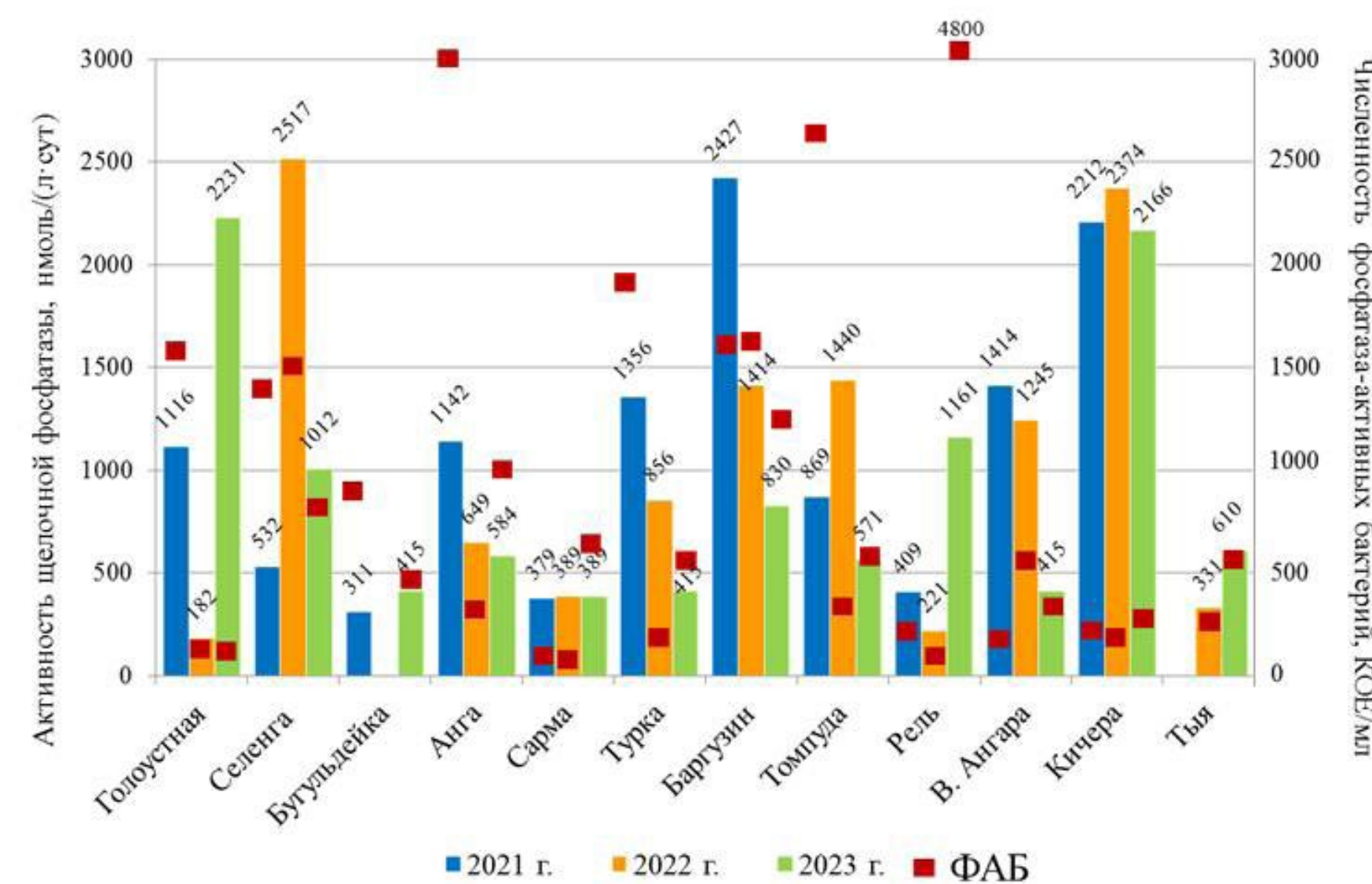


Рис.3. АЩФ и численность ФАБ в притоках оз. Байкал в июне 2021-2023 гг.

Патент на изобретение № 2831173. Ильина В.Н., Гатина А.Э., Горшкова А.С., Дрюккер В.В., Синягина М.Н., Задорина И.И., Каюмов А.Р.

Suslova M.Yu., Podlesnaya G.V., Tomberg I.V., Sakirko M.V., Belykh O.I. Alkaline Phosphatase Activity and Phosphatase-Active Bacteria in Lake Baikal Water Column and Major Tributaries // *Microbiology*. 2024. - V. 93. - №2. - p. 223-226. DOI: [10.1134/S0026261723603974](https://doi.org/10.1134/S0026261723603974)



# ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОЗ. БАЙКАЛ ОТ ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ И ПЛАНИРУЕМЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ВОДНЫЙ И БИОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЗ. БАЙКАЛ

Номер проекта в Минобрнауки России 0279-2022-0004 / Руководитель: к.г.н. М.М. Макаров

## Гидроакустические исследования структуры нагульного стада байкальского омуля на Селенгинском мелководье

Результаты многолетних тралово-акустических исследований нагульного стада байкальского омуля на Селенгинском мелководье, основном рыбопромысловом районе Байкала, позволили охарактеризовать изменения его запасов и размерно-возрастной структуры. Показано четырехкратное снижение биомассы с 2007 по 2020 год и последующее увеличение численности молоди за счет поколений 2019-2023 годов. Ожидается рост биомассы за счет этих поколений к 2027-2029 году, что может послужить основанием отмены запрета на вылов омуля. Возникновение демографической ямы поколений 2016-2018 годов, вероятно, связано с совокупным влиянием негативных факторов, обусловленных периодом низкой водности реки Селенги 2015-2017 годов и незаконным выловом в сезон нереста. Полученные данные подчеркивают необходимость проведения регулярных наблюдений для оценки численности популяций байкальского омуля в условиях изменения уровня воды в реке Селенге и их реакции на эти изменения.

### Публикации:

Anoshko P.N., Dzyuba E.V., Khanaev I.V., Kucher K.M., Nebesnykh I.A., Makarov M.M. Hydroacoustic studies of the structure of the Baikal omul feeding stock in the Selenga shallows of Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №5. - p. 1302-1317. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-5-1302](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-5-1302)

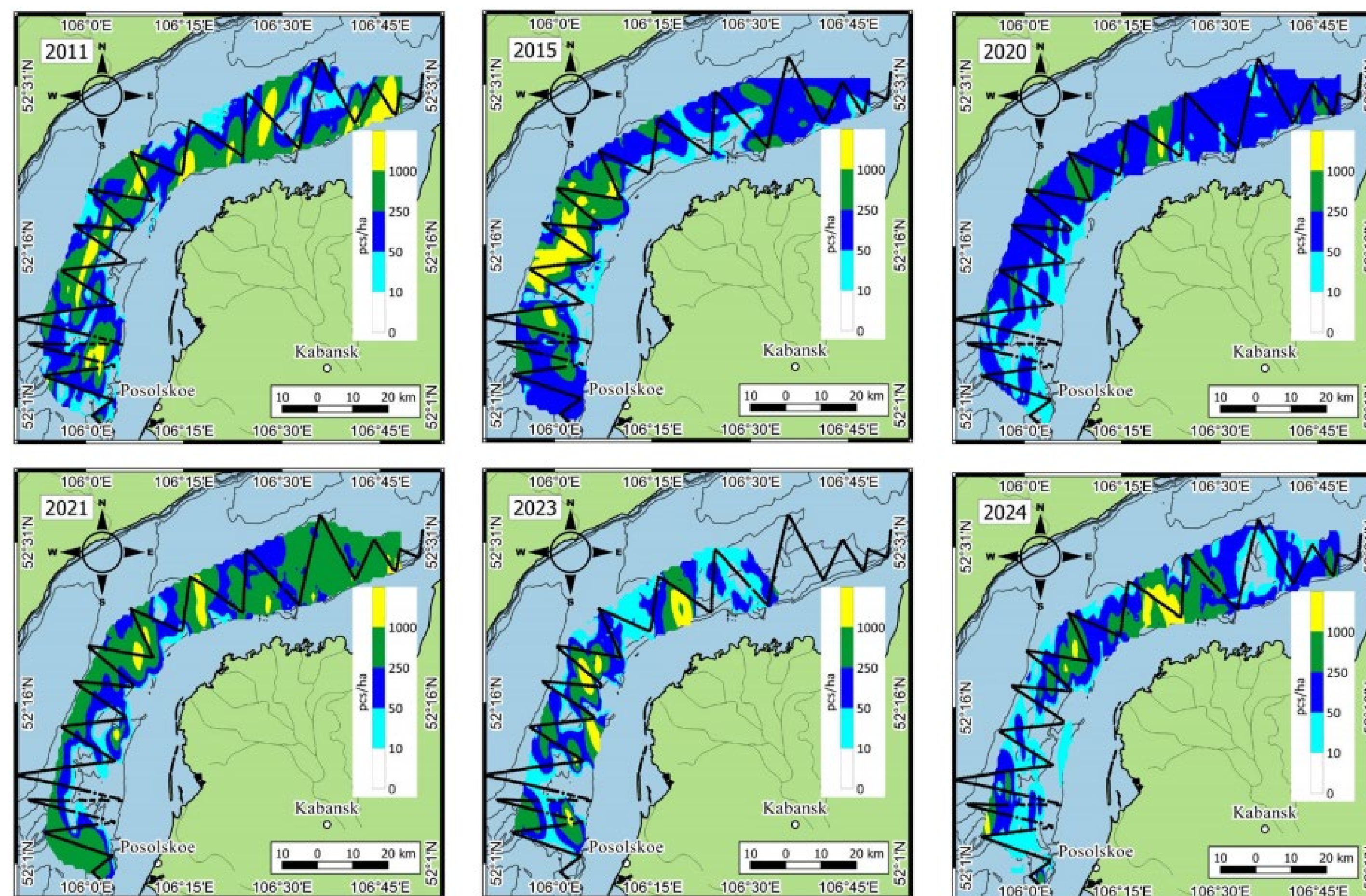


Рис.1. Планшеты распределения байкальского омуля на Селенгинском мелководье по многолетним данным.



## Новый краситель на основе флуоресцеина: окраска кремнистых скелетов и фототоксичность

Разработан метод синтеза нового красителя на основе флуоресцеина (Flunet) для прижизненной окраски кремнистых элементов скелетов живых организмов. При вхождении красителя в биокремнезём производимое им флуоресцентное излучение оказывает губительное для клеток, происходит фотодеструкция хлоропласт диатомей, расположенных вблизи кремнистых панцирей. Flunet не токсичен для организмов, не имеющих кремнистых структур, а его токсичность для диатомей подавляется подачей света через экран, отсекающей свет, возбуждающий флуоресценцию красителя.

Полученные результаты открывают новый способ воздействия на кремнистые организмы путем введения в кремнистые структуры различных флуоресцентных красителей. Учитывая основную роль диатомей в биообрастании судов и других поверхностей, использование проникающих в кремнезём красителей является перспективным экологически безопасным способом защиты от обрастания.

### Публикации:

Annenkov V., Zelinskiy S., Palshin V., Kuzmin A., Danilovtseva E. *Fluorescein-based vital dye for silicifying organisms // Dyes and Pigments. 2024. - V. 222. - p. 1-11. DOI: [10.1016/j.dyepig.2023.111838](https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2023.111838)*

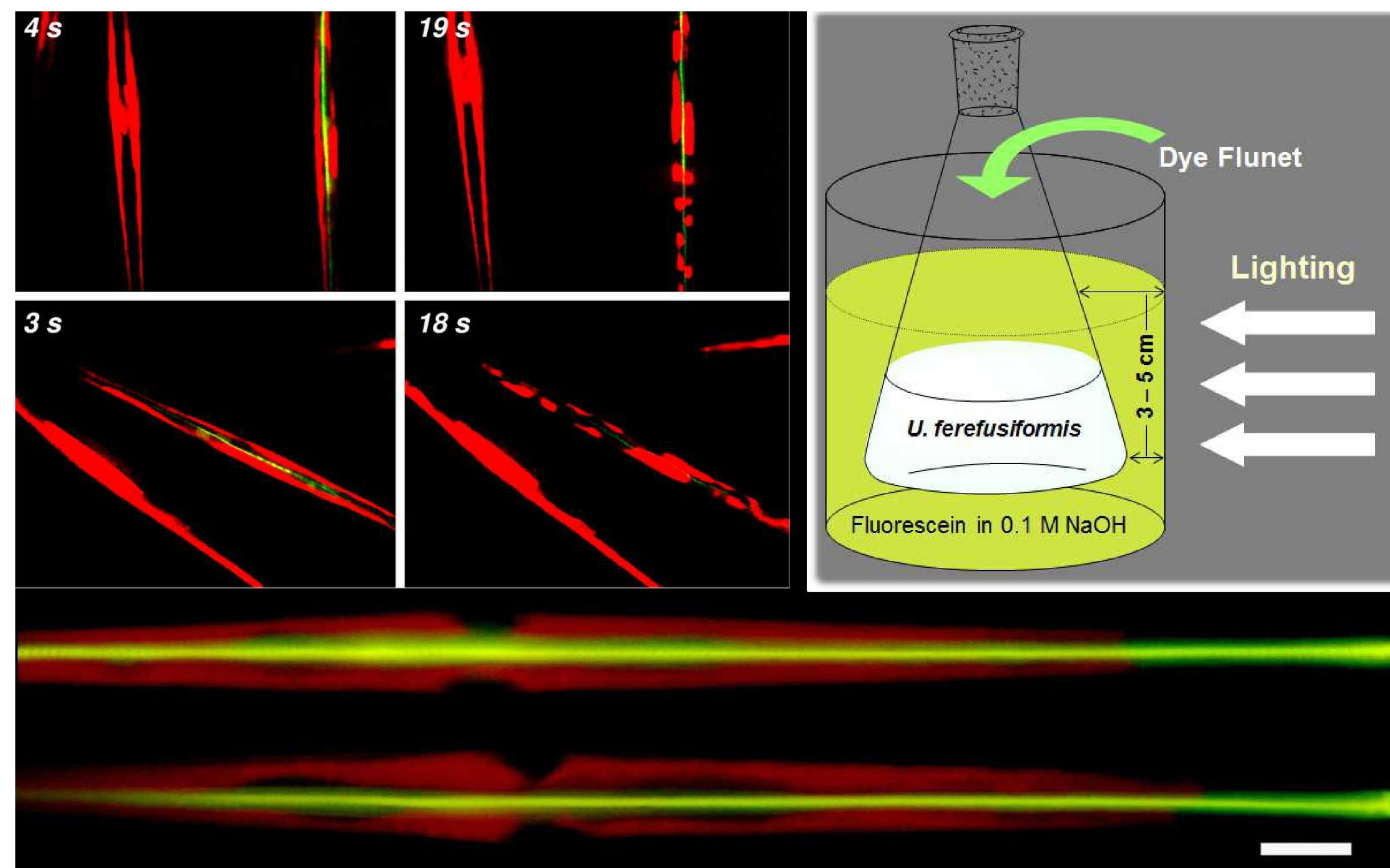


Рис.1. Слева сверху: разрушение хлоропласт (красный цвет) диатомей под действием света, возбуждающего свечение красителя Flunet в кремнистых створках (зелёное свечение), время от начала облучения в с. Справа сверху: схема культивирования диатомей при экранировании света, возбуждающего свечение Flunet. Внизу: флуоресцентные микрофотографии диатомей, выращенных в присутствии нового красителя Flunet с использованием экрана. Масштаб 5 µm.

### Влияние наночастиц промышленных пластиков на модельных рыб *Danio rerio* (Hamilton, 1822)

Исследования по выращиванию рыб *D. rerio* в присутствии наночастиц полистирола, поливинилхлорида и полиметилметакрилата диаметром 110-180 нм в течение трёх месяцев указывают на отсутствие значимого влияния нанопластика на выживаемость эмбрионов и мальков при концентрациях наночастиц 0.01-0.1 мг/л, что превышает ожидаемое наличие нанопластика в природных водах. При высоких концентрациях (5-15 мг/л) выживаемость снижалась. Использование флуоресцентных наночастиц позволило установить, что пластик в организм рыб проникает при использовании корма, способного ассимилировать наночастицы (инфузории) и выводится при переходе на более крупный корм. Рыбы, пережившие воздействие нанопластика в первые 3 месяца жизни, способны к размножению на уровне контрольных групп, а в случае воздействия

высокой концентрации полимера (15 мг/л) аномалии в развитии эмбрионов отсутствуют, в отличие от контрольных особей. Можно предположить, что высокая концентрация нанопластика действует в качестве фактора отбора, снижая долю особей с генетическими отклонениями. Данная гипотеза нуждается в тщательной проверке с использованием молекулярно-генетических и биохимических методов.

#### Публикации:

Анненков В.В., Пальшин В.А., Лунина Н.А., Даниловцева Е.Н., Зелинский С.Н., Костров С.В., Сафина Д.Р. Влияние наночастиц промышленных пластиков на модельных рыб *Danio rerio* (Hamilton, 1822) // Водные биоресурсы и среда обитания. 2024. - Т. 7. - №4. - С. 92-105. DOI: [10.47921/2619-1024\\_2024\\_7\\_4\\_92](https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_4_92)

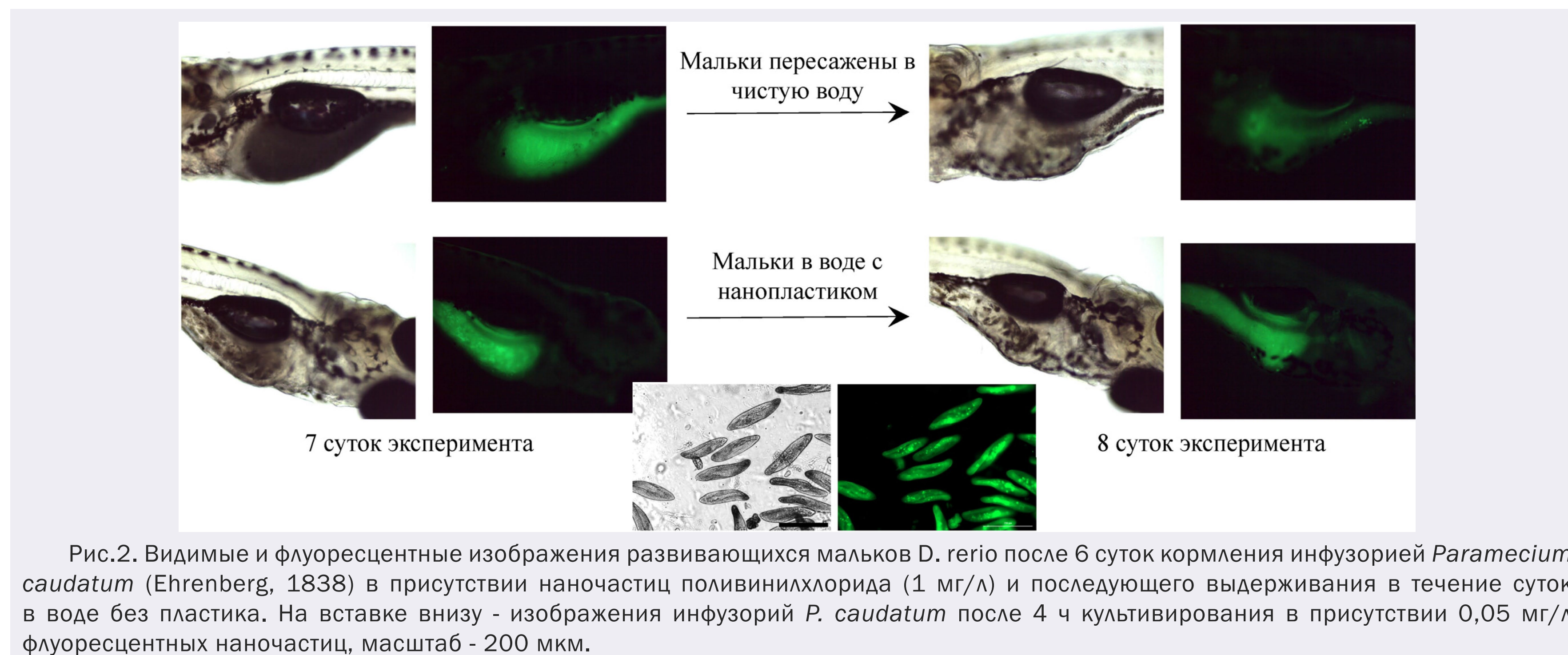


Рис.2. Видимые и флуоресцентные изображения развивающихся мальков *D. rerio* после 6 суток кормления инфузorieй *Paramecium caudatum* (Ehrenberg, 1838) в присутствии наночастиц поливинилхлорида (1 мг/л) и последующего выдерживания в течение суток в воде без пластика. На вставке внизу - изображения инфузорий *P. caudatum* после 4 ч культивирования в присутствии 0,05 мг/л флуоресцентных наночастиц, масштаб - 200 мкм.

# КРУПНЫЙ НАУЧНЫЙ ПРОЕКТ МИНОБРНАУКИ РОССИИ





# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ БАЗОВЫХ МЕТОДОВ, МОДЕЛЕЙ, НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Соглашение № 075-15-2024-533 / Руководитель: д.г.-м.н. А.П. Федотов

## Расширение сети опорных станций автоматического онлайн-мониторинга атмосферы

Впервые организован мониторинг газовых примесей ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_3$ ), аэрозольных частиц ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ), метеорологических параметров в атмосфере фонового района ЦЭЗ Северного Байкала на новой станции «Давша», которая была открыта в сентябре 2024 года на территории Баргузинского государственного природного биосферного заповедника (Северный Байкал) (Рис. 1, 2).

Станция оснащена современным российским оборудованием, на основе которого регистрируются уникальные данные в режиме реального времени. Результаты позволяют отслеживать региональный перенос атмосферных примесей от различных источников на БПТ и других территорий Азии, проводить верификацию численных моделей.

Данные наблюдений передаются на сервер ИДСТУ СО РАН. Результаты будут востребованы для разработки мер по снижению негативного воздействия на БПТ, повышению эффективности мероприятий по защите природных объектов в котловине оз. Байкал.

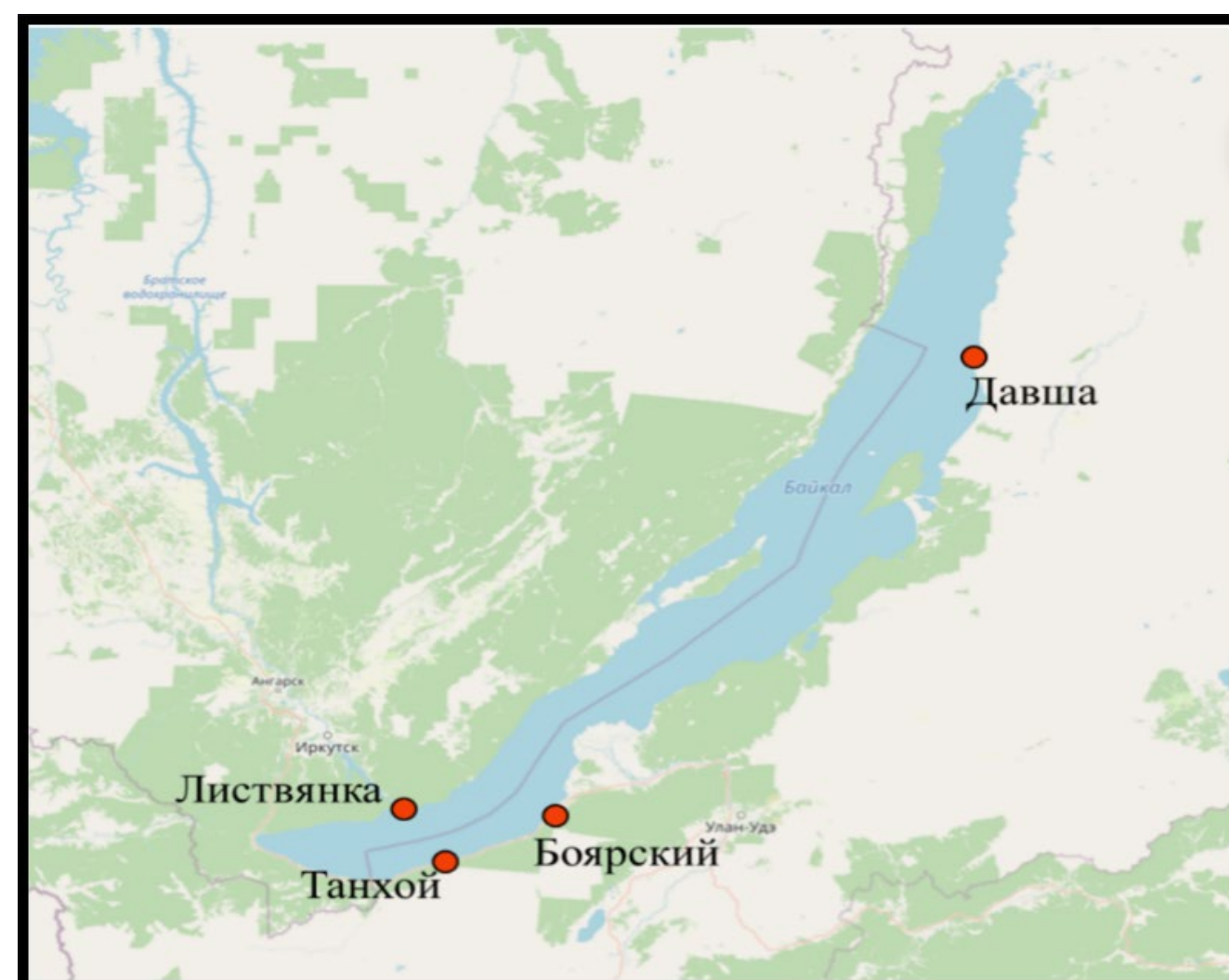


Рис. 1. Расположение сети опорных станций («Листвянка», «Танхой», «Боярский», «Давша») автоматического онлайн-мониторинга атмосферы в ЦЭЗ Байкала.

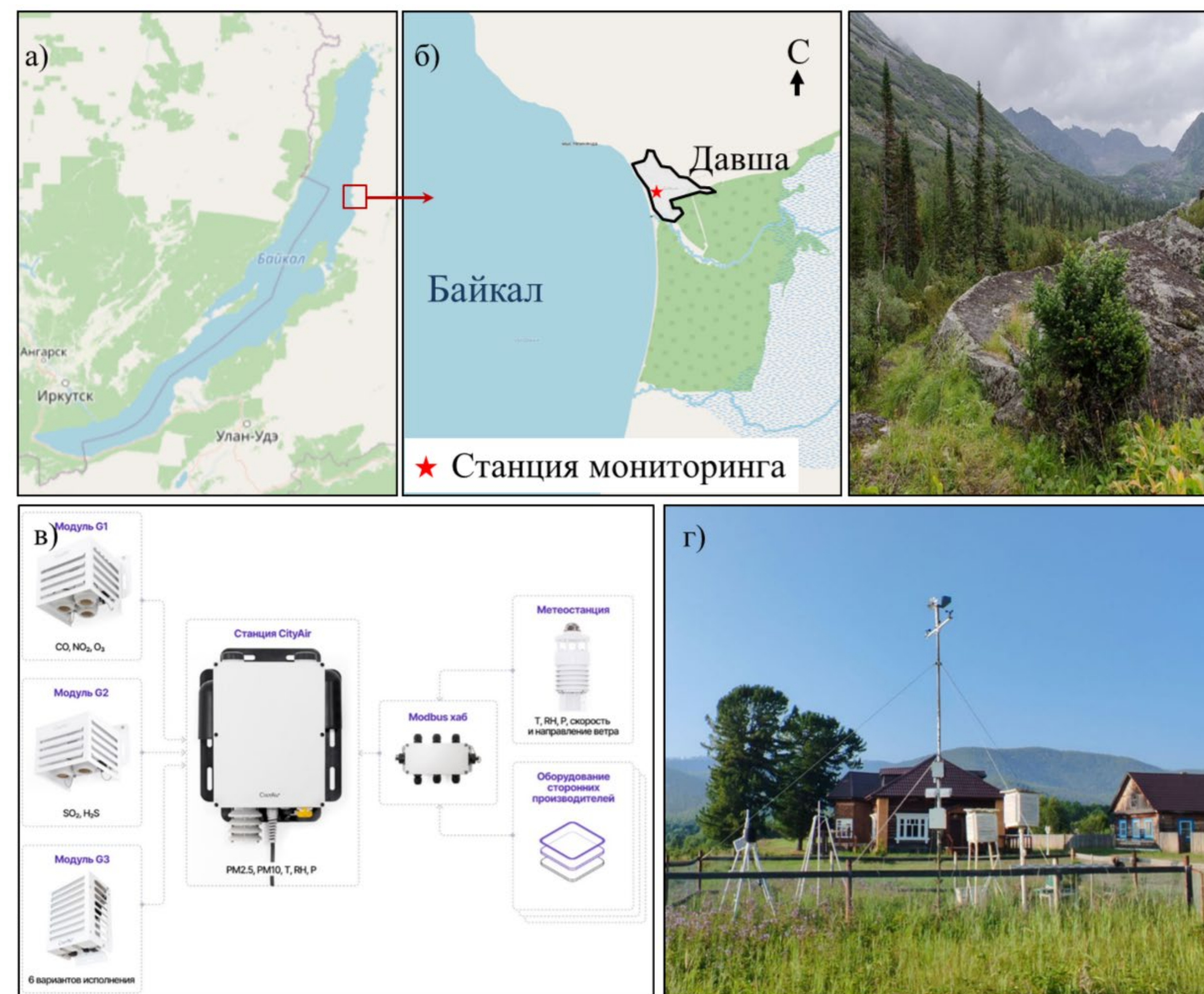


Рис.2. Общая схема расположения станции «Давша» (а, б); Комплексная измерительная станция CityAir (г. Новосибирск, Россия), включающую метеорологический блок, газоанализаторы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), аэрозольные примеси –  $\text{PM}_{2,5}$  и  $\text{PM}_{10}$ . (в, г).

Обобщены результаты 4-х летнего мониторинга содержания оксидов серы и азота, метеопараметров в приземном слое атмосферы на городской «Иркутск» и сельской «Листвянка» станциях Южного Прибайкалья.

Определён характер изменчивости их концентраций в различных временных масштабах: годовом, недельном, суточном (Рис. 3). Годовые изменения газовых примесей в приземной атмосфере характеризуются наибольшими значениями в зимний период, наименьшими — летом.

Установлено: температура воздуха, атмосферные осадки, толщина пограничного слоя, скорость и направление ветра оказывают непосредственное влияние на содержание газовых примесей в атмосферном

воздухе. Увеличение количества осадков в теплое время года ведет к снижению концентраций оксидов серы и азота в атмосфере. В момент штилей и температурных инверсий в зимний период зафиксирован экстремальный рост концентраций газов на станциях.

### Публикации:

Shikhovtsev M.Y., Molozhnikova Y.V., Obolkin V.A., Potemkin V.L., Lutskin E.S., Khodzher T.V. Features of Temporal Variability of the Concentrations of Gaseous Trace Pollutants in the Air of the Urban and Rural Areas in the Southern Baikal Region (East Siberia, Russia) // Applied Sciences. 2024. - V. 14. - №18. - p. 1-19. DOI: [10.3390/app14188327](https://doi.org/10.3390/app14188327)

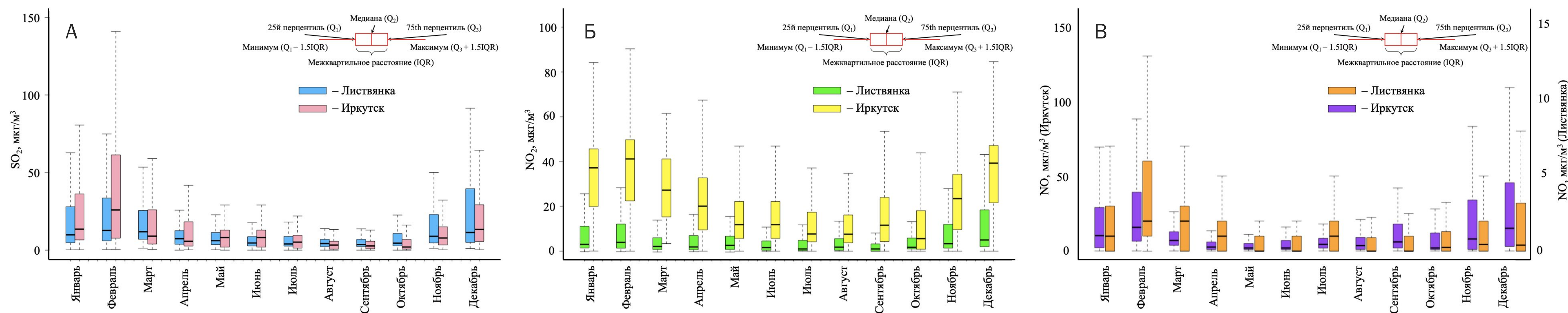


Рис.3. Внутригодовая изменчивость концентраций: а) диоксида серы (SO<sub>2</sub>); б) диоксида азота (NO<sub>2</sub>); в) оксида азота (NO) на станциях «Иркутск» и «Листвянка» в 2020-2023 гг.

### Создана уточненная цифровая модель рельефа дна южной котловины озера Байкал

На основе материалов 71 научной экспедиции ЛИН СО РАН, выполненных в период с 2011 по 2024 год, проведена обработка данных гидроакустического зондирования дна озера Байкал. Всего за указанный период было проведено более 24 млн замеров глубин, формирующих покрытие дна южной котловины озера сеткой маршрутов переменной плотности, представленной на Рисунке 1.

Для создания регулярной цифровой модели рельефа (ЦМР) новые батиметрические данные были интегрированы с архивными материалами, полученными в ходе выполнения проекта INTAS, представляющими собой нерегулярный набор точечных промеров глубин. Предварительный анализ исходных данных INTAS выявил значительное количество некоррелируемых измерений на встречных, соседних и параллельных галсах, что

приводило к расхождениям по глубине, достигавшим 20 метров. В связи с этим на этапе подготовки выполнен детальный анализ и фильтрация явно ошибочных измерений массива INTAS, опирающаяся на современные данные ЛИН СО РАН.

Фильтрация, подготовка и построение регулярной сетки с шагом 20 м осуществлялись средствами программного пакета Generic Mapping Tools (GMT). Для непосредственной генерации поверхности использовалась процедура Sphinterpolate, реализующая сферическую интерполяцию с натяжением и сглаживанием на основе триангуляции Делоне.

Объединение обработанных материалов многолетних экспедиций с откорректированными данными предшествующих исследований позволило получить уточнённую цифровую модель рельефа дна южной котловины озера Байкал, отличающуюся существенно более высокой детализацией и достоверностью (Рис. 2).

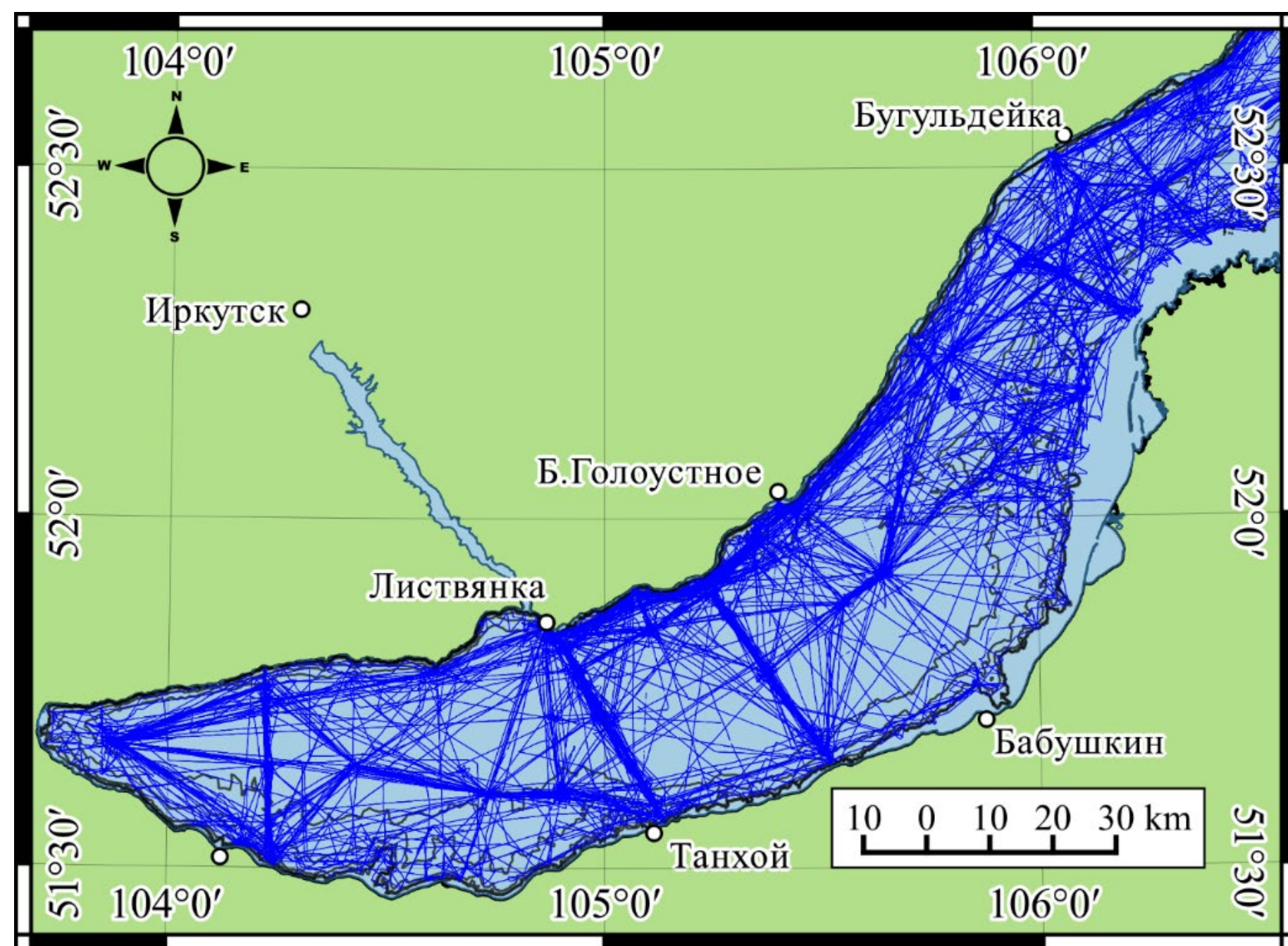


Рис. 1. Маршруты экспедиций ЛИН СО РАН по Южному Байкалу с 2011 по 2024 годы.

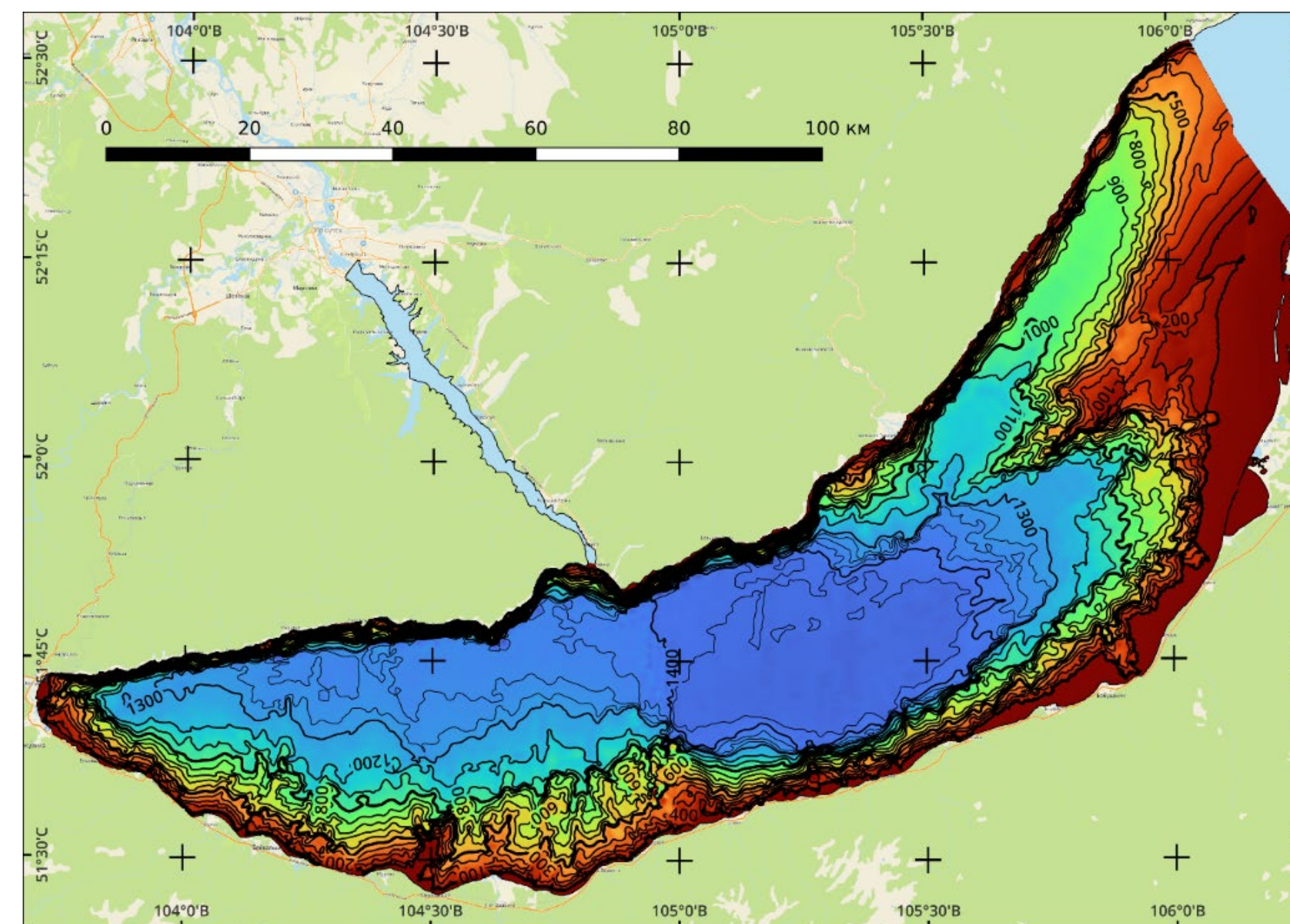


Рис. 2. Уточненная ЦМР южной котловины озера Байкал.

# ПРОЕКТЫ РОССИЙСКОГО НАУЧНОГО ФОНДА

ПОДДЕРЖАНО ПРОЕКТОВ

1200+

по всем направлениям наук



ГРАНТОВАЯ ПОДДЕРЖКА

15+

млрд рублей ежегодно

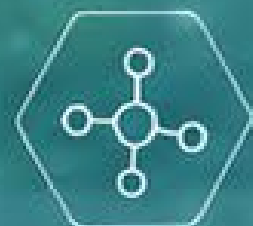


- БИОЛОГИЯ
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ
- ЭКОЛОГИЯ
- ХИМИЯ
- ФИЗИКА
- ДРУГИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



ПРИКЛАДНЫЕ ПРОЕКТЫ



МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ПОДХОДЫ



РАЗВИТИЕ НАУКИ

ПУБЛИКАЦИИ

3200+

статей в ведущих научных журналах



НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ



БИОЛОГИЯ



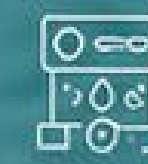
БИОТЕХНОЛОГИИ



НАУКИ О ЗЕМЛЕ



ЛИМНОЛОГИЯ



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПАРТНЕРСТВО И СОТРУДНИЧЕСТВО



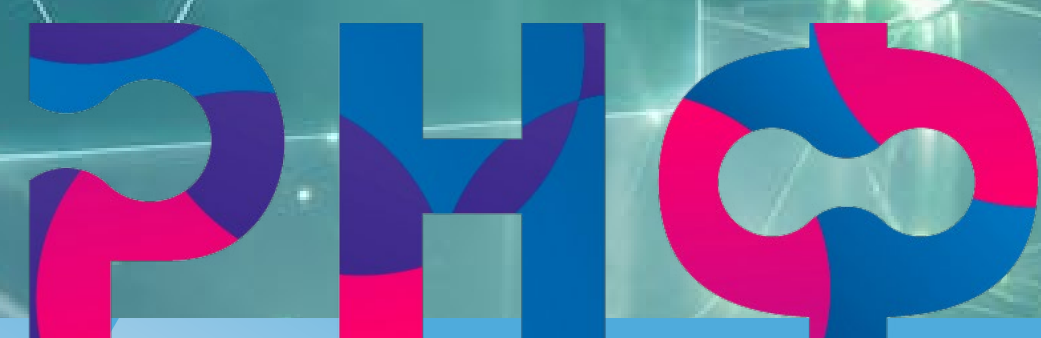
научные организации



университеты



бизнес





## Концепция бинарных термо- и рН-чувствительных полимерных систем

В рамках проекта создана концепция бинарных термо- и рН-чувствительных полимерных систем. Установлено, что полимерные кислоты могут взаимодействовать с полиаминами, давая термолабильные системы, поведение которых схоже с классическими термо-, рН-лабильными сополимерами. Преимуществом бинарных систем является то, что, используя два хорошо изученных, в том числе с точки зрения токсикологии, компонента, можно настраивать свойства системы под конкретные задачи. В случае обычных сополимеров такая подстройка возможна лишь путём варьирования состава сополимера, что означает синтез нового вещества и дорогостоящее токсикологическое исследование в случае потенциального медицинского применения. Данные системы также проявляют электрочувствительность – способность к обратимой агрегации при действии переменного электрического поля.

При изучении фоторасщепляемых полиаминов на основе о-нитробензильного эфира (ОНЭГ) обнаружено значимое влияние гидролиза при нейтральных значениях рН на их стабильность и функционирование. Комплексы полиаминов с олигонуклеотидами стабильны в течение нескольких часов, достаточных для проникновения в живые клетки, а последующий гидролиз ОНЭГ приводит к высвобождению олигонуклеотидов в клетке и самоликвидации комплексов, не достигших мишени.

### Публикации:

Annenkov V.V., Zelinskiy S.N., Palshin V.A., Kuzmin A.V., Sudakov M.S., Borovskii G.B., Borovskaya M.K., Danilovtseva E.N. *Synthesis and properties of oligopropylamines with photosensitive o-nitrobenzylester core*// *Journal of Molecular Liquids*. 2024. - V. 413. - №126013. - p. 1-13. DOI: [10.1016/j.molliq.2024.126013](https://doi.org/10.1016/j.molliq.2024.126013)

Annenkov V.V., Pal'shin V.A., Sudakov M.S., Danilovtseva E.N. *Complexes of polymeric acids and short polyamines as binary stimulus-sensitive systems* // *Polymer Testing*. 2024. - V. 140. - №108618. - p. 1-4. DOI: [10.1016/j.polymertesting.2024.108618](https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2024.108618)

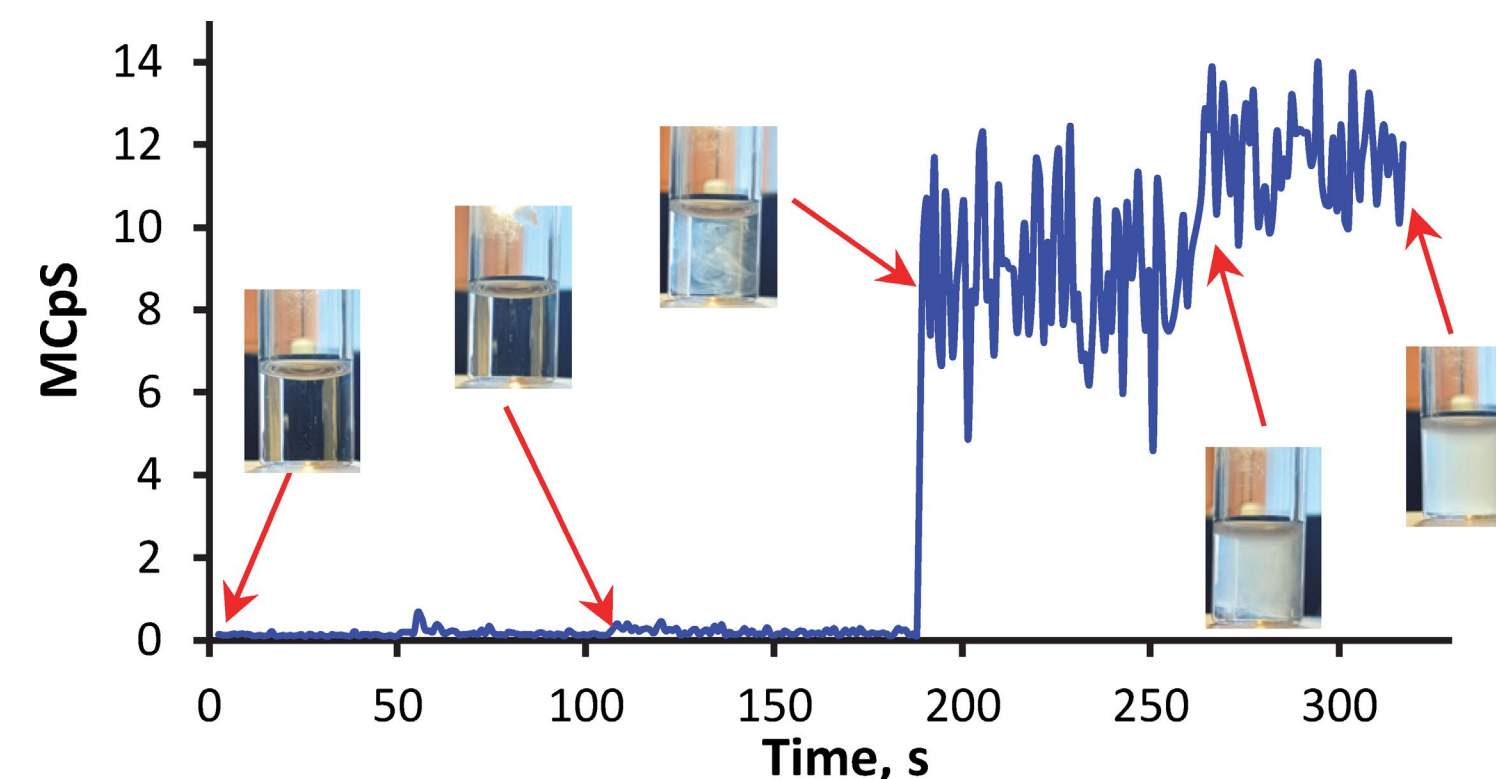


Рис.1. Зависимость интенсивности рассеяния света от времени (20 °) и изображения смеси ПАК - N5 1:1,05 при рН 7,4 во время измерения  $\zeta$ -потенциала. Концентрации ПАК 12 мМ, N5 – 12,6 мМ на карбоксильную и аминную группы соответственно. В качестве тестовой ячейки использовалась круглая кювета диаметром 15 мм, оснащенная стеклоуглеродными электродами (площадь поверхности 40 мм<sup>2</sup>, расстояние 4 мм). Приложенное электрическое поле составляло 1,5 В/мм, а полярность менялась с частотой 8 Гц.

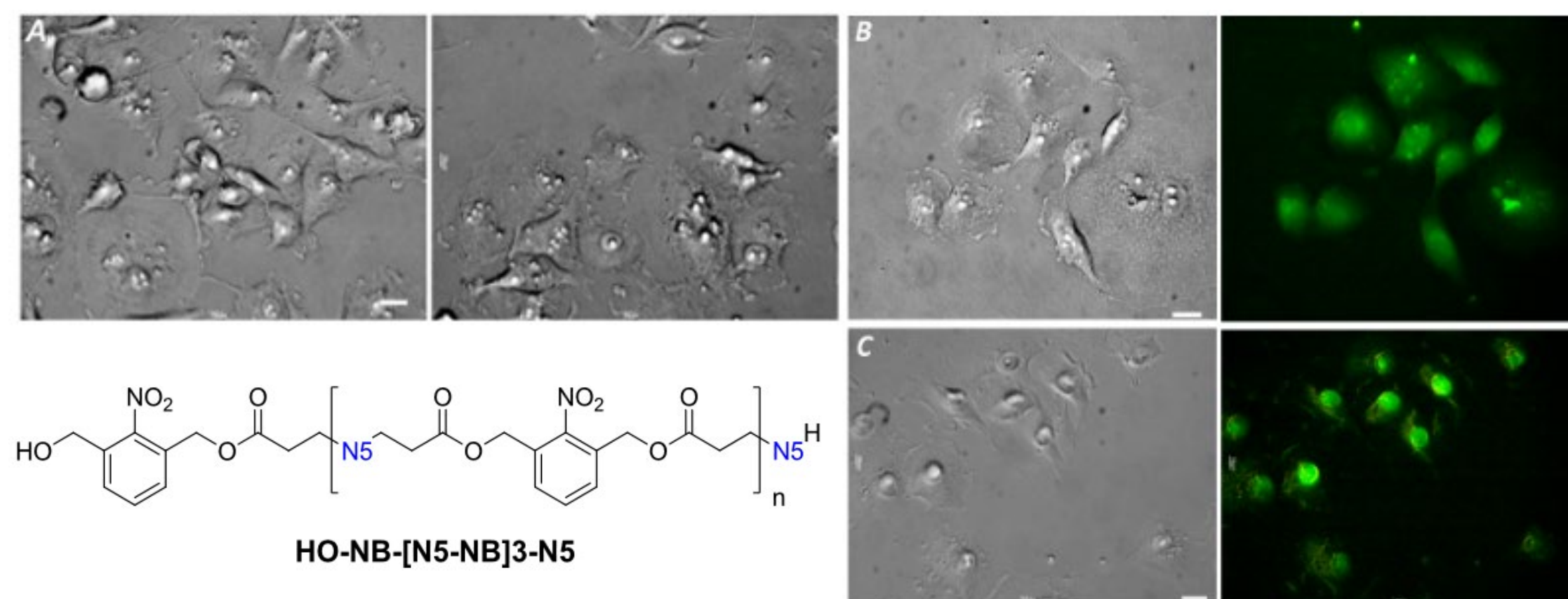


Рис.2. Световые и эпифлуоресцентные микрофотографии клеток ECV304. А – клетки без воздействия олигонуклеотидного комплекса ZS-819, В и С – под действием комплекса при соотношении N:P=10:1. В – 1 ч инкубации, С – 2 ч инкубации. Масштаб 20 мкм. Зеленая флуоресценция за счёт олигонуклеотидов, меченных флуоресцеином.



# ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОЗОЛЬНО-ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ В АТМОСФЕРЕ НАД АКВАТОРИЕЙ ОЗ. БАЙКАЛ

Номер проекта РФФИ 19-77-20058 / Руководитель: д.г.н., профессор Т.В. Ходжер

В летний период 2024 г. не наблюдались экстремальные ситуации повышенного содержания аэрозольных примесей в атмосфере, за исключением единичных случаев заноса дымового аэрозоля при определенных синоптических ситуациях. Основной вклад в аэрозольное заполнение атмосферы над Байкалом давали локальные источники загрязнений, расположенные на побережье озера или небольшом удалении от него.

На основе лидарных наблюдений получены изображения структуры аэрозольных полей тропосферы над оз. Байкал при различных условиях, показана специфика распределения с учетом физико-географических особенностей региона и общей синоптической ситуации (Рис. 1). С целью установления типа наблюдаемых аэрозольных частиц и их источников происхождения на высотах 4-6 км на севере Байкала проведены расчеты степени деполяризации из лидарных данных, а также спутниковый и траекторный анализ данных.

Установлено, что для аэрозольного слоя характерны значения степени деполяризации, соответствующие несферическим частицам. Изображения пространственных разрезов аэрозольных полей атмосферы над озером Байкал, полученные в ходе лидарных экспедиций, совместно с метеоданными во время наблюдений, открыты для общего доступа на сайте ИОА СО РАН [<http://loza.iao.ru/Data/baikal/>].

Описана пространственная изменчивость гигро- и термооптических характеристик аэрозоля. Бухта Аяя, Хакусы, мыс Кабаний в Северном Байкале по массовой и счетной концентрациям аэрозольных частиц, как и по другим примесям в приводной атмосфере отнесены к чистым фоновым районам, не подверженным антропогенной нагрузке. Здесь определены самые низкие счетные концентрации частиц с  $r > 0.175$  мкм (около  $5-20 \text{ см}^{-3}$ ), массовые  $M_A \sim 5 - 10 \text{ мкг/м}^3$ .

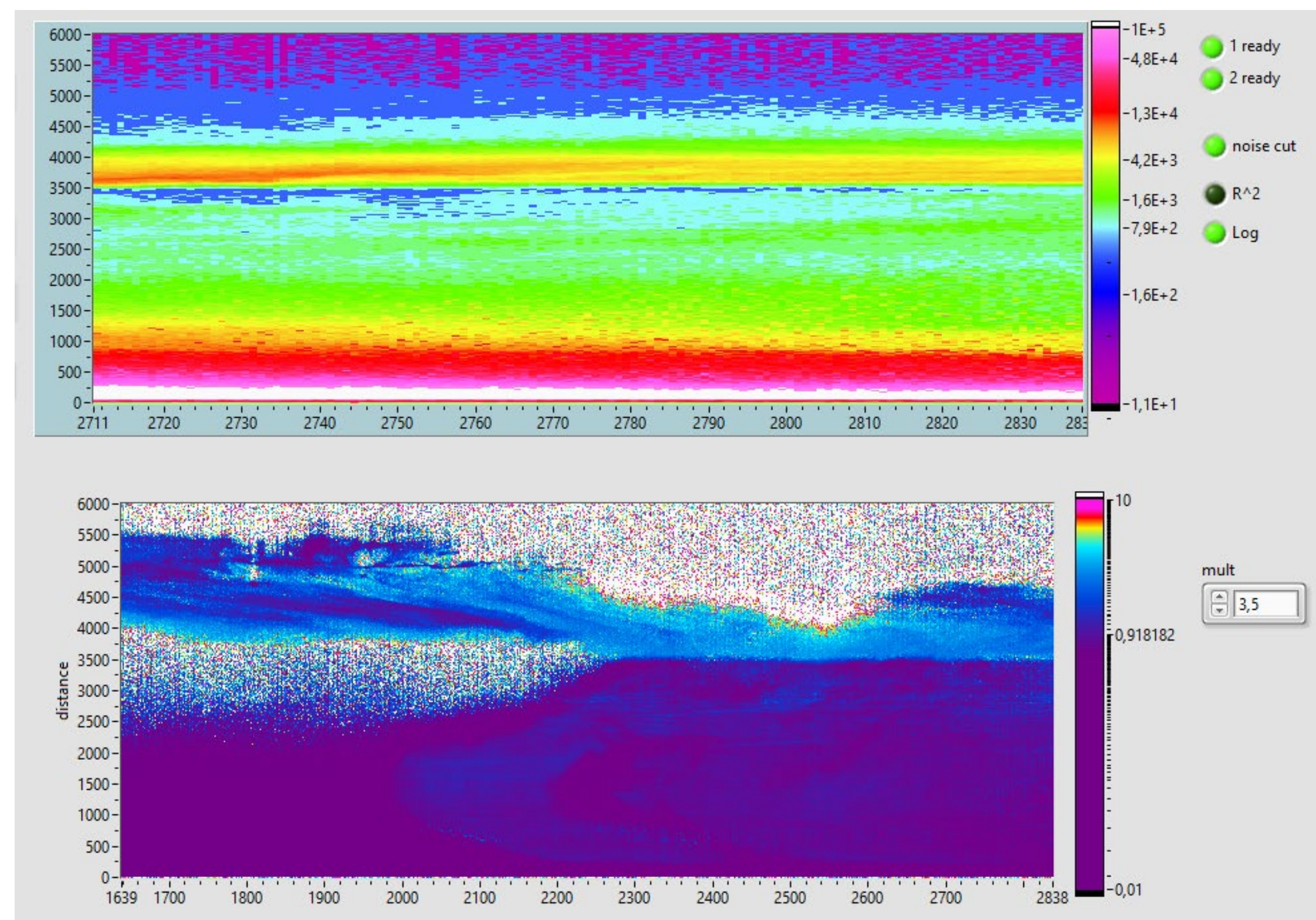


Рис. 1. Пространственно-временная структура аэрозольного поля тропосферы ( $\lambda=532$  нм) лидар «ЛОЗА-А2» 27 июля 2024 г. На нижнем рисунке фрагмент окна программы визуализации лидарных данных с изображением нижней части тропосферы во время измерений обводненные частицы аэрозоля на высоте 4÷5.5 км начинают выпадать из облака в нижележащие слои, но на высоте 3.5 км «запираются» инверсионным слоем, не позволяющим аэрозолю опускаться ниже.

Высокие концентрации  $N$  ( $r > 0.175$  мкм) (до  $170 \text{ см}^{-3}$ ) и  $M_A \sim 80 - 90 \text{ мкг/м}^3$  фиксировались в Среднем Байкале у п. Турка и в дельте р. Селенги, в Южном Байкале – в районе г. Байкальск, истока р. Ангары, т.е. районах, подверженных воздействию локальных и удаленных источников антропогенного аэрозоля. Высокие значения параметра конденсационной активности субмикронного аэрозоля  $\gamma$ , доходившие до 0.4-0.6 и отдельной узкой фракции  $\eta$  ( $r = 0.185 \div 0.278$  мкм) = 0.19-0.21, характерны для чистых фоновых районов Байкала. Для районов, отягощенных влиянием антропогенного аэрозоля, характерны низкие значения  $\gamma = 0.2-0.3$  и  $\eta$  ( $r = 0.185 \div 0.278$  мкм) = 0.16-0.17 (Рис. 2).

На концентрации малых газовых примесей оказывали влияние в основном также локальные источники загрязнения. Наиболее высокие концентрации оксидов азота и диоксида серы по всему маршруту следования судна отмечались в истоке р. Ангары и вблизи городов Байкальск, Слюдянка. Максимальные концентрации  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{SO}_2$  составляли  $49.5 \text{ мкг/м}^3$ ,  $58.6 \text{ мкг/м}^3$  и  $8.5 \text{ мкг/м}^3$ , соответственно. Низкие концентрации этих газов ( $1.0-5.0 \text{ мкг/м}^3$ ), близкие к фоновым значениям, наблюдались вдоль западного побережья Северного Байкала (Рис. 3). Повышенные концентрации черного углерода (eBC) (Рис. 4), как и других примесей, наблюдались в Южном Байкале вблизи п. Листвянка ( $7.57 \text{ мкг/м}^3$ ) и в истоке р. Ангары ( $4.57 \text{ мкг/м}^3$ ), в Среднем у п. Турка ( $5.44 \text{ мкг/м}^3$ ). В Северном Байкале по маршруту от бухты Ая до Баргузинского залива фоновый уровень eBC составил  $0.17 \pm 0.12 \text{ мкг/м}^3$ , а в самой бухте эта величина была минимальной ( $0.11 \text{ мкг/м}^3$ ). При этом здесь периодически регистрировались значения и выше ( $0.6-1.6 \text{ мкг/м}^3$ ), когда вблизи стоянки НИС проходили прогулочные суда, моторные лодки.

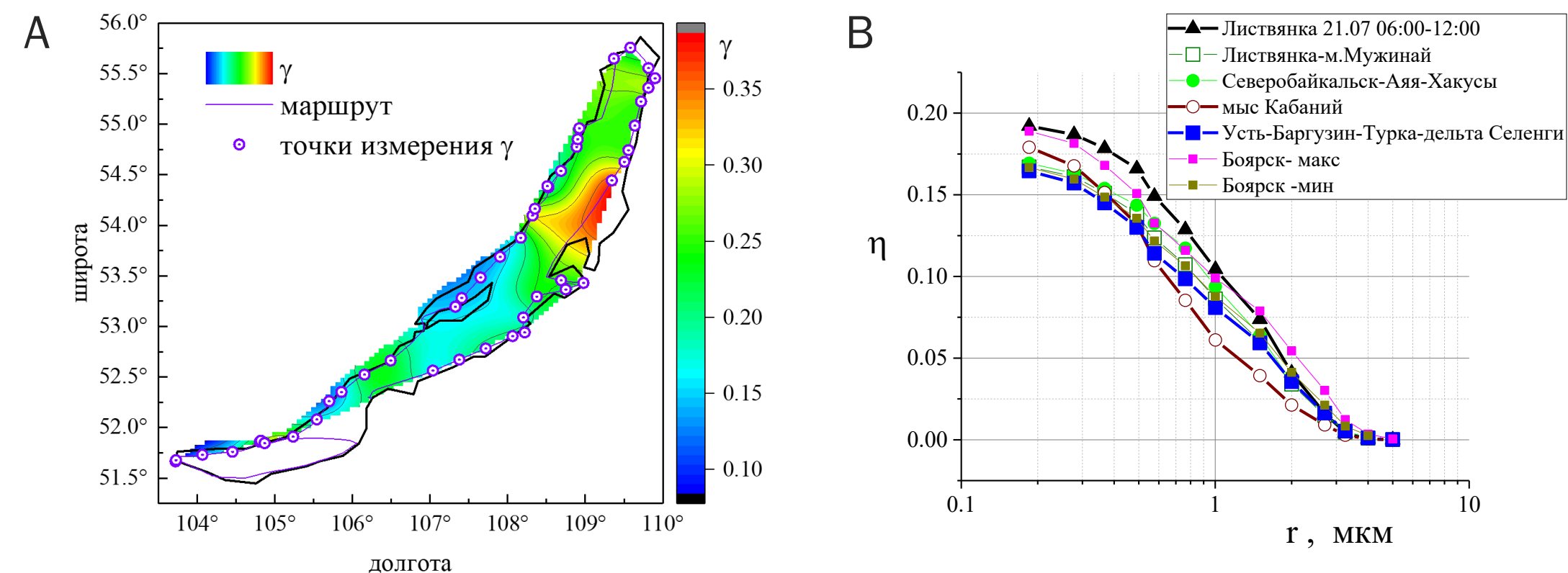


Рис. 2. А – Пространственное распределение параметра конденсационной активности  $\gamma$  по акватории Байкала; В – Распределение значений  $\eta$  по узким фракциям аэрозоля в различных районах оз. Байкал.

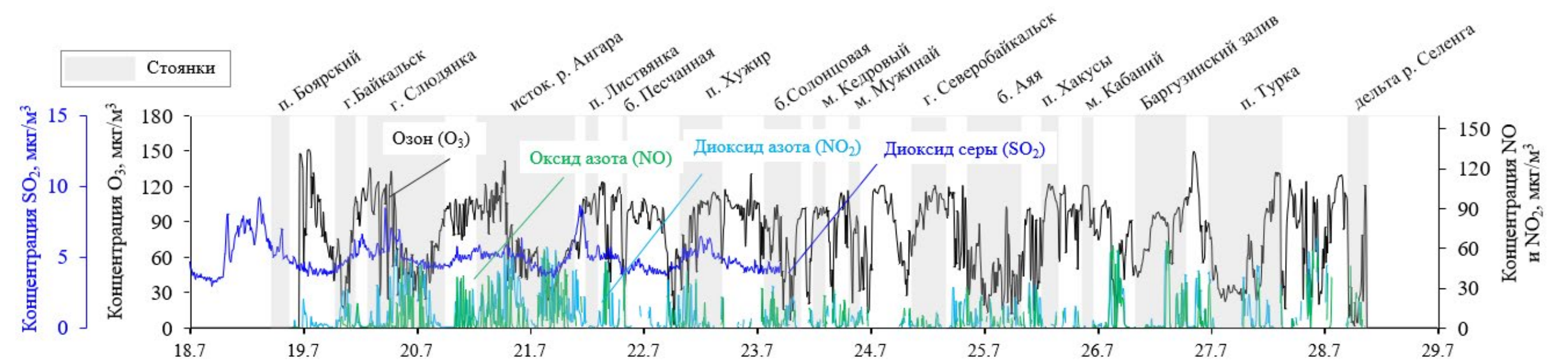


Рис. 3. Временной ход концентрации приземного озона ( $\text{O}_3$ ), оксида и диоксида азота ( $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ ), диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) в приводном слое оз. Байкал по всему маршруту следования НИС «Академик Коптюг».

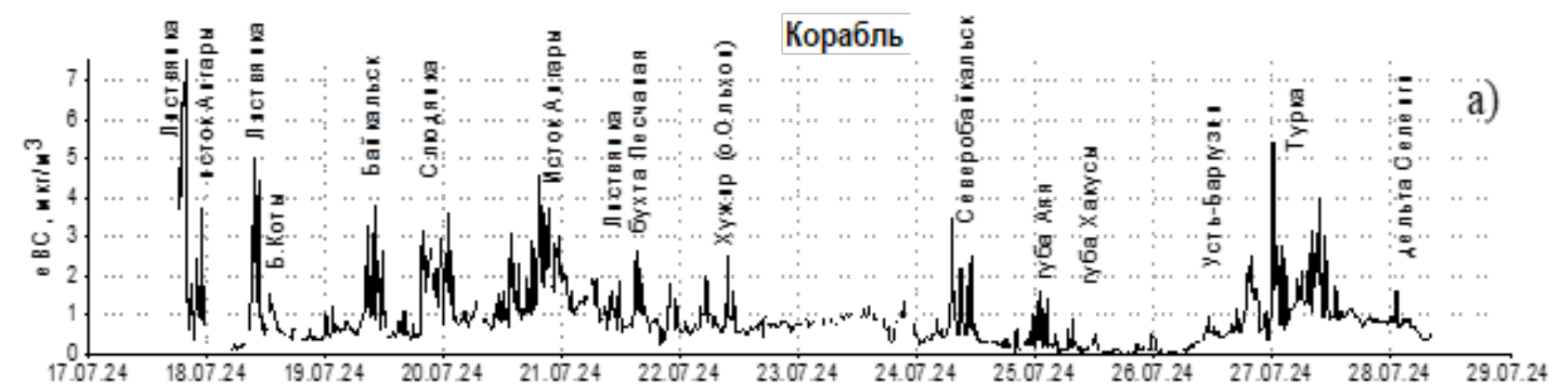


Рис. 4. Временной ход концентрации черного углерода (eBC) в приводном слое оз. Байкал по всему маршруту следования НИС «Академик Коптюг».

В приводной атмосфере озера отобрано и проанализировано 34 образца аэрозоля разных размерных фракций (0.8, 2, 5, 10 мкм) на ионы, микроэлементы, сажу, ПАУ (Рис. 5). Повышенные суммы ионов также определены в аэрозоле Южного Байкала, особенно вблизи городов Байкальск, Слюдянка и в Лиственничном заливе (исток р. Ангары). В Северном Байкале повышение отмечено на переходе бухта Солонцовая-Кедровая и на стоянках в этих бухтах, где ощущался запах дыма. Наибольшие суммы ионов в аэрозоле по всей акватории озера определены в частицах диаметром 10.5, 5.0 и 2.0 мкм при переносе воздушных масс с южного направления, для частиц 0.8 мкм – с северо-западного. Главными ионами в составе аэрозоля были  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{NO}_3^-$ .

Высокие суммарные концентрации микроэлементов в аэрозоле (Рис. 6) определены при северо-западном направлении воздушных масс в Южном Байкале во время стоянок судна вблизи гг. Байкальск (197-328  $\text{нг/м}^3$ ) и Слюдянка (145-194  $\text{нг/м}^3$ ). Основной вклад в общий уровень загрязнения воздуха в составе аэрозоля вносили железо (Fe) и медь (Cu). Анализ коэффициентов обогащения микроэлементного состава аэрозоля показал: Li, Be, Al, Ti, Mn, Fe, Co, Rb, Sr, Ba, Th, U, Tl, составляющие 56 % от общего числа всех определяемых микроэлементов, имеют терригенное происхождение ( $\text{КО} < 10$ ). Высокие значения коэффициентов обогащения для Cr, Ni, Sb, Zn, As, Mo, W, Cd (40-2550), Ag, B, Se, Cd, Sn, Sb (1500-30000) указывают на их смешанное или техногенное происхождение.

### Публикации:

Chernitsyna S.M., Elovskaya I.S., Bukin S.V., Bukin Yu.S., Pogodaeva T.V., Kwon D.A., Zemskaya T.I. Genomic and morphological characterization of a new *Thiothrix* species from a sulfide hot spring of the Zmeinaya bay (Northern Baikal, Russia) // *Antonie van Leeuwenhoek*. 2024. - V. 117. - №23. - p. 1-16. DOI: [10.1007/s10482-023-01918-w](https://doi.org/10.1007/s10482-023-01918-w)

Bukin S.V., Rechkina V.I., Ivanov V.G., Pogodaeva T.V., Pavlova O.N., Shcherbakova V.A., Zemskaya T.I. Genetic, physiological and biochemical features of the methanogenic strain *Methanosarcina spelaei* LB-BZ-1 isolated from oil-saturated bottom sediments of Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №4. - p. 821-828. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-821](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-821)

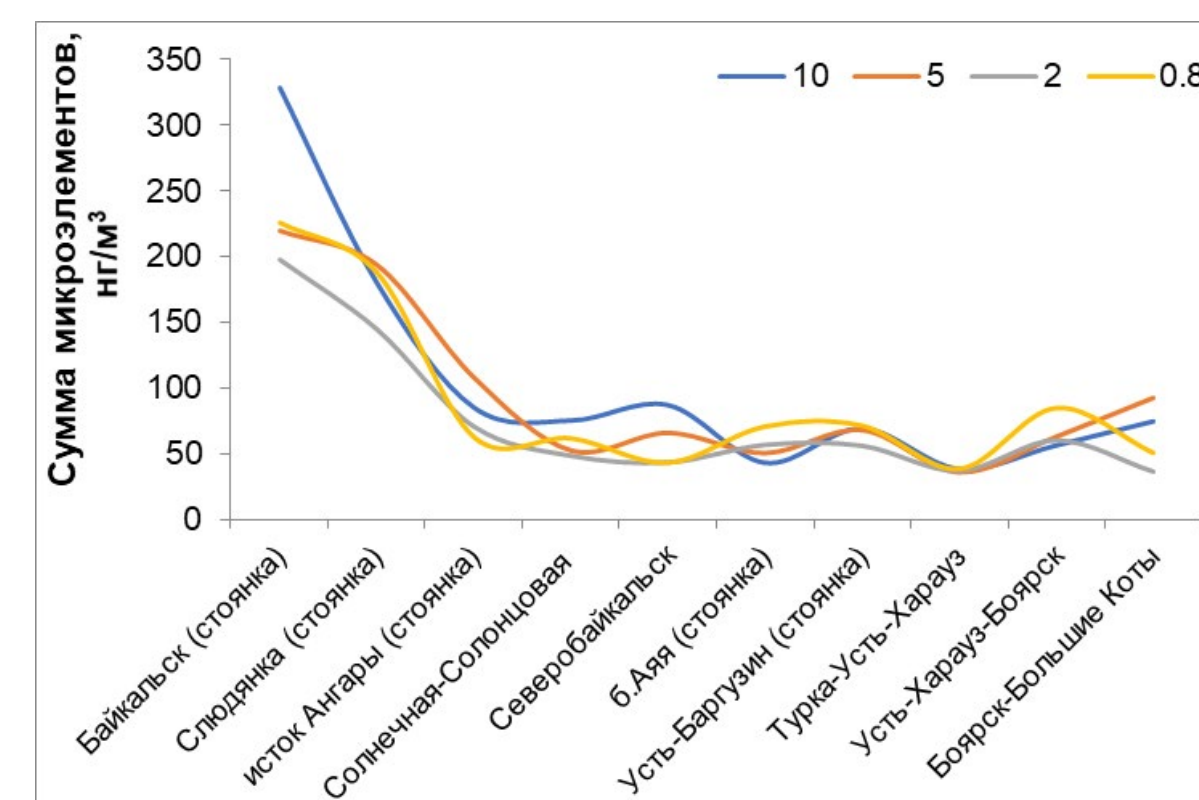


Рис. 6. Суммарные концентрации микроэлементов в составе аэрозоля разных размерных фракций (0.8, 2, 5, 10 мкм) над акваторией оз. Байкал 18-29 июля 2024 г.

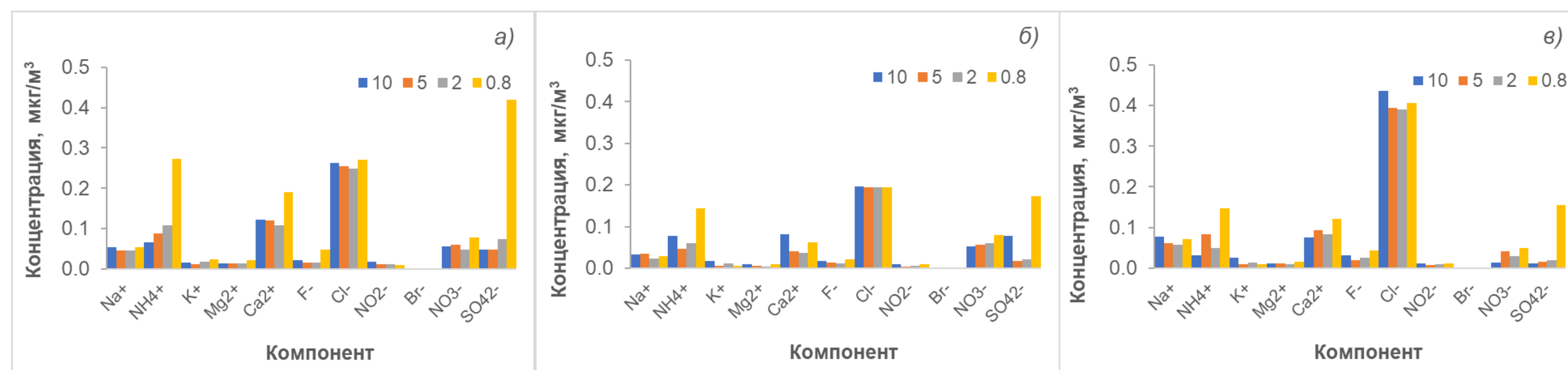


Рис. 5. Ионный состав атмосферного аэрозоля разных размерных фракций (0.8, 2, 5, 10 мкм) при поступлении воздушных масс из северо-западных (а), восточных (б), южных (в) направлений на акваторию оз. Байкал 18-29 июля 2024 г.,  $\text{мкг/м}^3$



# МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ В ГРАДИЕНТНЫХ ЗОНАХ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ ОЗЕРА БАЙКАЛ, ПОИСК НОВЫХ ТАКСОНОВ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПУТЕЙ

Номер проекта РФФ 22-14-00084 / Руководитель: д.б.н. Т.И. Земская

## Новый кандидатный вид бесцветных серных бактерий *Thiothrix namsaraevi*

На основе анализа геномов, собранных из метабеномов (MAGs) и структуры функциональных генов (16S рРНК и *tillS*), описан новый кандидатный вид бесцветных серных бактерий - *Thiothrix namsaraevi*, составляющий основу серных обрастаний в районах прибрежных байкальских гидротерм и Баргузинской долины. Этот вид имел сходство с другими представителями рода по метаболизму углерода и отличался набором генов цикла серы и азота. Присутствие в сообществах донных осадков «новых» микроорганизмов, филогенетически удаленных от известных, подтвердилось при анализе реконструированных MAGs разных филумов, доминирующих в осадках озера и участвующих в деструкции различных субстратов, в том числе метана.

### Публикации:

Chernitsyna S.M., Elovskaya I.S., Bukin S.V., Bukin Yu.S., Pogodaeva T.V., Kwon D.A., Zemskaya T.I. Genomic and morphological characterization of a new *Thiothrix* species from a sulfide hot spring of the Zmeinaya bay (Northern Baikal, Russia) // *Antonie van Leeuwenhoek*. 2024. - V. 117. - №23. - p. 1-16. DOI: [10.1007/s10482-023-01918-w](https://doi.org/10.1007/s10482-023-01918-w)

Bukin S.V., Rechkina V.I., Ivanov V.G., Pogodaeva T.V., Pavlova O.N., Shcherbakova V.A., Zemskaya T.I. Genetic, physiological and biochemical features of the methanogenic strain *Methanosarcina spelaei* LB-BZ-1 isolated from oil-saturated bottom sediments of Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. - №4. - p. 821-828. DOI: [10.31951/2658-3518-2024-A-4-821](https://doi.org/10.31951/2658-3518-2024-A-4-821)

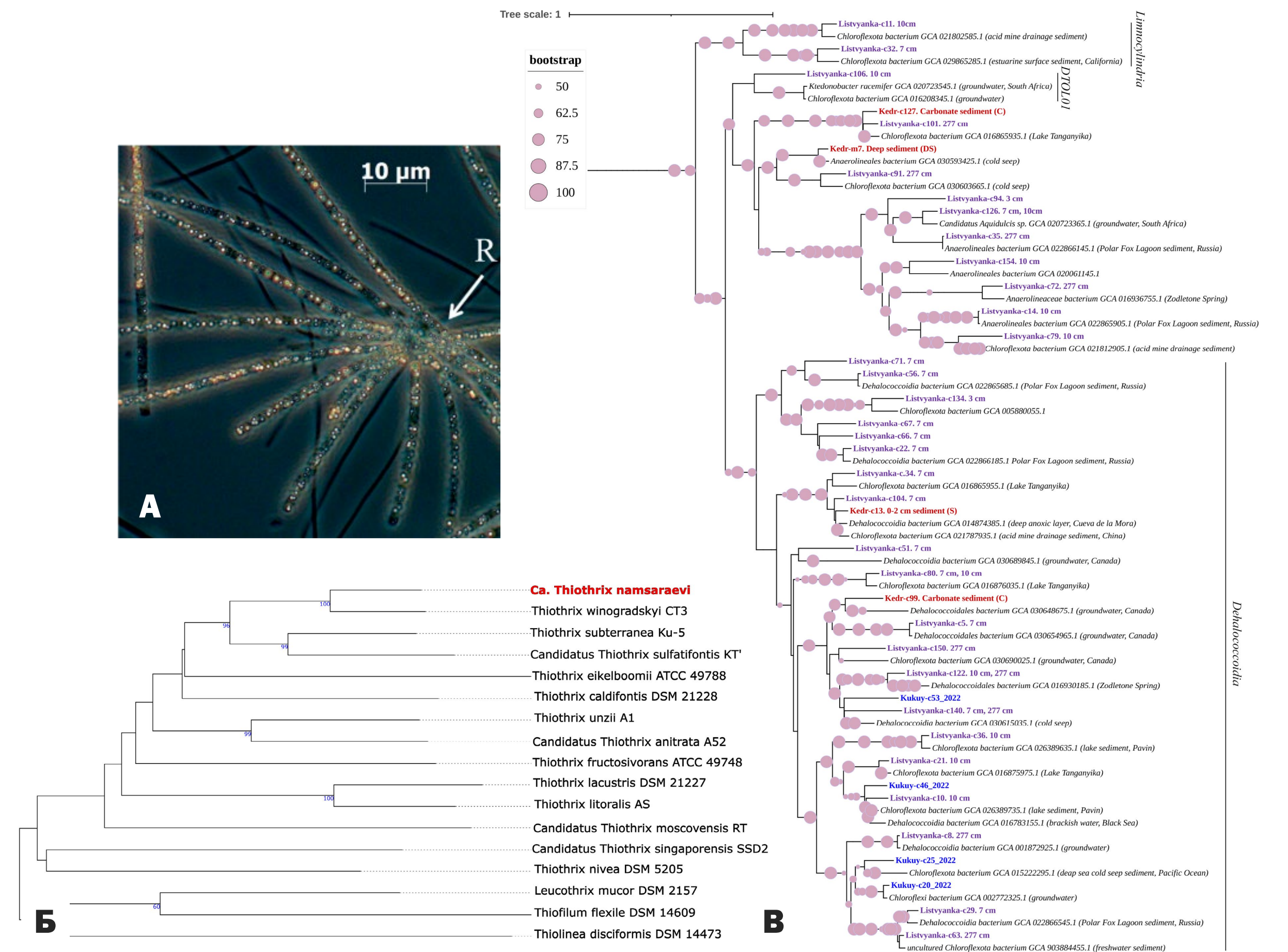


Рис.1. Вид *Ca. Thiothrix namsaraevi* в фазовом контрасте при увеличении x1600 (А); Филогенетическое положение *Ca. Thiothrix namsaraevi* (Б) и MAGs *Chloroflexota*, собранных из осадков г/в Кедр (выделены красным), г/в Кукуй (синим) и фонового района Южного Байкала (фиолетовым) (В) на основе анализа конкатенированных последовательностей 120 консервативных маркерных генов с использованием Interactive Tree Of Life (iTOL).



Номер проекта РНФ 23-24-00513 / Руководитель: д.б.н., доцент И.В. Клименков

Установлено, что в период репродукции у самцов рыб *Cottocomephorus grewingkii* (Dybowski, 1874) обонятельные рецепторные нейроны (ОСН) демонстрируют признаки активации ядерно-цитоплазматических взаимодействий и усиления белкового синтеза. При этом, аппарат Гольджи продуцирует большее количество везикул, которые транспортируются к вершине клетки и встраиваются в поверхностную мембрану, что переводит ее на режим дендритной нейросекреции (Рис. 1, 2). Один из механизмов, который приводит к таким преобразованиям ОСН, может быть связан с необходимостью обнаружения гидрофобных феромональных сигналов, исходящих от самок. Предполагается (Pelosi, Knoll, 2022), что гидрофобные феромоны могут доставляться к рецепторам с помощью небольших водорастворимых одорант-связывающих белков (odorant-binding protein, ОВР) из семейства липокалинов. Возможно, что дендритная нейросекреция может быть направлена на высвобождение ферментов, либо ОВР-подобных белков, которые увеличивают их растворимость в обонятельной слизи для последующего связывания с рецепторами. Кроме того, нельзя исключать, что явление дендритной нейросекреции может отражать более общую (не связанную с размножением) фундаментальную способность ОСН секретировать нейропептиды, которые могут блокировать пахучие молекулы различной природы, либо выполнять другие функции.

Независимо от механизмов, приводящих к такой трансформации ОСН, можно предположить, что в отсутствие чувствительных ресничек клетки теряют способность к хеморецепции. Такое развитие событий может лежать в основе обонятельной дисфункции (Doty, Hawkes, 2019). Обнаруженный феномен трансформации ОСН в клетки секреторного типа свидетельствует о более глубокой структурной и функциональной пластичности ОСН, чем считалось ранее. Выявленные факты, связанные с переходом рецепторных клеток на режим секреции, важны в контексте процессов дендритной нейросекреции, которые широко представлены в мозге и активно обсуждаются в последнее десятилетие (Son et al., 2013; Brown et al., 2020; Korogod 2023). Впервые обнаруженный нами феномен трансформации ольфакторных нейронов в клетки с дендритной нейросекрецией свидетельствует об их структурно-функциональной пластичности и способности к изменению функциональных свойств.

## Публикации:

Klimenkov I.V., Pastukhov M.V., Hung-Ming Chang, Ting-Yi Renn, Sudakov N.P. Structural Rearrangement of the Olfactory Epithelium in Male Baikal Yellowfin Sculpins Across the Reproductive Period // *Biology*. 2025. - V. 14. - №2. - p. 1-20. DOI: [10.3390/biology14020179](https://doi.org/10.3390/biology14020179)

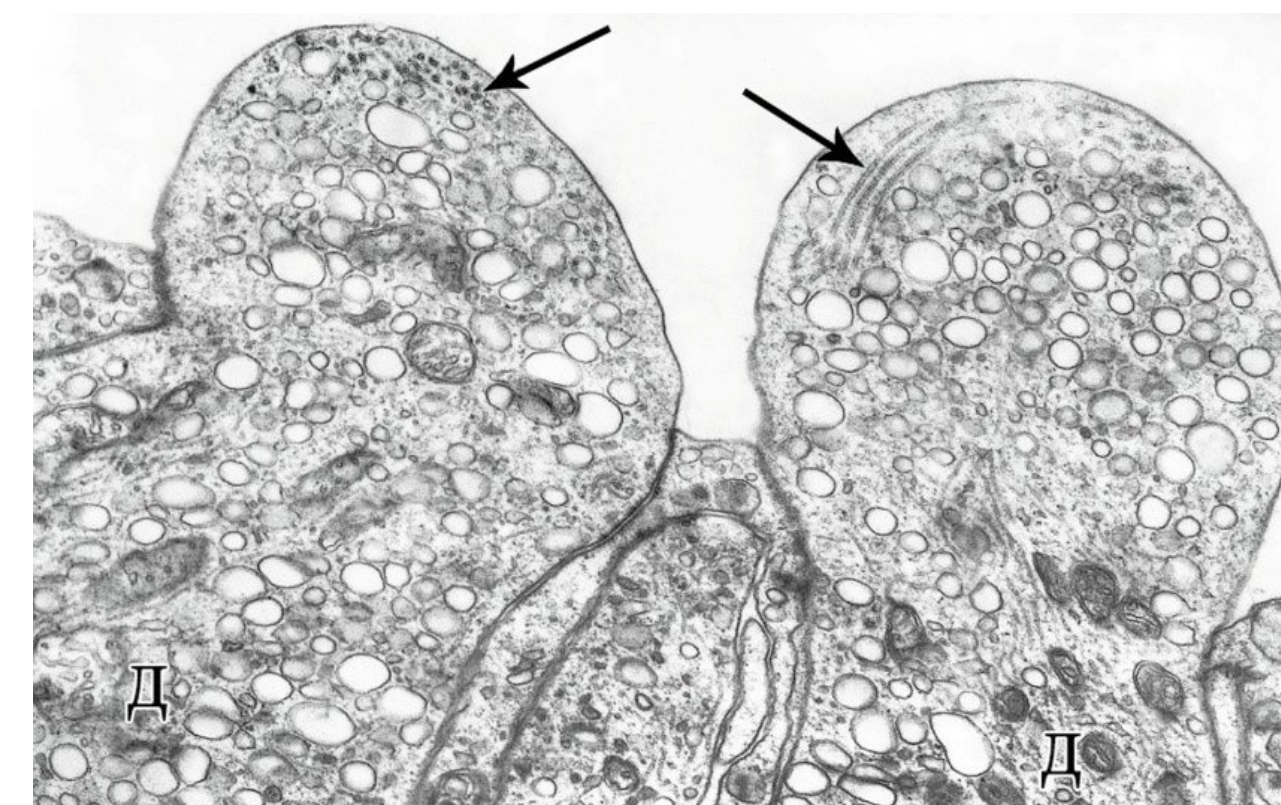


Рис.1. Апикальные участки дендритов обонятельных рецепторных клеток у самца *C. grewingkii* в фазу трансформации на режим дендритной нейросекреции. Обозначения: Д – дендрит; стрелками показаны погруженные внутрь дендрита реснички в поперечном и продольном сечении.

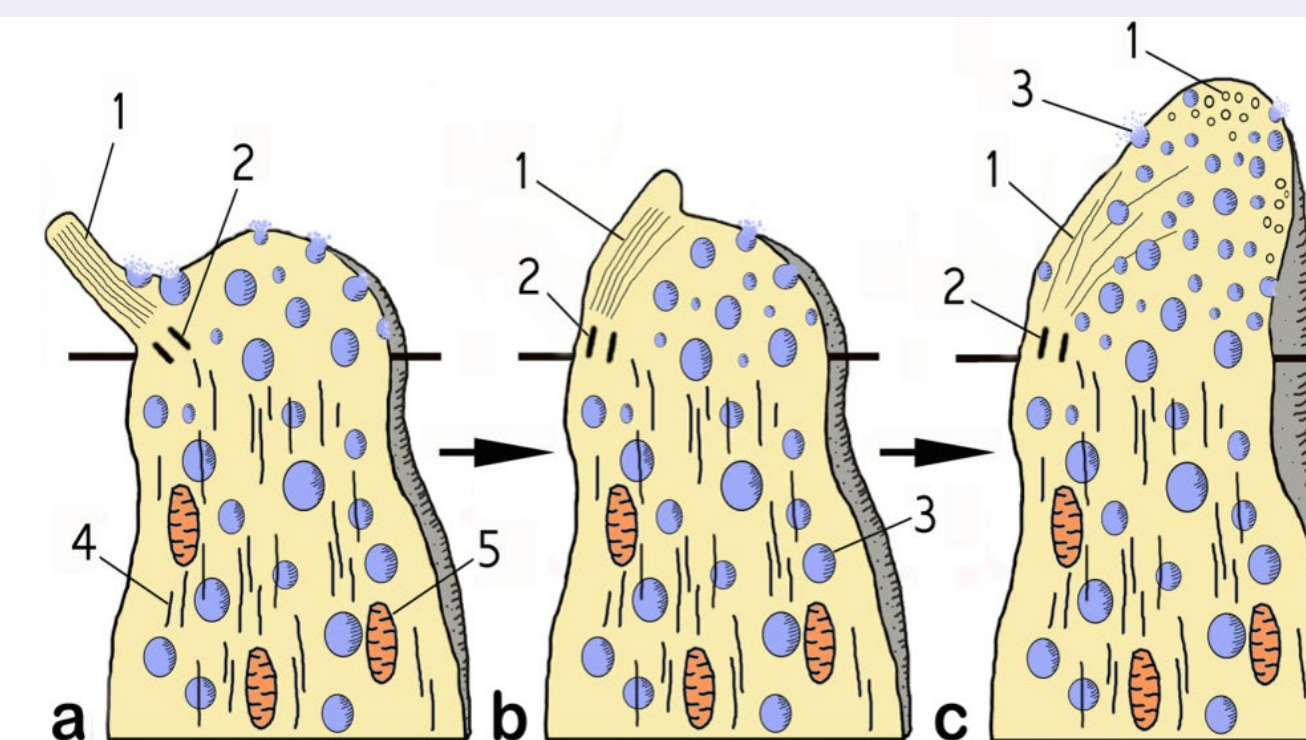


Рис.2. Обобщенная схема структурной реорганизации терминали обонятельной рецепторной клетки при переходе на режим дендритной нейросекреции у самца *Cottocomephorus grewingkii* (Dybowski, 1874). (А) Транспорт везикул в верхнюю часть клетки и встраивание в поверхностную мембрану; реснички расположены в обычном положении. (b) Аксонема ресничек погружена в матрикс вершины клетки. (c) Формирование конуса роста за счет встраивания пузырьков в поверхностную мембрану; распад аксонемы ресничек. Обозначения: 1 – микротрубочки ресничек; 2 – базальное тельце; 3 – везикула; 4 – цитоплазматические микротрубочки; 5 – митохондрии.



## СООБЩЕСТВА МИКРОЭУКАРИОТ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ АНГАРСКОГО КАСКАДА

Номер проекта РНФ 23-14-00028 / Руководитель: д.б.н., профессор Е.В. Лихошвай

Впервые проведены одновременные исследования Южной части Байкала и Иркутского водохранилища (Рис. 1) с применением методов микроскопии (Рис. 2) и метабаркодирования (Рис. 3) в течение трех сезонов 2023 г. и в истоке р. Ангара ежемесячно в период открытой воды. Охарактеризована пространственно-временная структура фитопланктона и оценено влияние параметров среды на распределение и развитие его качественных и количественных показателей.

Выявлен 151 вид, по разнообразию преобладали хризофитовые (57), зеленые (41) и диатомовые (24) водоросли. Массового цветения цианобактерий не наблюдали. Ограниченная ординация профилей численности видов показала температуру воды как основной фактор в разделении сообществ фитопланктона. Анализ с помощью микроскопии проб, отобранных 22-26 мая 2024 г., выявил различия, как по обилию, так и по видовому составу фитопланктона в Южном Байкале и в Иркутском водохранилище, что не согласуется с ранее высказанным мнением о «наследовании» водохранилищем вместе с водами озера и его фитопланктона.

С помощью электронной микроскопии вскрыто высокое разнообразие наиболее чувствительных к изменениям среды обитания организмов – чешуйчатых хризофитовых. В течение трех сезонов 2023 г. их обнаружено 38 видов, наибольшие различия в видовом составе наблюдались в июне, причем в более прогретых водах крупного залива Иркутского водохранилища было обнаружено 23 вида, а в холодных водах Южного Байкала, в этот же период до 7 видов, что не согласуется с устоявшимся мнением о приуроченности этой группы организмов к холодным олиготрофным водам.

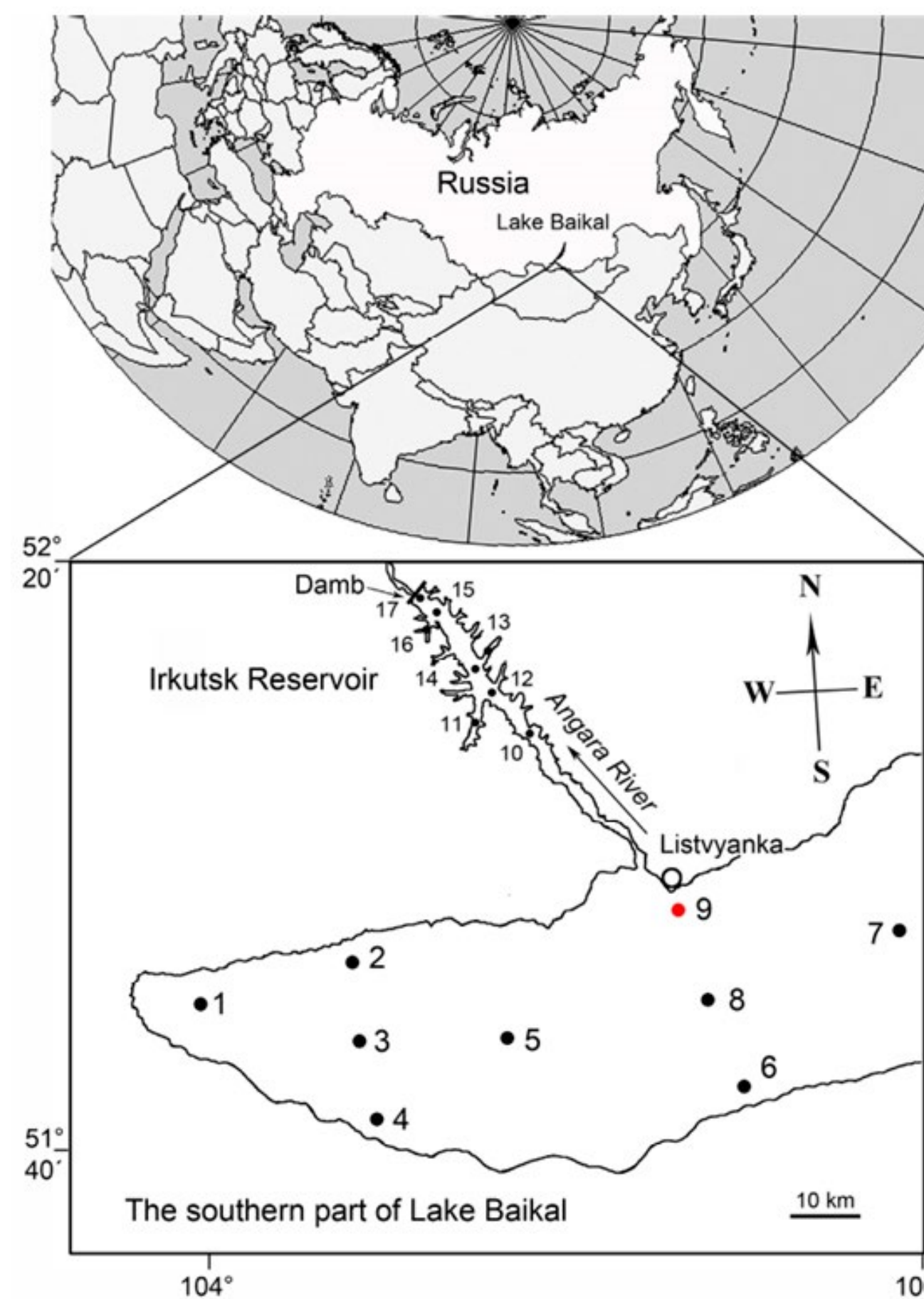


Рис.1. Схема отбора проб в Южном Байкале и в Иркутском водохранилище

Красной точкой отмечена станция в истоке р. Ангара. Номера и названия станций: 1 – 12 км от Култука; 2 – 3 км от Маритуя; 3 – середина разреза Маритуй-Солзан; 4 – 3 км от Солзана; 5 – середина разреза Толстый-Снежная; 6 – 3 км от Танхоя; 7 – Кадильный-Мишиха; 8 – Листвянка-Танхой; 9 – 3 км от Листвянки; 10 – напротив Бурдугуза; 11 – залив Курминский; 12 – средняя часть водохранилища напротив залива Курминский; 13 – залив Еловый; 14 – средняя часть водохранилища напротив залива Еловый; 15 – залив Ершовский; 16 – средняя часть водохранилища напротив залива Ершовский; 17 – верхний бьеф

Получены новые сведения о структуре чешуйчатых хризофитовых и их стоматоцист, установлен период и температура, при которой происходит переход в покоящуюся стадию, эти результаты важны и с точки зрения интерпретации палеоклиматических изменений, поскольку кремнистые чешуйки и стоматоцисты встречаются в палеолетописях северного полушария начиная с эоцена.

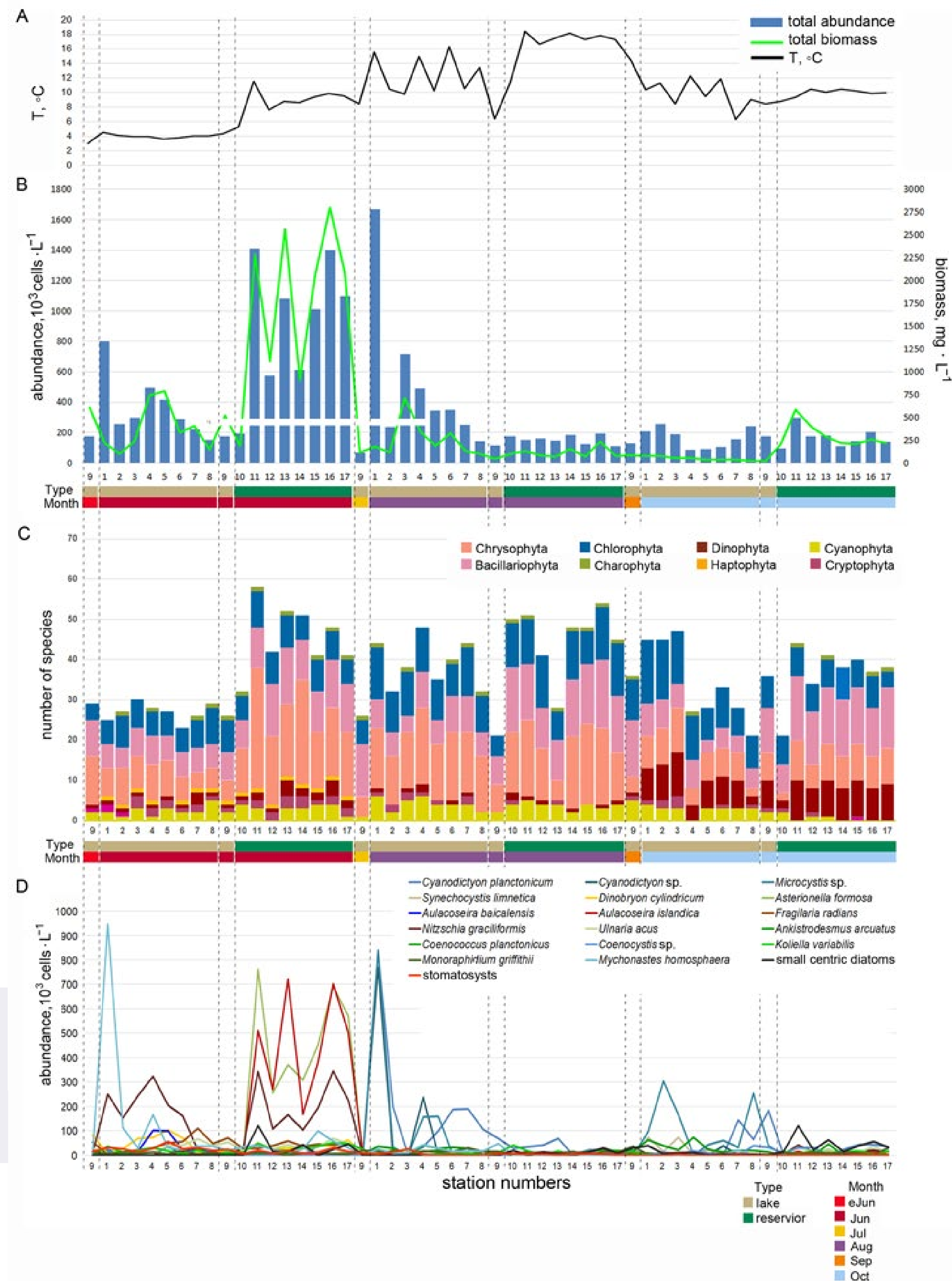
Метод метабаркодирования (Рис. 3) сообществ микроэукариот подтвердил данные микроскопии и существенно дополнил представление о структуре сообществ микроэукариот, в следствие большей чувствительности метода и более широкого охвата таксонов, выявляемых при анализе.

Метабаркодирование бактериальных сообществ показало сезонные изменения в таксономическом составе и выявило особенности весеннего периода, существенные отличия в повышенной доле прочтений Alphaproteobacteria на станциях Иркутского водохранилища по сравнению с Южным Байкалом, повышенную долю прочтений цианобактерий в августе и октябре, как в озере, так и в водохранилище. Результаты кластерного анализа и ординации показали общие черты в группировках сообществ бактериопланктона и микроэукариот, что свидетельствует о связи про- и эукариотической части сообществ.

Результаты проекта важны для понимания механизмов формирования флоры искусственных водоемов, для их мониторинга с учетом сезонной динамики и особенностей аутэкологии и жизненных циклов видов, а также для рассмотрения сценариев расселения видов микроэукариот в контексте глобальных изменений климата.

Рис.2. Сезонная динамика температуры воды (A) и структуры фитопланктона (B–D) в Южном Байкале (станции 1-9) и в Иркутском водохранилище (станции 10-17) в период открытой воды 2023 г.

B – общая численность и биомасса; C – количество видов в крупных таксономических группах (отделах); D – численность доминирующих видов



**Публикации:**

Bessudova A. Genus *Spiniferomonas* (Chrysophyceae, Chromulinales) in Eastern Siberian reservoirs // *Acta Biologica Sibirica*. 2024. - V. 10. - p. 859-881. DOI: [10.5281/zenodo.13626825](https://doi.org/10.5281/zenodo.13626825)

Bessudova A.Yu., Firsova A.D., Likhoshway Y.V. New data on the ultrastructure of stomatocysts, plate and spines scales of *Chrysosphaerella coronacircumspina* (Chrysophyceae, Chromulinales) // *Acta Biologica Sibirica*. 2024. - V. 10. - p. 1259-1267. DOI: [10.5281/zenodo.14027780](https://doi.org/10.5281/zenodo.14027780)

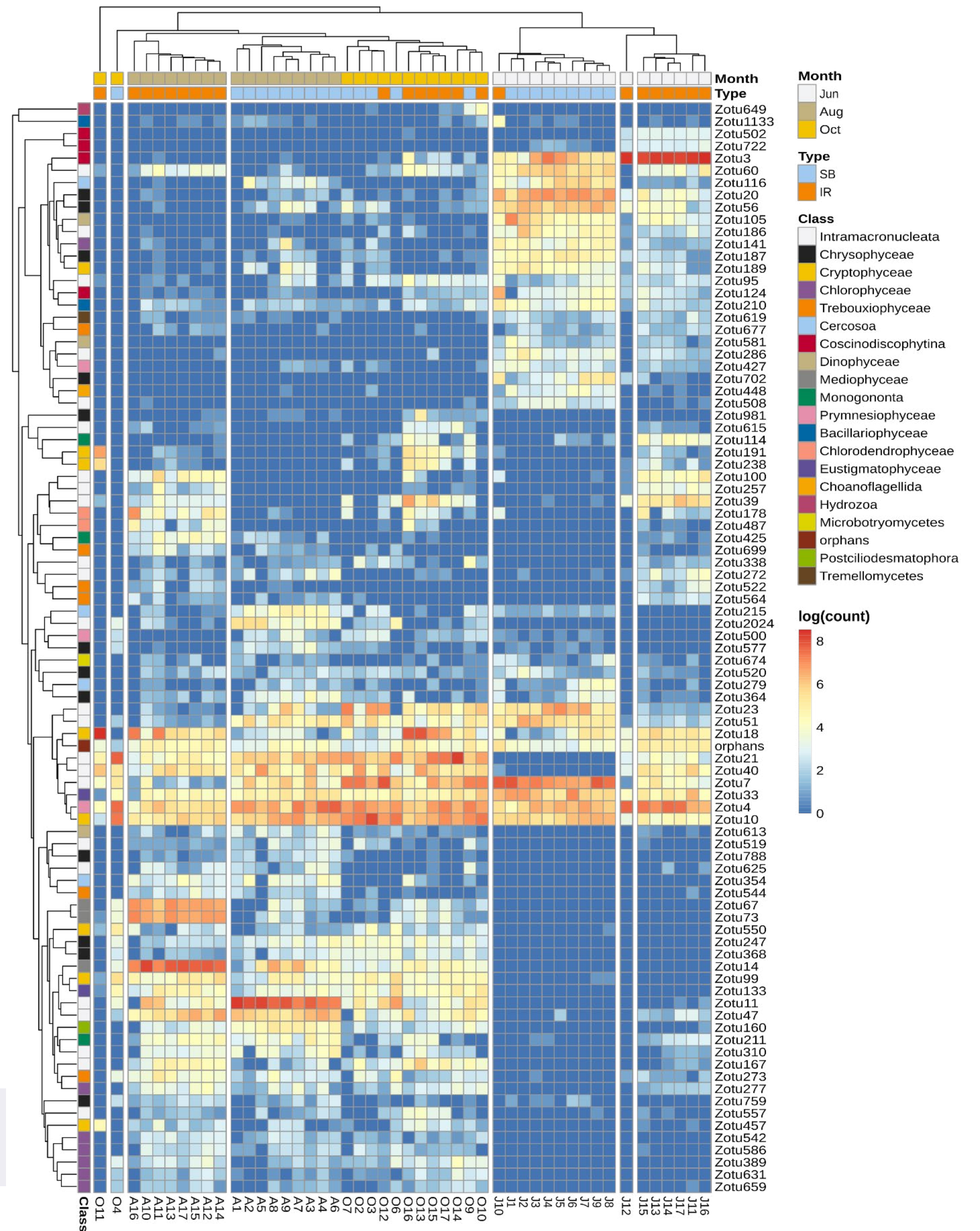
Bessudova A.Y., Firsova A.D., Likhoshway Y.V. Redescription of *Chrysosphaerella baikalensis* (Chrysophyceae, Chromulinales) with new data on the ultrastructure of its stomatocysts // *Phytotaxa*. 2024. - V. 669. - №1. - p. 67-74. DOI: [10.11646/phytotaxa.669.1.7](https://doi.org/10.11646/phytotaxa.669.1.7)

Bessudova A., Firsova A.D., Likhoshway Y.V. New data on the stomatocysts of *Spiniferomonas septispina* Nicholls (Chrysophyceae, Chromulinales) // *Phytotaxa*. 2024. - V. 670. - №1. - p. 72-76. DOI: [10.11646/phytotaxa.670.1.7](https://doi.org/10.11646/phytotaxa.670.1.7)

Bessudova A., Galachyants Y., Firsova A., Hilkanova D., Marchenkov A., Nalimova M., Sakirko M., Likhoshway Y. Seasonal Dynamics of the Silica-Scaled Chrysophytes as Potential Markers of Climate Change in Natural Model: Deep Cold Lake-Shallow Warmer Reservoir // *Sustainability*. 2024. - V. 16. - №17. - p. 1-16. DOI: [10.3390/su16177299](https://doi.org/10.3390/su16177299)

Firsova A., Galachyants Y., Bessudova A., Hilkanova D., Titova L., Nalimova M., Buzevich V., Marchenkov A., Sakirko M., Likhoshway Y. The Influence of Waters of Lake Baikal on the Spatiotemporal Dynamics of Phytoplankton in the Irkutsk Reservoir // *Water*. 2024. - V. 16. - №22. - p. 1-17. DOI: [10.3390/w16223284](https://doi.org/10.3390/w16223284)

Рис.3. Тепловая карта ASV<sub>99</sub> с покрытием более 100 прочтений и имеющих таксономическую классификацию до ранга рода/вида микроэукариот. Метабаркодирование проб ЮБ и ИВ, отобранных в 2023 г.





Номер проекта РНФ 24-27-00165 / Руководитель: к.г.н. Э.Ю. Осипов

С высоким разрешением измерены и рассчитаны составляющие теплового баланса ледниковой поверхности Сыгыктинского ледника (хребет Кодар) в период абляции (Осипов, Осипова, 2024). Показано, что радиационный баланс является доминирующим источником энергии таяния (86%). Выявлены статистические связи между суточными значениями абляции на леднике и метеорологическими параметрами. Установлено, что связь между суточной абляцией и температурой воздуха умеренная, но статистически значимая. Протестированы две температурные модели абляции (ТМ1 и ТМ2) с разными коэффициентами таяния (Рис. 1). Сравнение с эталонной теплобалансовой моделью ( $A_{T0}$ ) показало, что обе температурные модели хорошо воспроизводят среднюю и суммарную абляцию, однако суточные значения скорости таяния моделируются намного хуже. Наилучшим образом модели воспроизводят абляцию ледяной поверхности, учитывая до 68% суточной изменчивости таяния.

С суточным разрешением проведена типизация синоптических процессов над Кодаром по методу Дженкинсона-Коллисона на уровне изобарической поверхности 700 гПа за период 1948–2023 гг. Показано, что за 76-летний период повторяемость циклонов значительно уменьшилась. Выполнена оценка связи синоптических условий с метеорологическим режимом (Рис. 2), радиационным балансом и скоростью таяния ледника с суточным разрешением (Осипова, Осипов, 2024). Установлено, что основными типами погоды являются циклоны (24%) и антициклоны (20%), при этом продолжительность синоптических периодов увеличивается к концу сезона абляции. Изменение метеорологических условий на леднике и скорости абляции отражают влияние циклонических и антициклонических процессов. Наибольший вклад в таяние вносят антициклонические типы (44%), а наименьший – циклонические (26%). Соответственно, скорость абляции в зависимости от синоптических условий меняется в 1,6–1,8 раз.

## Публикации:

Осипов Э.Ю., Осипова О.П. Измерение и моделирование абляции на Сыгыктинском леднике (хребет Кодар) // *Лёд и Снег*. 2024. - №3. - С. 358-372. DOI: [10.31857/S2076673424030045](https://doi.org/10.31857/S2076673424030045)

Осипова О.П., Осипов Э.Ю. Синоптические условия абляции Сыгыктинского ледника (хребет Кодар) // *Оптика атмосферы и океана*. 2024. - Т. 37. - №9. - С. 779-784. DOI: [10.15372/A0020240908](https://doi.org/10.15372/A0020240908)

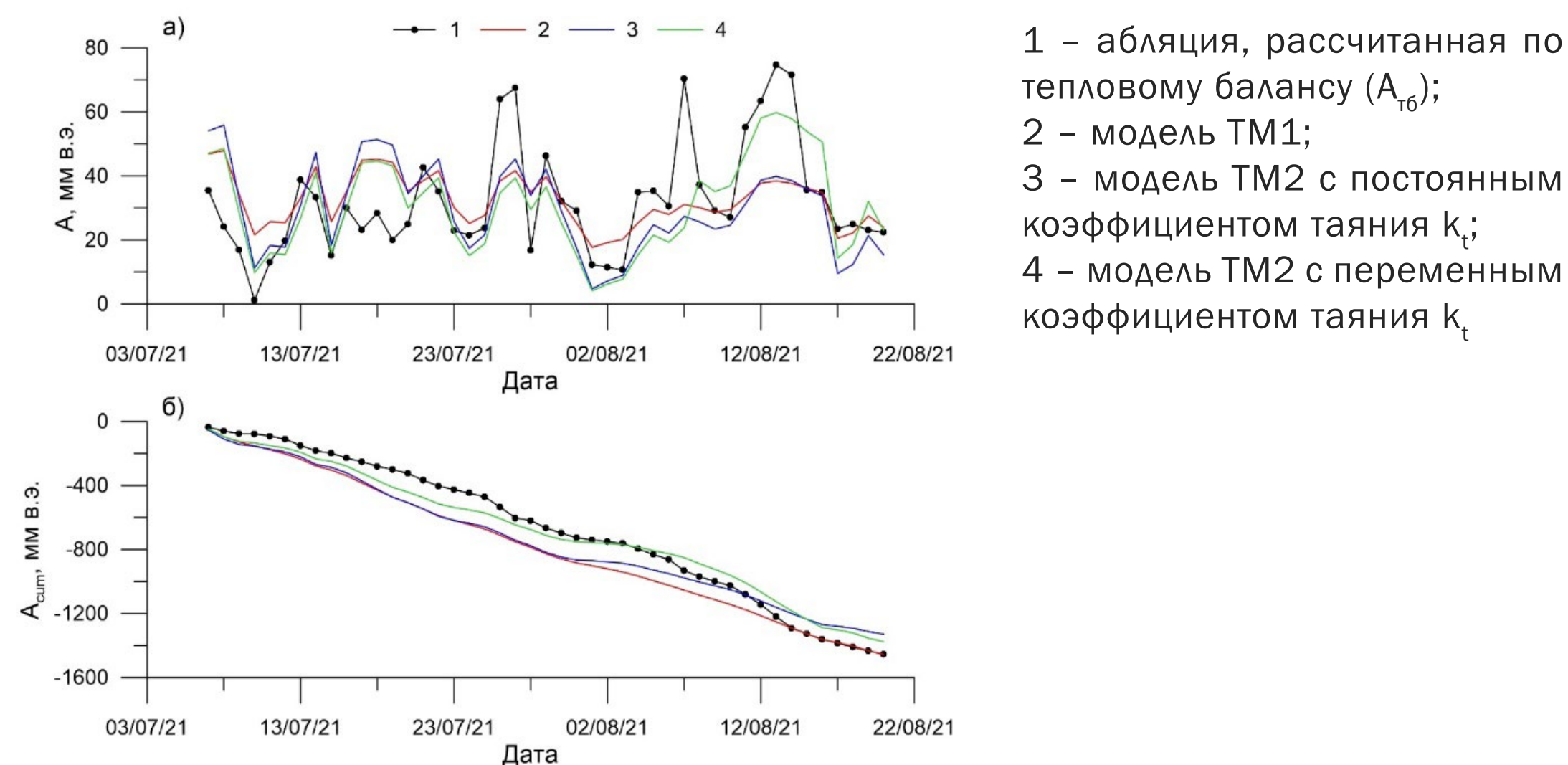


Рис.1. Абляция ледника за период 7.07–20.08.2021 г., рассчитанная разными методами. а – средняя суточная абляция ( $A$ ), б – кумулятивная абляция ( $A_{cum}$ ).

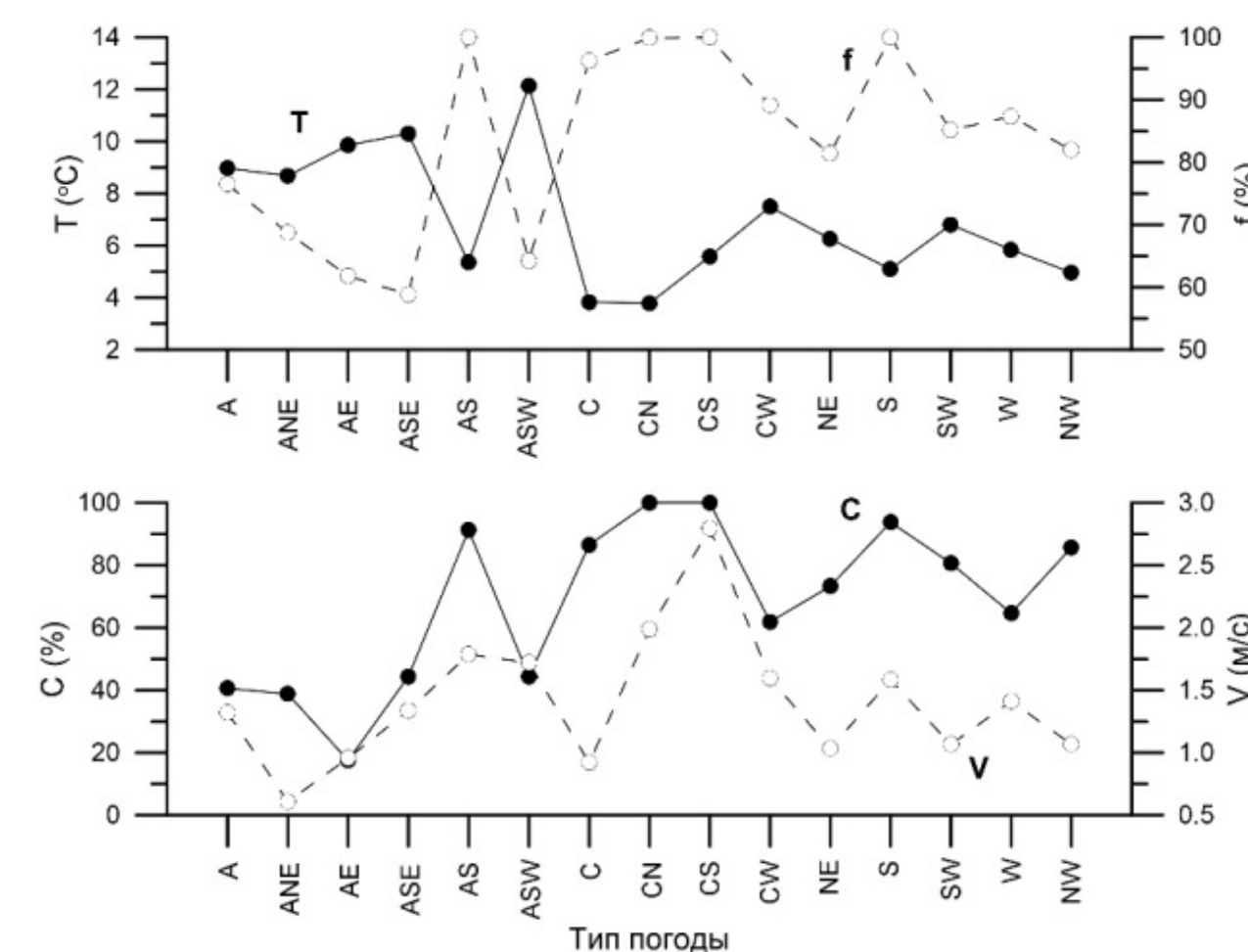


Рис.2. Средние значения температуры ( $T$ ), относительной влажности ( $f$ ) и скорости ветра ( $V$ ) на леднике, а также общей облачности ( $C$ ) на ближайшей метеостанции Чара для разных типов погоды.



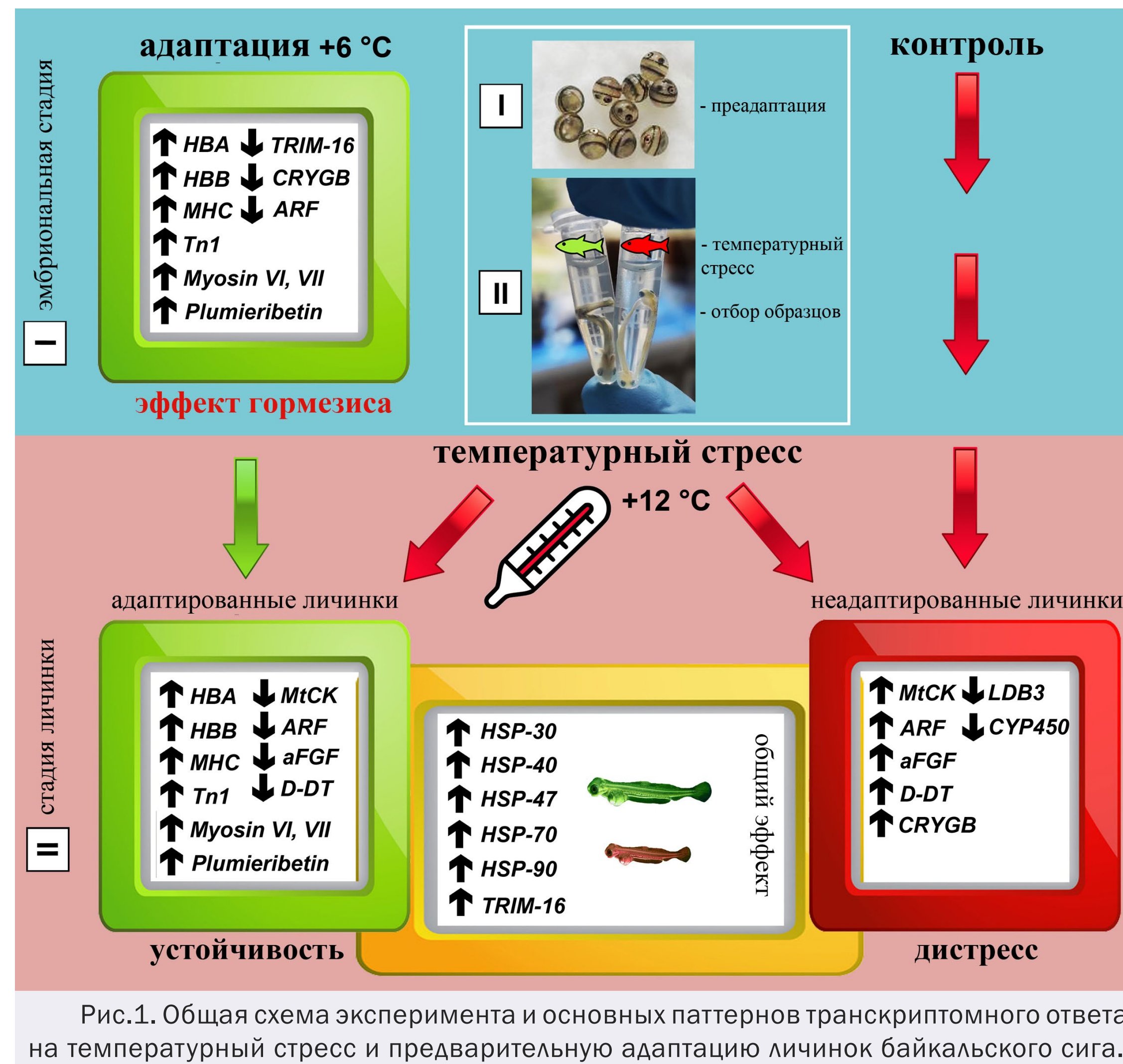
# БИОМАРКЕРЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА И ПОКАЗАТЕЛИ БЛАГОПОЛУЧИЯ СИГОВЫХ РЫБ В ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДЕ И В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

Номер проекта РНФ 23-24-00644 / Руководитель: к.б.н., Ю.П. Сапожникова

В рамках проекта исследовано воздействие температурного стресса и охарактеризованы молекулярные и клеточные изменения, сопутствующие температурной преадаптации на ранних этапах развития байкальского сига *Coregonus baicalensis* Dybowski, 1874 (Рис. 1). Выживаемость адаптированных личинок после острого теплового стресса более чем в два раза превышала выживаемость неадаптированных особей. В ответ на температурный стресс независимо от преадаптации значительно возрастала экспрессия генов теплового шока: *HSP-30*, *HSP-40*, *HSP-47*, *HSP-70*, *HSP-90* и *TRIM16*.

У неадаптированных особей при стрессе наблюдалось повышение экспрессии маркеров окислительного стресса и митохондриальной дисфункции: *MtCK*, *aFGF*, *D-DT*, *CRYGB* и *ARF*, а также снижение экспрессии генов метаболической регуляции (*CYP450*, *LDB3*). В то же время у адаптированных особей (как в контроле, так и при стрессе) была повышена экспрессия генов, ответственных за транспорт кислорода (*HBA*, *HBB*), рост мышечной ткани (*Myosin VI*, *Myosin VII*, *MHC*, *TnI*), иммунный ответ (*Plumieribetin*). Таким образом, преадаптация переключает транскрипционную программу в сторону усиления ростовых и иммунных процессов.

Данные анализа длины теломер и теломеразной активности дополнили картину транскриптомных перестроек. Длина теломер достоверно не различалась между всеми четырьмя группами, что указывает на сохранение геномной стабильности у личинок сига даже при экстремальном температурном воздействии. Активность теломеразы, напротив, продемонстрировала выраженные изменения.



Преадаптация приводила к значительному снижению базальной активности теломеразы у личинок по сравнению с контролем. Острый температурный стресс вызывал повышение активности теломеразы в обеих группах, но характер этого повышения различался: у адаптированных особей активность теломеразы возвращалась к контрольному уровню, тогда как у неадаптированных она достоверно превышала контрольные значения, что свидетельствует о более эффективной регуляции теломеразы у адаптированных особей.

Анализ экспрессии генов, вовлечённых в регуляцию длины теломер, выявил дополнительные различия (Рис. 2). У адаптированных личинок при температурном стрессе наблюдалось снижение экспрессии генов *TERT* (каталитическая субъединица теломеразы), *CTC1*, *RTEL1* и *TPP1*, но при этом возрастала экспрессия генов *TZAP* и *SMG*, продукты которых контролируют длину теломер, предотвращая их чрезмерное удлинение или укорочение. У неадаптированных особей при стрессе также снижалась экспрессия генов *ATM*, *RTEL1* и *TPP1*, однако экспрессия *TERT* оставалась неизменной, что указывает на менее эффективную обратную связь в регуляции теломеразы.

При анализе антиоксидантной системы у адаптированных особей при температурном стрессе возрастала экспрессия гена цитозольной супероксиддисмутазы *SODC\_CUZN* и её шаперона *CCS*, тогда как гены глутатионпероксидаз (*GPX3*, *GPX6*) оставались на контрольном уровне (Рис. 3). У неадаптированных личинок при стрессе, напротив, наблюдалась активация именно глутатионпероксидаз, что указывает на более выраженное накопление и вторичный характер оксидантного ответа у этой группы.

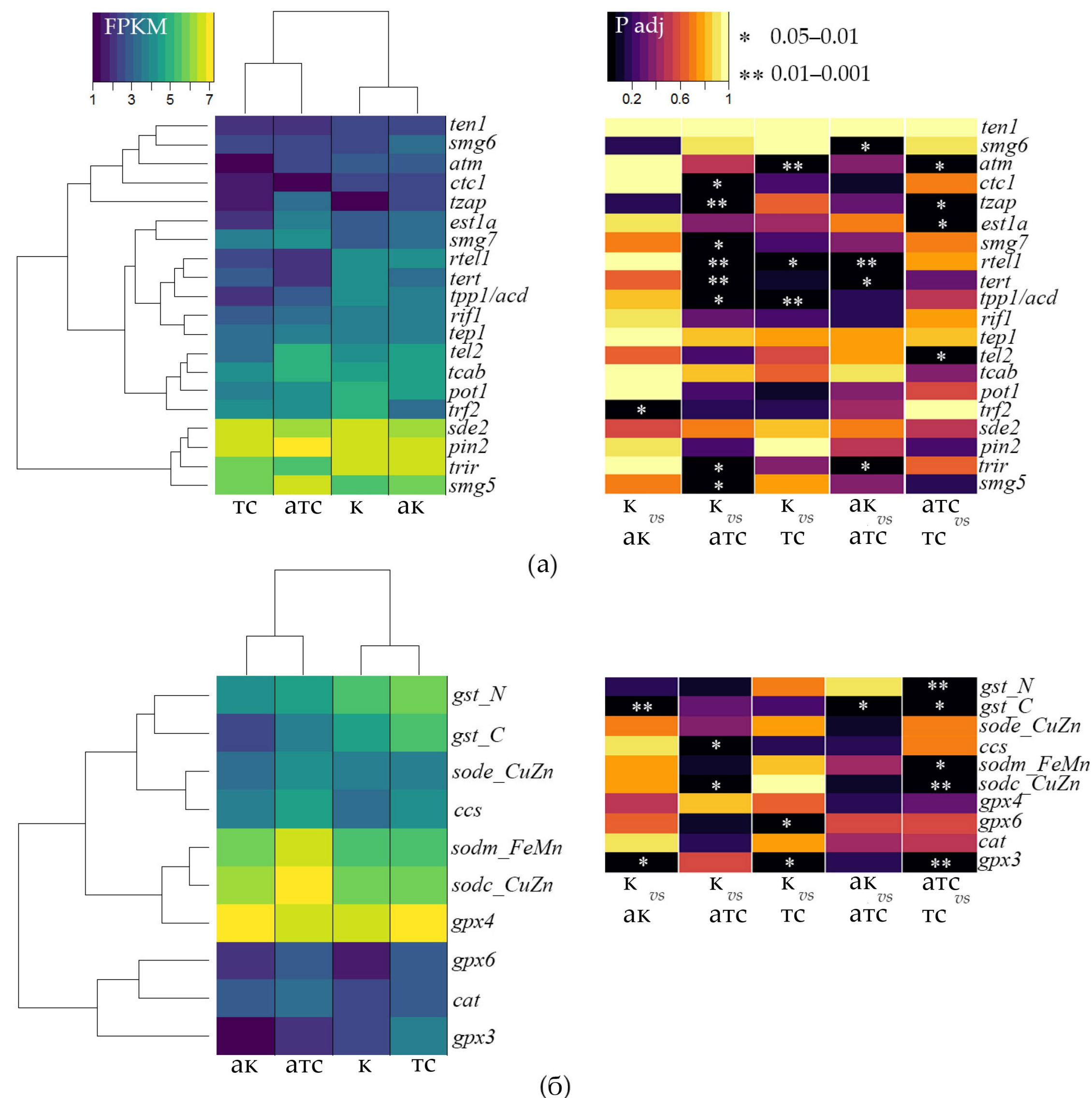


Рис.2. Уровни экспрессии генов, кодирующих белки, участвующие в регуляции длины теломер (ДТ) и активности теломеразы (ТА) – (а) и генов, кодирующих антиоксидантные ферменты (б): P adj < 0,05; log2FoldChange ≥ 1. Группы: к – контрольные неадаптированные особи; тс – неадаптированные особи в условиях острого теплового стресса; ак - адаптированные на стадии эмбриона особи; атс – адаптированные особи в условиях острого теплового стресса.

Таким образом, температурная преадаптация эмбрионов байкальского сига не влияет на длину теломер, но существенно перестраивает регуляцию теломеразной активности, экспрессию теломер-ассоциированных генов, антиоксидантных ферментов и транскриптомные профили. У адаптированных личинок при стрессе наблюдается сбалансированный ответ: умеренное повышение теломеразной активности (до контрольного уровня), активация генов контроля длины теломер, первичного звена антиоксидантной защиты, а также усиление экспрессии ростовых и иммунных генов. У неадаптированных особей стресс вызывает избыточную активацию теломеразы, вторичный оксидантный ответ и повышение маркеров митохондриального стресса. Полученные данные позволяют рекомендовать активность теломеразы, а также экспрессию генов *TZAP*, *SMG*, *SODC\_CUZN*, *MtCK*, *D-DT*, *CRYGB* и *HSPs* в качестве чувствительных молекулярных маркеров для оценки эффективности температурной адаптации и благополучия сиговых рыб в условиях аквакультуры.

**Публикации:**

Sapozhnikova Y.P., Koroleva A.G., Sidorova T.V., Potapov S.A., Epifantsev A.A., Vakhteeva E.A., Tolstikova L.I., Glyzina O.Yu., Yakhnenko V.M., Cherezova V.M., Sukhanova L.V. *Transcriptional Rearrangements Associated with Thermal Stress and Preadaptation in Baikal Whitefish (Coregonus baicalensis)* // *Animals*. 2024. - V. 14. - №21. - p. 1-29. DOI: [10.3390/ani14213077](https://doi.org/10.3390/ani14213077)

Koroleva A.G., Vakhteeva E.A., Epifantsev A.A., Sukhanova L.V., Yakhnenko V.M., Glyzina O.Yu., Tolstikova L.I., Cherezova V.M., Sidorova T.V., Potapov S.A., Kirilchik S.V., Sapozhnikova Yu.P. *Acclimation during Embryogenesis Remodulates Telomerase Activity and Gene Expression in Baikal Whitefish Larvae, Mitigating the Effects of Acute Temperature Stress* // *Animals*. 2024. - V. 14. - №19. - p. 1-18. DOI: [10.3390/ani14192839](https://doi.org/10.3390/ani14192839)

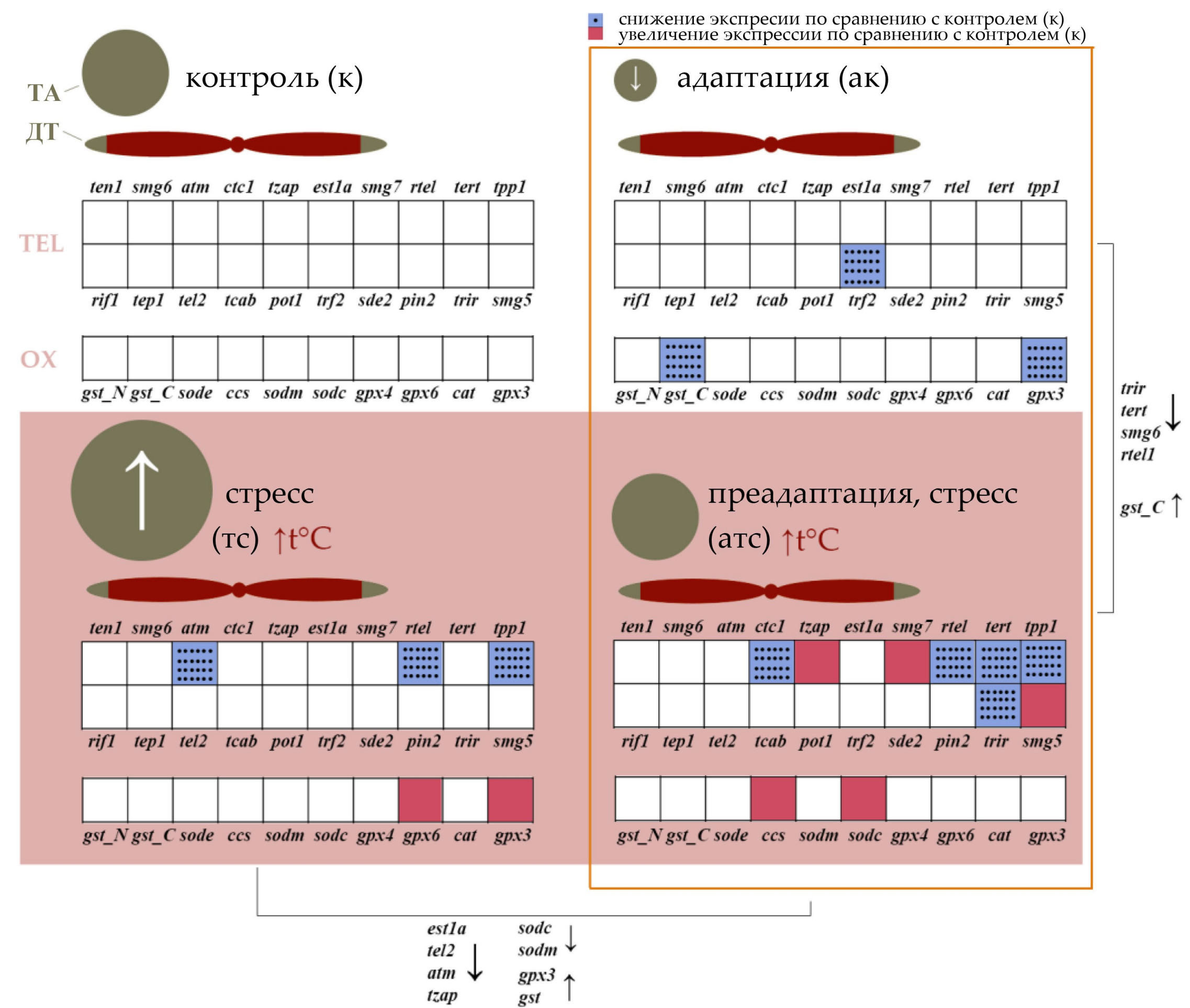


Рис.3. Обобщённая схема результатов по активности теломеразы (ТА), длине теломер (ДТ) и экспрессии генов (TEL – гены, участвующие в регуляции длины теломер; ОХ – гены ферментов, защищающих от активных форм кислорода). Размер круга соответствует относительной величине ТА.



# РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАСЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Номер проекта РНФ 23-27-00101 / Руководитель: к.б.н., М.Ю. Семенов

Созданы карты пространственного распределения суммарных концентраций нитритного и нитратного азота (Рис. 1а) и фосфатного фосфора (Рис 1б). Установлено, что концентрации азота нитритов и нитратов ( $N-NO_2^-NO_3^-$ ) в поверхностных водах монгольской части водораздела Селенги были гораздо выше, чем в водах российской части. Это связано с меньшим количеством осадков и, следовательно, с более низким водным стоком рек Монголии.

По сравнению с  $N-NO_2^-NO_3^-$ , картина пространственного распределения концентраций фосфора фосфатов ( $P-PO_4^{3-}$ ) была менее контрастной. Как и в случае с  $N-NO_2^-NO_3^-$ , концентрации  $P-PO_4^{3-}$  в поверхностных водах монгольской части водосбора были выше, чем в водах российской части. Отчасти, это было вызвано более высокими концентрациями взвешенных наносов в монгольских реках и меньшим количеством осадков в монгольской части водосбора, по сравнению с российской. Другой, не менее важной причиной высоких концентраций  $P-PO_4^{3-}$  в монгольских реках была человеческая деятельность, связанная с добычей полезных ископаемых. Неспроста высокие концентрации  $P$  наблюдались в водах близ месторождений.

Созданы карты величин экспорта  $N-NO_2^-NO_3^-$  (Рис. 1в) и  $P-PO_4^{3-}$  (Рис. 1г) из бассейнов в реки. Установлено, что величины экспорта  $N-NO_2^-NO_3^-$  находились в диапазоне от 0 до 1000 кг/км<sup>2</sup>/год, однако на большей части бассейна (до 90%) они были в диапазоне 0-50 кг/км<sup>2</sup>/год.

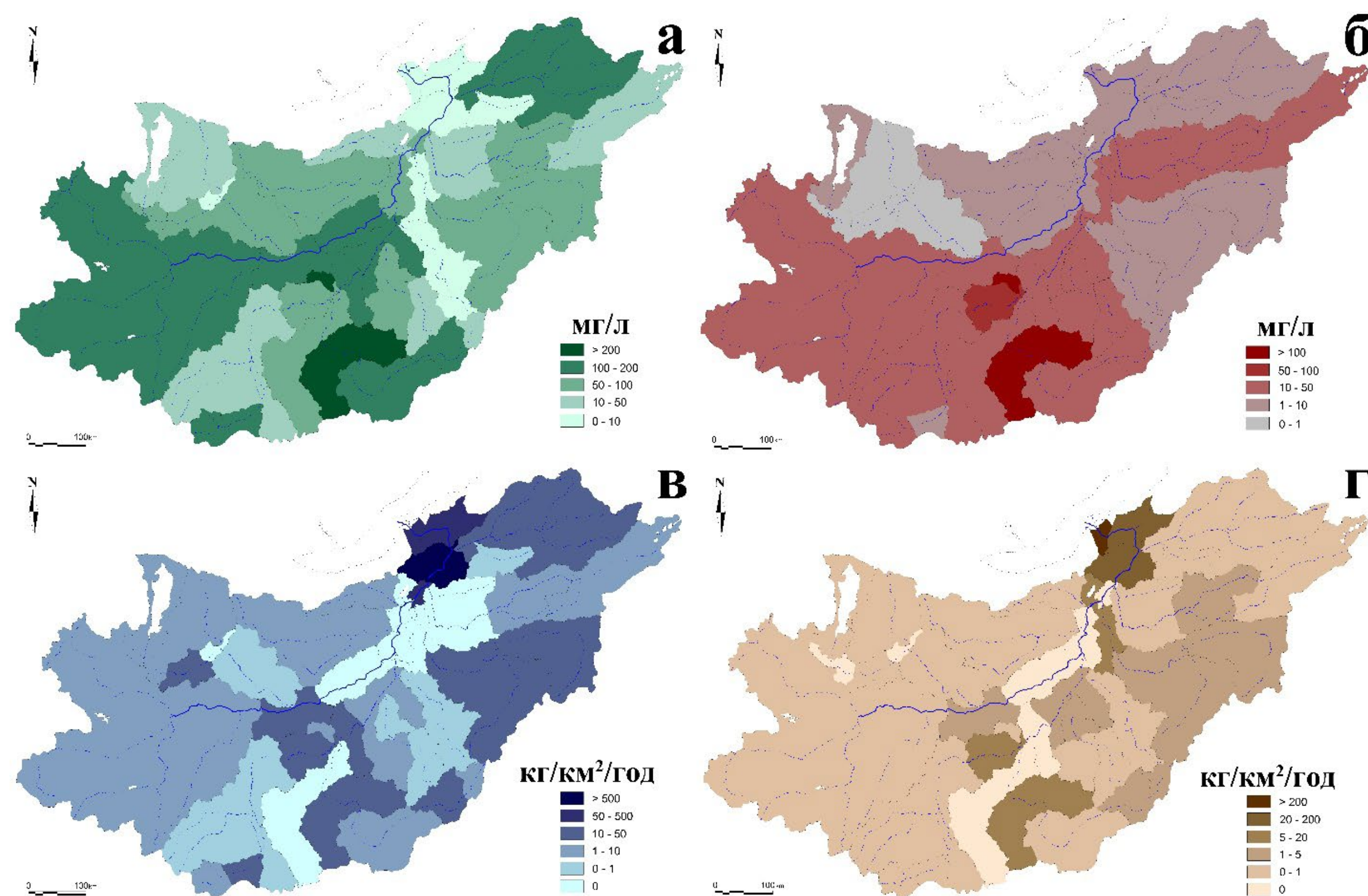


Рис.1. Картограммы пространственного распределения величин концентраций азота нитритов и нитратов (а), фосфора фосфатов (б), экспорта азота нитритов и нитратов (в) и экспорта фосфора фосфатов (г) в бассейне реки Селенга.

Наивысшие величины (до 600 кг/км<sup>2</sup>/год) были отмечены в районе г. Улан-Удэ, что явно говорит об их антропогенном происхождении. Величины экспорта P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> были в диапазоне 0-223 кг/км<sup>2</sup>/год, однако для большинства бассейнов они находились в диапазоне 0-5 кг/км<sup>2</sup>/год. Ввиду преимущественно антропогенного происхождения фосфора пространственное распределение экспорта P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> не зависело от пространственного распределения значений стока. Наивысшие величины экспорта P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, характерные для участка водосбора близ дельты Селенги, могут быть обусловлены осаждением P-содержащих взвешенных наносов, переносимых рекой.

Для участков бассейна Селенги, характеризующихся наивысшими величинами экспорта азота и фосфора, были созданы карты землепользования, распределения величин топографического индекса влажности (TWI), величин суммарного стока (flow accumulation – FA), произведено их наложение друг на друга. Одним из таких участков был город Улан-Удэ (Рис. 2). Контура промышленных зон, ограниченные контурами высоких величин FA и величин TWI, находящиеся в пределах от 15 до 18, были идентифицированы как источники вторичного загрязнения поверхностных вод.

**Публикации:**

Semenov M.Y., Silaev A.V., Semenov Y.M., Begunova L.A. Revealing the Sources of Nutrients in the Surface Waters of the Selenga River Watershed Using Hydrochemical and Geospatial Data // Water. 2024. - V. 16. - №5. - p. 1-20. DOI: [10.3390/w16050630](https://doi.org/10.3390/w16050630)

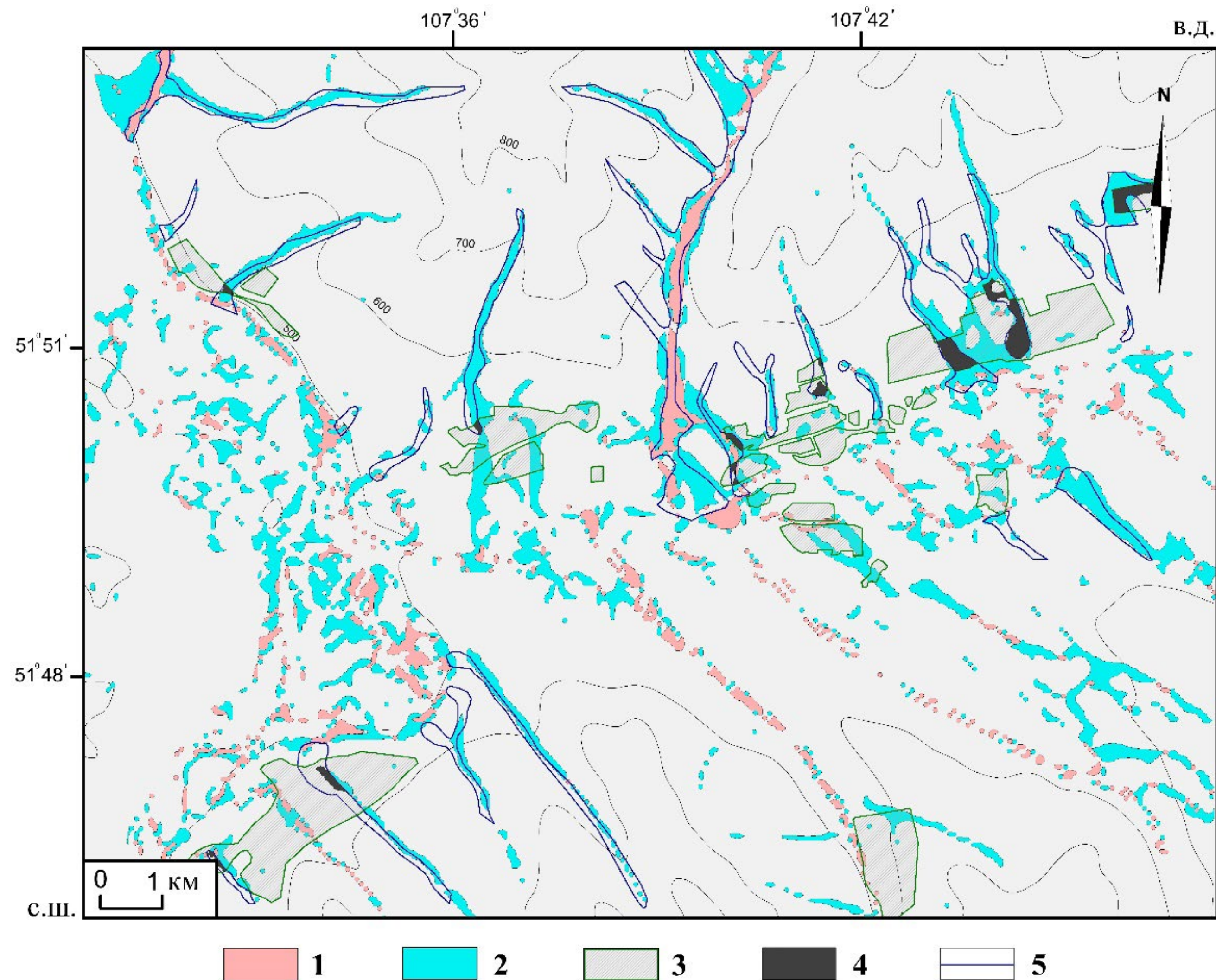


Рис.2. Пространственное распределение показателей, необходимых для идентификации источников вторичного загрязнения поверхностных вод на территории г. Улан-Удэ; 1 – площади с величинами TWI от 12 до 15, 2 – площади с величинами TWI от 15 до 18, 3 – промышленные зоны; 4 – источники вторичного загрязнения поверхностных вод, 5 – границы участков с максимальными значениями FA.

# ПРИБОРНАЯ БАЗА



## Приборный центр коллективного пользования физико-химического ультрамикроанализа (ЦКП «Ультрамикроанализ»)

Основные сведения о деятельности ЦКП «Ультрамикроанализ» в 2023 г.

1. Балансовая стоимость оборудования ЦКП, млн. рублей: **207.17**
2. Количество единиц оборудования ЦКП стоимостью от 1 млн рублей, ед.: **24**
3. Штатная численность сотрудников ЦКП (без совместителей), чел.: **5**
4. Общий объем выполненных работ (оказанных услуг), млн. рублей: **35.57**  
в том числе в интересах третьих лиц: **12.93**
5. Фактическая загрузка оборудования ЦКП, %: **78.33**
6. Фактическая загрузка оборудования ЦКП в интересах третьих лиц, %: **9.53**
7. Количество организаций-пользователей, ед.: **21**
8. Количество публикаций по результатам работ, выполненных с использованием оборудования ЦКП: **52**.

<https://ckp-rf.ru/ckp/77542/>

<https://lin.irk.ru/about/structure/ckp-ultramicroanaliz>

### Обновление приборной базы

В ходе реализации мероприятий, направленных на обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, в рамках федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты» в 2024 г., приборный парк ЛИН СО РАН пополнился новым оборудованием.

**Установка для лиофильной сушки Scientz-18ND** Предназначена для обезвоживания предварительно замороженных объектов, в том числе биологических, в условиях низких температур и вакуума с целью их последующего длительного хранения. Камера конденсатора объемом 6 л сделана из нержавеющей стали. Температура охлаждения составляет  $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а остаточное давление после вакуумирования – менее 10 Па. Для сушки россыпью, в микропланшетах, во флаконах для лиофилизации сушильная камера снабжена четырьмя полками диаметром 200 мм с регулируемым подогревом и манифольдами в количестве 8 шт.

**Ридер микропланшетный Miulab DEL-100** Прибор для чтения и анализа результатов иммуноферментного анализа (ELISA), снабженный 13-канальной высокоточной оптической системой измерения, 4 фильтрами в стандартной комплектации: 405 нм, 450 нм, 492 нм, 630 нм, со встроенной функцией инкубации ( $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ~  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

**Автоклавы T-lab ECO TLAB-V85-230** Предназначены для стерилизации питательных сред (5 режимов), лабораторной посуды, вспомогательных инструментов и биореактора (3 режима), для дезинфекции отработанного материала и посевов (5 режимов).



### Камера роста SAMBORI SKR-250H

Климатическая камера для роста растений Sambori SKR-250H обеспечивает постоянные условия освещения, влажности и температуры. Камера предназначена для культивирования фототрофных микроорганизмов: цианобактерий, водорослей, флагеллят.

### Анализатор ртути лабораторный «РА-915Лаб»

Универсальное оборудование для определения ртути в различных типах твердых и жидких проб, включая биопробы, которое не требует их предварительной подготовки. Принцип действия анализатора основан на термическом разложении пробы с последующим детектированием образующейся атомарной ртути методом атомной абсорбции с Зеемановской коррекцией неселективного поглощения резонансного излучения с длиной волны 254 нм атомами ртути. Количественный анализ характеризуется высокой точностью, низким пределом обнаружения и воспроизводимостью. Программное управление температурным режимом печи оптимизирует режим анализа и позволяет определять различные виды ртути.



### Уникальная научная установка «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» (УНУ ПАК)

В 2024 году были продолжены работы по модернизации (Рис.1) и созданию дополнительных филиалов установки на берегу озера Байкал в п. Листвянка и п. Большие Коты для расширения возможностей УНУ ПАК. На базе УНУ за год проведено 12 краткосрочных работ и продолжено 3 долгосрочных проекта по базовым проектам ЛИН СО РАН и грантам РФФ.



Рис.1. Каскадная установка по выращиванию аквакультур на базе УНУ ПАК

В живой коллекции содержались различные виды сиговых рыб – байкальский омуль *Coregonus migratorius* Georgi, байкальские сиги – озёрный *C. baicalensis* Dybowski, 1874 и озерно-речной *C. fluviatilis* Isachenko, 1925 (конспецифичный енисейскому речному сигу - сигу Исаченко), а также не байкальские виды пелядь *C. peled* (Gmelin, 1789) и тугун *C. tugun* (Pallas, 1814). Кроме того, получены гибриды некоторых из указанных видов рыб (F1, F2, бэкроссы), в том числе, с использованием криосохраняемой спермы. Мультидисциплинарные экспериментальные работы проводились на основе известных и авторских методик. Среди разрабатываемых подходов к междисциплинарному научному мониторингу, проводимому на базе УНУ ПАК, преобладали следующие направления: адаптация методик, необходимых для осуществления управляемой гибридизации, инкубации икры, получения гибридов второго поколения (F2) и возвратных гибридов (беккроссов) полного репродуктивного цикла сиговых рыб в условиях аквакультуры и дальнейшей криоконсервации клеточной суспензии отдельных половых клеток и целых гонад. Были проведены исследования реакций на факторы стресса у сиговых видов рыб естественных популяций, а также выращенных в условиях аквакультуры.

Осуществлялись работы по выращиванию цианобактерий (Рис. 2), участвующих в массовом заболевании байкальских губок и их гибели. В эксперименте установлен тропизм цианобактерии рода *Tychonema* к тканям байкальских губок. Изучены механизмы биодеструкции микроцистина байкальскими бактериями.

Фактическая загрузка УНУ ПАК составила 100%, 9 организаций – пользователей продолжили работы на её базе, 14 публикаций подготовлено с использованием научной установки.

На базе УНУ ПАК продолжают выполняться квалификационные работы бакалавров, магистрантов и аспирантов ВУЗов г. Иркутска и ЛИН СО РАН, проводятся экскурсионные мероприятия для гостей института во время научных конференций, для учащихся и студентов. Выполняются школьные и студенческие научно-практические проекты.

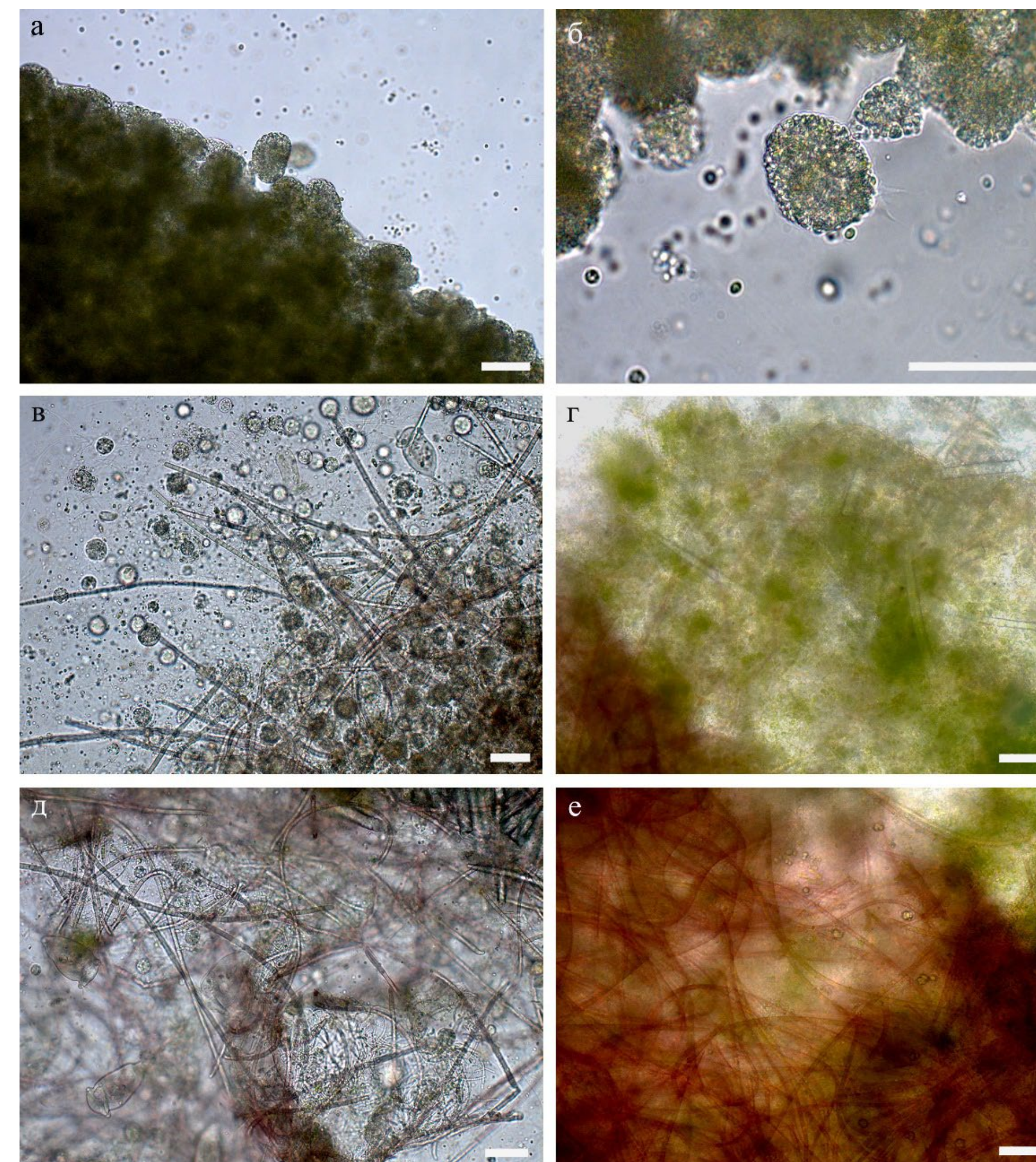


Рис. 2. Световая микроскопия эксперимента по совместному культивированию приморфов *Tychonema* sp. и *Baikalospongia* sp. Контроль: а) – край приморфа, б) – клетки губки и мелкие шаровидные клетки симбионта – зеленой водоросли. Эксперимент: в) – 21-й день, цианобактериальные нити проникают в приморф, разрушая его структуру, показаны клетки губки, отделенные от приморфа; г) – часть приморфа с толстой биопленкой (нижний левый угол) и с отдельными нитями *Tychonema*; д) е, е – 43-й день, глобулы приморфа разрушены, клетки губки отсутствуют и заменены биопленкой *Tychonema*. Масштабная линейка 50 мкм

# ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ РАБОТЫ



### Экспедиция по отбору проб снежного покрова в Южном Прибайкалье

С 14 по 17 февраля состоялась экспедиция по отбору проб снежного покрова по долине р. Ангары от Иркутска до Листвянки, в верховьях и устьевых участках малых притоков озера, протекающих по поселку Листвянка, в лесном массиве поселка Большие Коты.

Впервые проведен детальный отбор снега в акватории Южного Байкала на пяти разрезах от западного берега к восточному и вдоль западного и восточного побережья. На всем пути следования автомашины по льду озера отбор проб сопровождался измерением толщины льда. С помощью электронного измерителя Икор-лед (Россия).

Отобранные пробы снега проанализированы на большой спектр загрязняющих примесей органического и неорганического происхождения с целью оценки вклада природных и антропогенных источников в загрязнении атмосферы Южного Байкала в зимний период 2023-2024 гг.

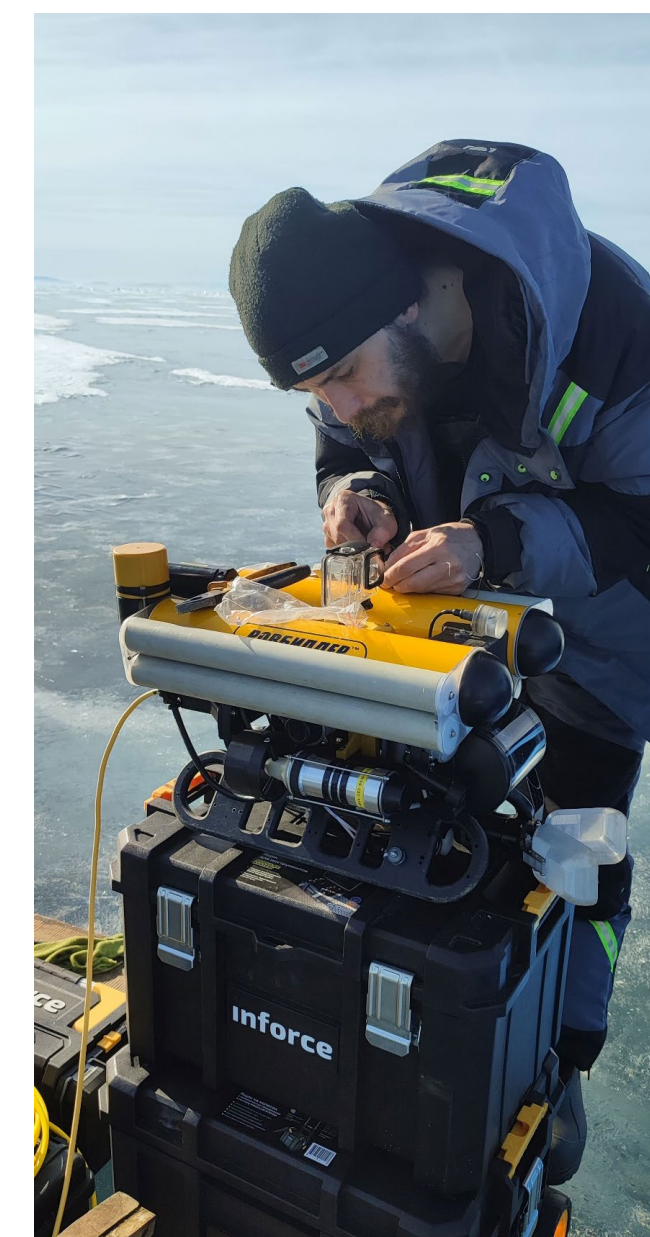


### Комплексная зимняя экспедиция в Среднем Байкале

С 14 по 24 марта состоялась комплексная зимняя экспедиция в Среднем Байкале. Проведены гидрофизические исследования района образования кольцевых структур на льду озера у мыса Нижнее Изголовье полуострова Святой Нос. Сделана серия станций, на которых измерены вертикальные профили температуры, минерализации, растворенного кислорода и других гидрофизических и гидрохимических показателей. Также на разрезе исследованы скорости и направления течений до глубин 150 метров, проведены площадные радиорадарные съемки толщины ледового покрова. В акватории Баргузинского залива выполнены гидроакустические исследования пространственного распределения звукорассеивающих слоев зоопланктона и рыбных скоплений.

Совместно с коллегами из НИИ Прикладной Физики ИГУ разработана аппаратура для глубоководной видеосъемки и передачи видеосигнала, глубины погружения видеокамеры и азимутального направления якорного захвата в реальном масштабе времени. Модифицированная прошивка для IP-камеры, разработанная сообществом OpenIPC ([openipc.org](http://openipc.org)), позволила обеспечить передачу видеопотока в условиях сильно лимитированного и нестабильного канала связи, а также гибко настраивать параметры съемки в процессе работы. С помощью разработанной аппаратуры проведены трансектные глубоководные съёмки дна озера, отработана методика поиска, захвата и подъема затонувших объектов с глубин более 1400 метров.

С участием видеостудии Института океанологии РАН и «Иркутскино» под руководством режиссера Владимира Марина при финансировании фонда поддержки регионального кинематографа в рамках проведенной экспедиции отсняты фото, видео и аудио материалы для научно-популярного фильма «Кольца межсезонья. Байкал».



### Экспедиция в ледниковый район Центрального Кодара

Работы проводились в рамках проекта РНФ «Гляциоклиматическое моделирование оледенения хребта Кодар» с 13 по 29 июля. Целью экспедиции было проведение комплексных гляциологических и метеорологических исследований Сыгыктинского ледника – крупнейшего переметного ледника хребта Кодар (расположен сразу в двух речных бассейнах – Сюльбана илевой Сыгыкты).

В ходе экспедиции на леднике выполнены масс-балансовые наблюдения. Работы проводились на полигоне 200 x 200 м в центральной части ледника (регулярная сеть из 121 точки), а также вдоль осевой линии Иркутской ветви ледника. В процессе снегосъемки измерялась толщина снежного покрова, плотность снега и подстилающего льда. Скорости суточной абляции измерялись с помощью абляционных реек, термокосы и ультразвукового датчика. По результатам масс-балансовых измерений на Сыгыктинском леднике будет количественно оценен нестаявший остаток зимнего снега, построена карта его мощности, измерена скорость летней абляции и ее пространственная изменчивость.



На Сыгыктинском леднике было установлено две автоматических метеостанции на высотах 2561 и 2485 м. Обе станции непрерывно измеряют как стандартные метеорологические параметры (температуру, влажность, потоки радиации), так и скорость таяния ледника с высоким разрешением. Метеорологические данные, полученные на леднике, будут использованы для расчета теплового баланса ледника, а также построения пространственно-распределенной модели таяния ледников Кодара при разных сочетаниях метеорологических параметров (синоптических ситуациях). Временные ряды на леднике уже охватывают 6 сезонов абляции (2019–2024 гг.). На метеостанции, расположенной на конечной морене ледника, получены высокоразрешающие временные ряды метеопараметров, которые охватывают последние 5 полных лет (2019–2024 гг.).

Кроме того, в ходе экспедиции были проведены рекогносцировочные исследования карово-долинного ледника Бобина, расположенного в бассейне р. Верхний Сакукан. Они включали измерение морфометрических параметров ледника, его фотосъемку и GPS-профилеирование. По результатам анализа полученных данных ледник Бобина может быть выбран в качестве объекта для гляциологического мониторинга.



### Научно-образовательная экспедиция «Байкал – природная лаборатория»

С 18 по 29 июня на научном стационаре ЛИН СО РАН в поселке Большие Коты состоялась научно-образовательная экспедиция «Байкал - природная лаборатория», в которой участвовали 18 учеников 7-10 классов из городов Иркутск, Шелехов, Иркутского и Усть-Илимского районов. Школьники за 12 дней получили знания и практический опыт проведения исследований по санитарной микробиологии, гидрохимии и химии почвы, медицине. Все участники в последний день экспедиции представили результаты своих исследований в творческом виде. Впереди каждого участника ждет интересная работа над своими исследовательскими проектами под руководством сотрудников ЛИН СО РАН и ИГМУ.

Экспедиция прошла в рамках реализации проекта «Мой путь к профессии» при поддержке Фонда президентских грантов.



### Навигационный сезон

В 2024 г. на оз. Байкал проведена 31 экспедиция, в которых были задействованы научно-исследовательские суда ЛИН СО РАН («Академик Коптюг», «Г.Ю. Верещагин», «Титов», «Папанин»). Общая продолжительность проведенных экспедиций составила 285 судосутки. В составе экспедиционных отрядов были сотрудники и студенты из 18 российских организаций: ИОА СО РАН, Байкальская межрегиональная природоохранная прокуратура, ЗИН РАН, ИГМУ, ИГУ, ИЗК СО РАН, ИПЭЭ РАН, ГБПОУ ИГМТ, ИФМ СО РАН, ИЦиГ СО РАН, МГУ, НГУ, НИИ биологии ИГУ, НИЦ «Лимнология и гидрология», СПбГУ, СПбНЦ РАН, ФИЦКИА РАН, ЮФУ.

На протяжении уже более чем трех десятилетий проходят ежегодные экспедиции по сбору образцов байкальских организмов и их первичной обработке для серии проектов, посвященных исследованию специфических эволюционных механизмов, генерирующих и поддерживающих сверхвысокое разнообразие видов и изоляцию Байкальской экосистемы от связанных с ней пресноводных водоемов. Эти экспедиции позволили подробно изучить эволюционные истории многих групп байкальских эндемиков, а также открыть явления, которые не раз оказывались неожиданными. За почти два столетия систематических исследований накоплены уникальные знания о Байкале. Особое внимание уделяется негативным процессам, наиболее выраженным в прибрежной зоне оз. Байкал, таким как гибель эндемичных губок, массовое развитие чужеродных водорослей и цианобактерий.

Ежегодный мониторинг качества вод оз. Байкал и его основных притоков проводится с 2005 г. аккредитованными лабораториями ЛИН СО РАН. Анализ данных по санитарно-микробиологическому качеству вод за последние 10 лет показал соответствие нормативам СанПиН 1.2.3685-21 в пелагиали оз. Байкал и стабильные их превышения в прибрежных районах, гидротермах и притоках, подверженных антропогенной нагрузке в летний период. В реках, куда осуществляется сброс канализационных сточных вод, численность санитарно-показательных микроорганизмов остается стабильно высокой как в летний, так и в осенний сезоны.

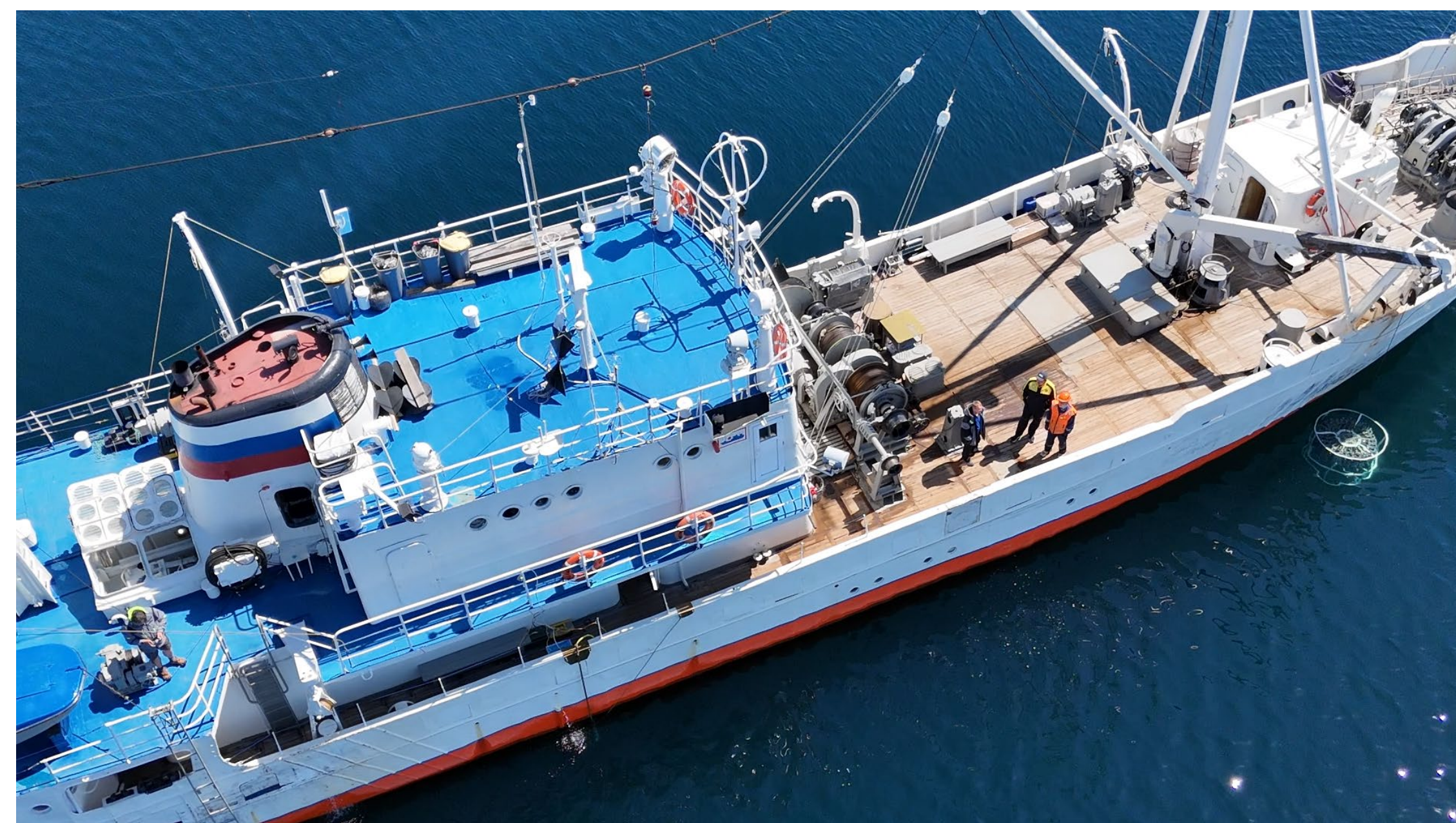


Оценка степени антропогенного воздействия на экосистему Байкала в результате туристско-рекреационной деятельности и работы станций водочистки населенных пунктов, расположенных вблизи Байкала, реализуется во взаимодействии с Байкальской межрегиональной природоохранной прокуратурой. По итогам совместных экспедиций природоохранной прокуратуре передаются протоколы анализа санитарно-микробиологических и химических показателей качества вод исследованных объектов для принятия юридически значимых решений.

Комплексные экспедиции по исследованию атмосферы над оз. Байкал проводятся ЛИН СО РАН совместно с ИФМ СО РАН и ИОА СО РАН. С помощью лидара «ЛОЗА-А2» (ЦКП «Атмосфера») в атмосфере над Байкалом анализируется временное и пространственное распределение вертикальной структуры аэрозольных полей до высот 5-10 км, физических механизмов их формирования. Во время лесных пожаров в Сибири по всей акватории Байкала происходит заполнение атмосферы дымовым аэрозолем до высот 2500-4000 м, относительное содержание аэрозоля от поверхности

воды до 1000 м в три раза превышает фоновое значение. Создан банк данных по дисперсному составу аэрозоля в диапазоне частиц 5 нм – 10 мкм в приводном слое атмосферы озера, проведён качественный анализ полученных данных, который позволил определить поведение высокодисперсного и субмикронного аэрозоля при различных синоптических сценариях, метеорологических условиях. В приводной атмосфере исследована пространственно-временная изменчивость малых газовых примесей ( $O_3$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ , Hg), черного углерода (eBC), проанализирован химический состав аэрозоля на содержание различных компонентов органического и неорганического происхождения.

В акватории озера определены как фоновые концентрации газовых примесей, так и повышенные их значения при заносе воздушных масс от лесных пожаров, промышленных комплексов Прибайкалья и населенных пунктов побережья озера. Во время дымовых заносов, поступающих из удаленных на сотни км от озера очагов лесных пожаров, концентрации газовых примесей, химических веществ (ионы, микроэлементы, ПАУ, черный углерод) в аэрозоле возрастают в несколько раз даже в чистых районах Байкала.





На основе многолетних данных CTD зондирований проведено исследование устойчивости стратификации верхнего слоя гипolimниона оз. Байкал в период летней температурной стратификации. В качестве исходных материалов были использованы данные о температуре воды Байкала в июле-августе 1996-2024 гг. Выявлены и проанализированы все случаи возникновения термобарической неустойчивости, а также апвеллинга. Рассчитанные интенсивности этих процессов неравномерно распределились по акватории озера с выделяющимися зонами усиления и ослабления. Показано, что значительное влияние на развитие термобарической неустойчивости оказывает ветровая активность.

Анализ произошедших за последние три десятилетия изменений в средних вертикальных профилях температуры воды выявил заметное потепление вод эпилимниона, особенно в северной котловине Байкала. В гипolimнионе изменения не так выражены, но в отдельных котловинах озера они имеют разнонаправленный характер. Выявленные особенности наблюдаемых температурных перестроений отражают разную интенсивность ветро-волнового перемешивания и вертикального турбулентного обмена в результате неоднородной ветровой нагрузки на акватории котловин, и, как следствие, их различную реакцию на происходящие климатические изменения.

Тралово-акустические исследования Селенгинского промыслового района позволили проследить трансформацию нагульного стада байкальского омуля в период снижения его численности и введённого запрета на вылов. Анализ многолетних гидроакустических данных выявил особенности распределения байкальского омуля на акватории Селенгинского мелководья в условиях четырехкратного снижения его запасов с 2007 по 2020 г. Увеличение численности молоди за счет поколений 2019-2024 гг. прогнозирует рост биомассы в последующие 4-6 лет. Наиболее вероятной причиной образования демографической ямы 2016-2018 гг. является период маловодья 2015-2017 гг., усугубленный доступностью браконьерского вылова в период нерестовой миграции.

В рамках соглашения между ЛИН СО РАН и ИВЭП СО РАН проведена экспедиция на научно-исследовательском судне «209» по акватории Телецкого озера, целью которой было комплексное исследование разнообразия и механизмов функционирования микробных сообществ глубоководных станций Телецкого озера; сравнение путей образования и окисления метана и сопряженных с этими процессами циклов N, S, Fe, Mn в более мелководном, рифтового происхождения Телецком озере с данными, полученными для древнего, глубоководного и также рифтового озера Байкал.



## VIII научная студенческая экспедиция Плавающий Университет Class@Baikal-2024

# Class@Baikal



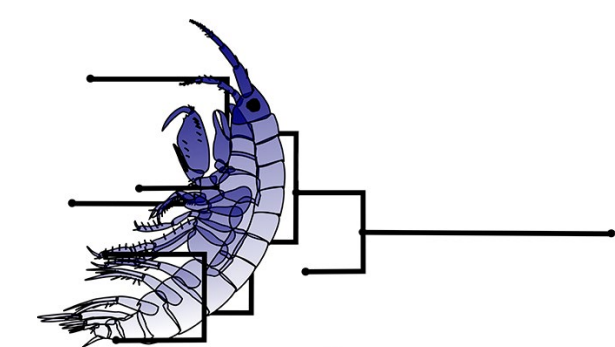
International  
Student Web-Expedition

С 18 июня по 6 июля на НИС «Г.Ю. Верещагин» состоялась VIII научная студенческая экспедиция Международного проекта Class@Baikal, который проводит исследования на озере Байкал уже десятый год. В экспедиции приняли участие студенты и молодые учёные из МГУ, СПбГУ и ЛИН СО РАН. Целью данной экспедиции являлись комплексные геологические, геохимические, гидрогеологические и инженерно-геологические исследования различных объектов и проявлений геологических процессов на дне южной и центральной котловин озера Байкал. Активному развитию геолого-геофизических работ на Байкале способствовало открытие газовых гидратов в 2000 г. За четверть века с судов ЛИН СО РАН детализирован рельеф средней и южной котловин озера, изучено строение верхней части разреза дна, выявлены десятки мест разгрузки углеводородов и скоплений гидратов, а проект «Миры» на Байкале» позволил провести *in situ* исследования. Международные и отечественные проекты сделали рейсы отчасти образовательными. Эффективность совмещения обучения и исследований подтвердил проект Class@Baikal (2014–2024).



## Третья общероссийская экспедиция Плавающий университет «Байкал-эволюция – 2024»

С 16 по 26 августа на НИС «Академик Коптюг» в третий раз проведен Плавающий университет «Байкал-эволюция – 2024», посвященный подробному знакомству слушателей с актуальными практическими и теоретическими проблемами, стоящими перед исследователями как Байкала, так и других, главным образом, водных экосистем. Среди лекторов были сотрудники ИПЭЭ РАН, ИЦИГ СО РАН, ЛИН СО РАН. Среди слушателей – студенты и аспиранты биологических специальностей МГУ, ИГУ, НГУ, ЮФУ, ИПЭЭ РАН и ЛИН СО РАН. Экспедиция стала уникальным опытом для участников, которые смогли погрузиться в мир науки и исследований. В рамках экспедиции были проведены лекции и практические занятия по различным темам, связанным с биоразнообразием озера Байкал, генетическим разнообразием амфипод, молекулярной эволюцией, эволюцией генетических кодов и гидробиологическими исследованиями. Особое внимание было уделено экологическим проблемам, влияющим на озеро Байкал, таким как вымирание байкальской губки и распространение спирогиры. Эти обсуждения подчеркнули важность сохранения уникального природного объекта и роль научных исследований в понимании и решении этих проблем.



Плавающий университет  
"Байкал-Эволюция"



# ПУБЛИКАЦИИ, МЕРОПРИЯТИЯ, ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



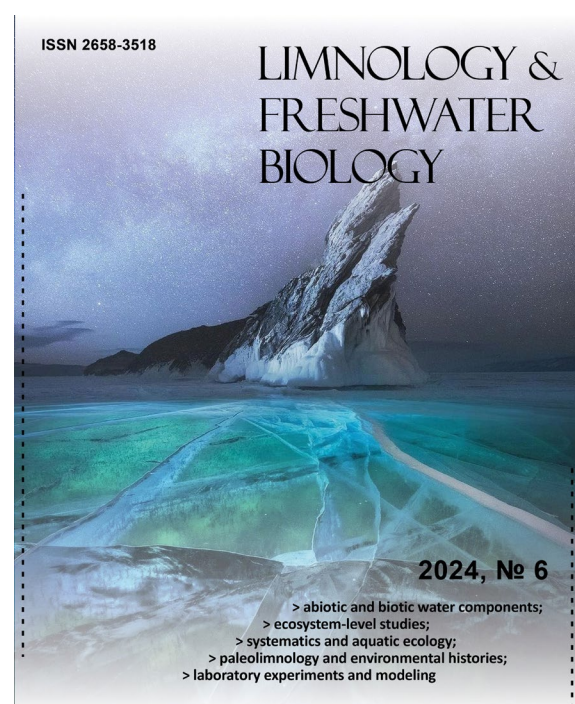
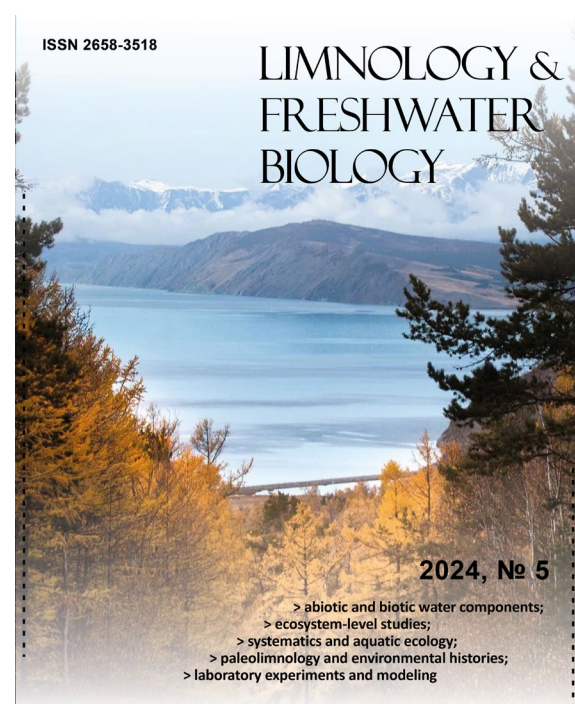
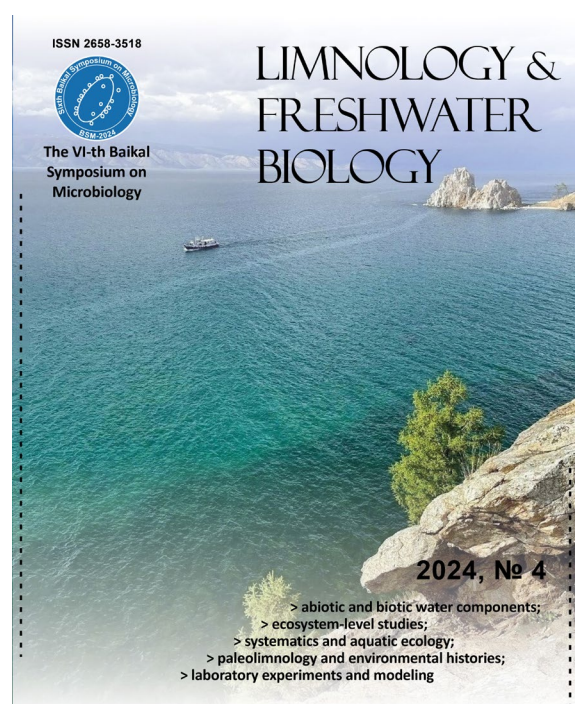
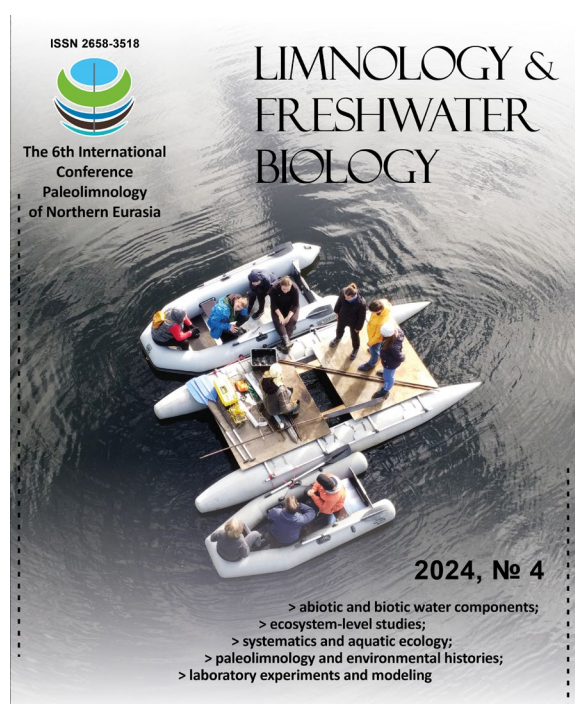
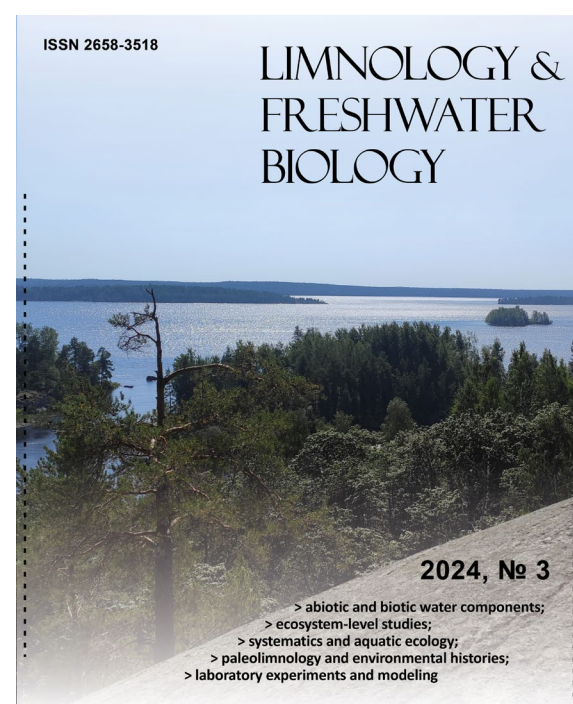
## Публикационная результативность

За отчетный период опубликовано **144** статьи, из них **92** статьи в журналах, находящихся в Едином государственном перечне научных изданий — «Белом списке», в том числе **70** в изданиях первого и второго уровня.

Число статей, подготовленных совместно с зарубежными организациями - **8**.

Комплексный балл публикационной результативности составил **748,09** по «Белому списку».

Вышло **6** номеров нашего журнала **Limnology and Freshwater Biology** <http://limnolfwbiol.com/>. В **4** номере опубликованы статьи по материалам VI Международного Байкальского Микробиологического Симпозиума и VI Международной конференции «Палеолимнология Северной Евразии».



## Монография



## Патент

Ильина В.Н., Гатина А.Э., Горшкова А.С., Дрюккер В.В., Синягина М.Н., Задорина И.И., Каюмов А.Р. Штамм бактериофага *Pseudomonas phage Ka1* для лечения и/или профилактики инфекционных заболеваний, вызываемых *Pseudomonas aeruginosa*.

Изобретение относится к биохимии и микробиологии и представляет собой штамм бактериофага *Pseudomonas phage Ka1* для лечения и профилактики инфекционных заболеваний, вызываемых *Pseudomonas aeruginosa*. Изобретение может быть использовано в биотехнологиях производства лекарственных средств для применения в медицине и ветеринарии для лечения и/или профилактики инфекционных заболеваний, вызываемых *Pseudomonas aeruginosa*.

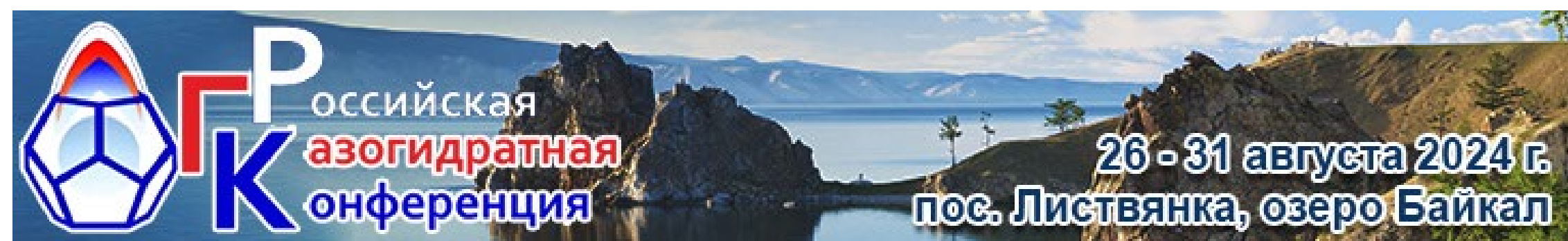


## База данных

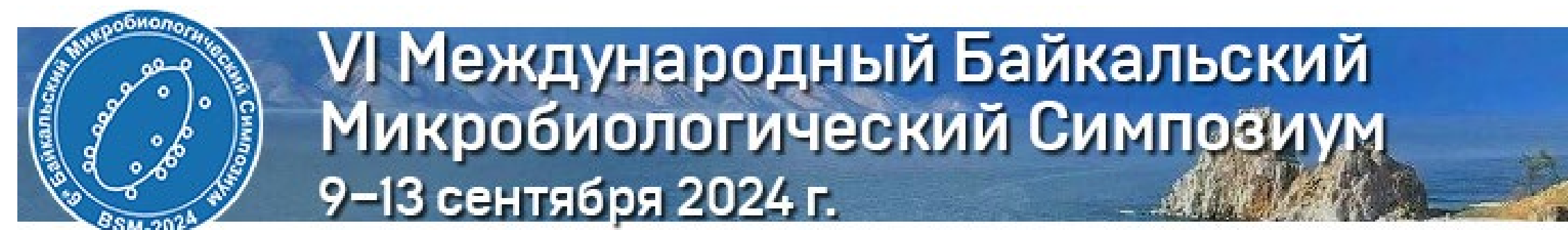
Ходжер Т.В., Нецветаева О.Г., Потемкин В.Л., Оболкин В.А., Голобокова Л.П. «Химический состав атмосферных осадков на опорных станциях мониторинга атмосферы в Байкальском регионе за период наблюдений 2010-2022 гг».

База данных по химическому составу атмосферных осадков в Байкальском регионе за период 2010-2022 г. создана для обеспечения специалистов (химиков, метеорологов, климатологов, экологов) сведениями о зарегистрированных многолетних данных по составу ионов в атмосферных осадках, полученных на трех станциях мониторинга атмосферы в различных районах Байкальского региона: Иркутск - урбанизированная, Листвянка - сельская, Монды - фоновая.





При организационном участии ЛИН СО РАН 26-31 августа в пос. Листвянка состоялась Первая Российская Газогидратная Конференция, основной целью которой было предоставление платформы ученым и практикам из различных ведомств и министерств для обмена результатами научных исследований, развития плодотворного сотрудничества и профессиональных связей, создания Российского газогидратного общества, определения основных задач и приоритетных направлений в изучении газовых гидратов. В работе конференции участвовали ученые, специалисты, преподаватели, студенты и аспиранты, представляющие 16 научно-исследовательских и отраслевых институтов России, 14 государственных университетов и образовательных учреждений России и Индии, а также трех учреждений культуры, организаций и предприятий нефте- и газодобывающей промышленности, АО «Росгеология», производителей горнопромышленного и научного оборудования.



На базе ЛИН СО РАН 9-13 сентября прошел Шестой Международный Байкальский Микробиологический Симпозиум «Микроорганизмы и вирусы в водных экосистемах». В симпозиуме приняли участие более пятидесяти ведущих российских и зарубежных специалистов из Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Борка, Тольятти, Кирова, Казани, Томска, Иркутска, Улан-Удэ, Кызыла, Хабаровска, Улан-Батора (Монголия) и Сямынь (Китай).

Во время Симпозиума были заслушаны устные и стендовые доклады по разнообразию бактериальных и вирусных сообществ в пресных водоемах, молекулярно-генетическим исследованиям микроорганизмов и вирусов, современному микробиологическому и вирусологическому мониторингу водоемов, биопленкообразованию, ассоциациям с гидробионтами и микробной деградации поллютантов и ксенобиотиков.



### III Всероссийская Байкальская научно-практическая конференция школьников «Открывая горизонты»



С 26 по 28 марта состоялась III Всероссийская Байкальская научно-практическая конференция школьников «Открывая горизонты», организуемая ЛИН СО РАН, АНО «Культурно-досуговым подростково-молодежным центром «Родник» и ГБУК ИОГУНБ им. Молчанова-Сибирского.

В конференции участвовало 224 школьника из 22 регионов России: Якутия, Московская обл., Санкт-Петербург, Казань, Мурманск, Иркутская обл., Белгородская обл., Астрахань, Воронежская обл., Красноярский край, Барнаул, Алтайский край, Тюменская обл., Башкортостан, Ханты-Мансийск, Адыгея, Калужская обл., Амурская обл., Владимирская обл., Нижегородская обл., Респ. Крым, Свердловская обл. Работа секций велась по 8 направлениям: экология, зоология, ботаника, химия, краеведение и туризм, психология и социально-значимые проекты, байкаловедение, медицина. По итогам проведения конференции были награждены 15 победителей очных секций и 30 призёров.

Конференция проходила при финансовой поддержке Фонда президентских грантов в рамках реализации проекта «Мой путь к профессии».



### Коллектив ЛИН СО РАН награжден Памятной медалью им. академика М.А. Лаврентьева

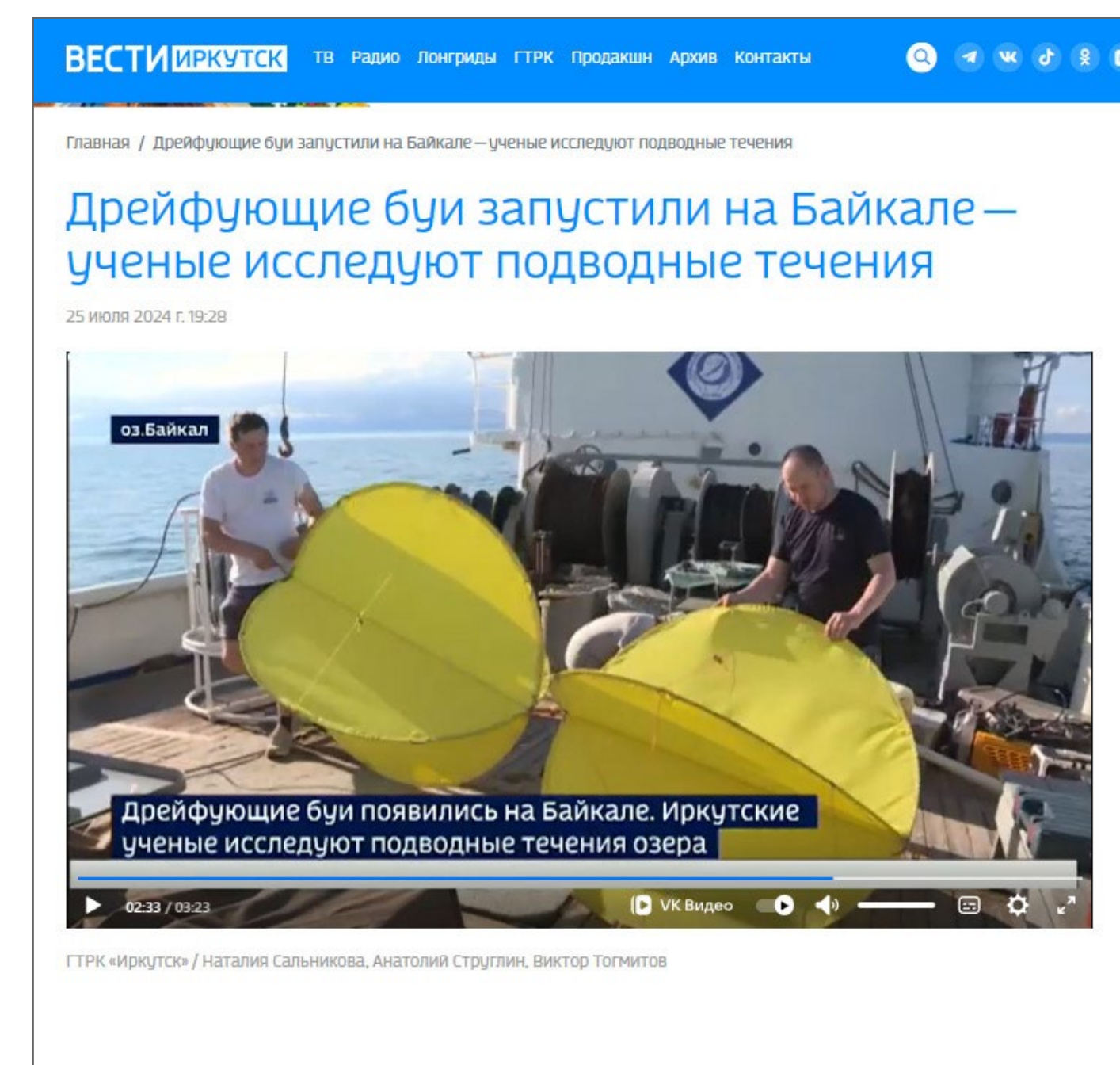
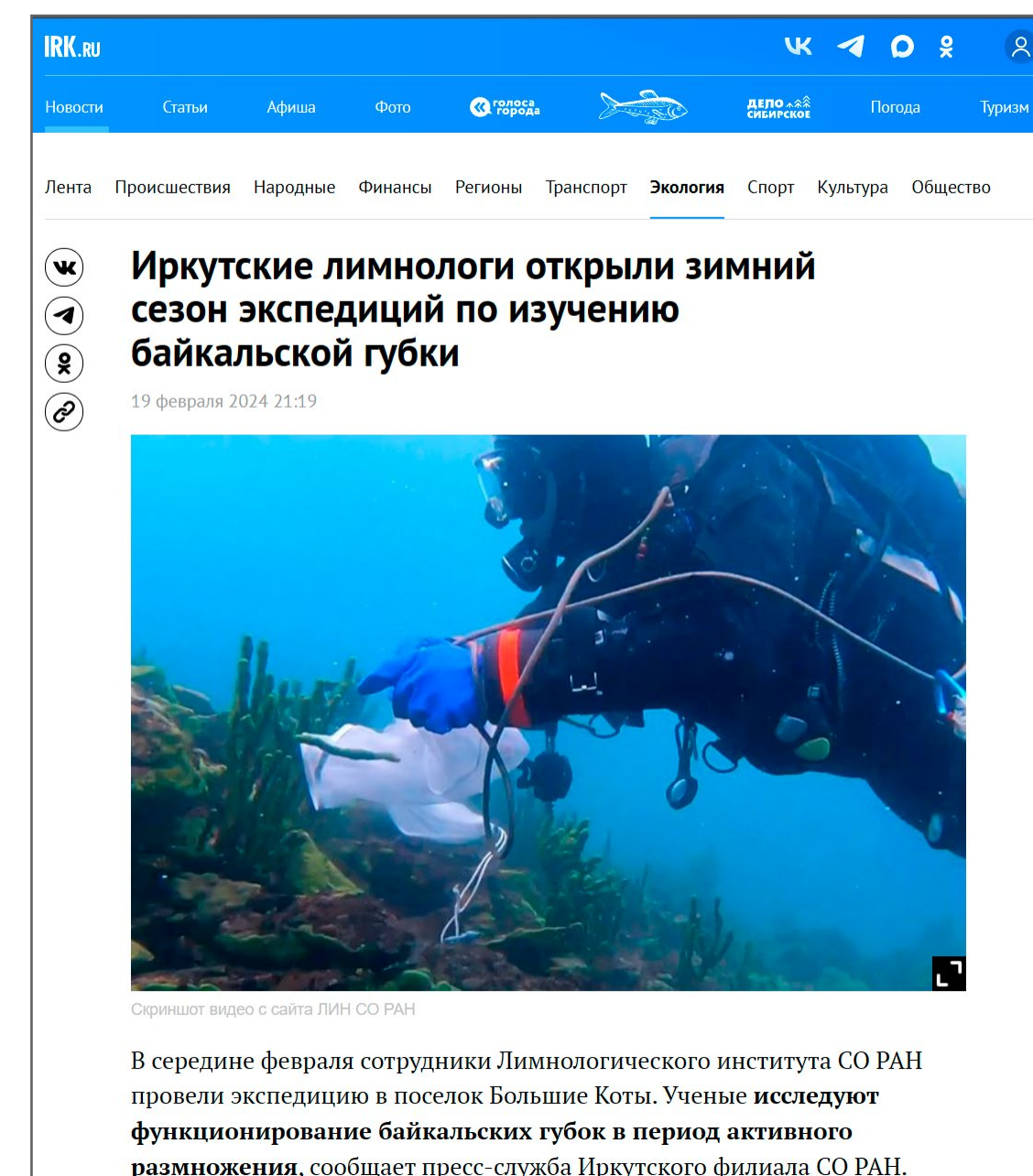
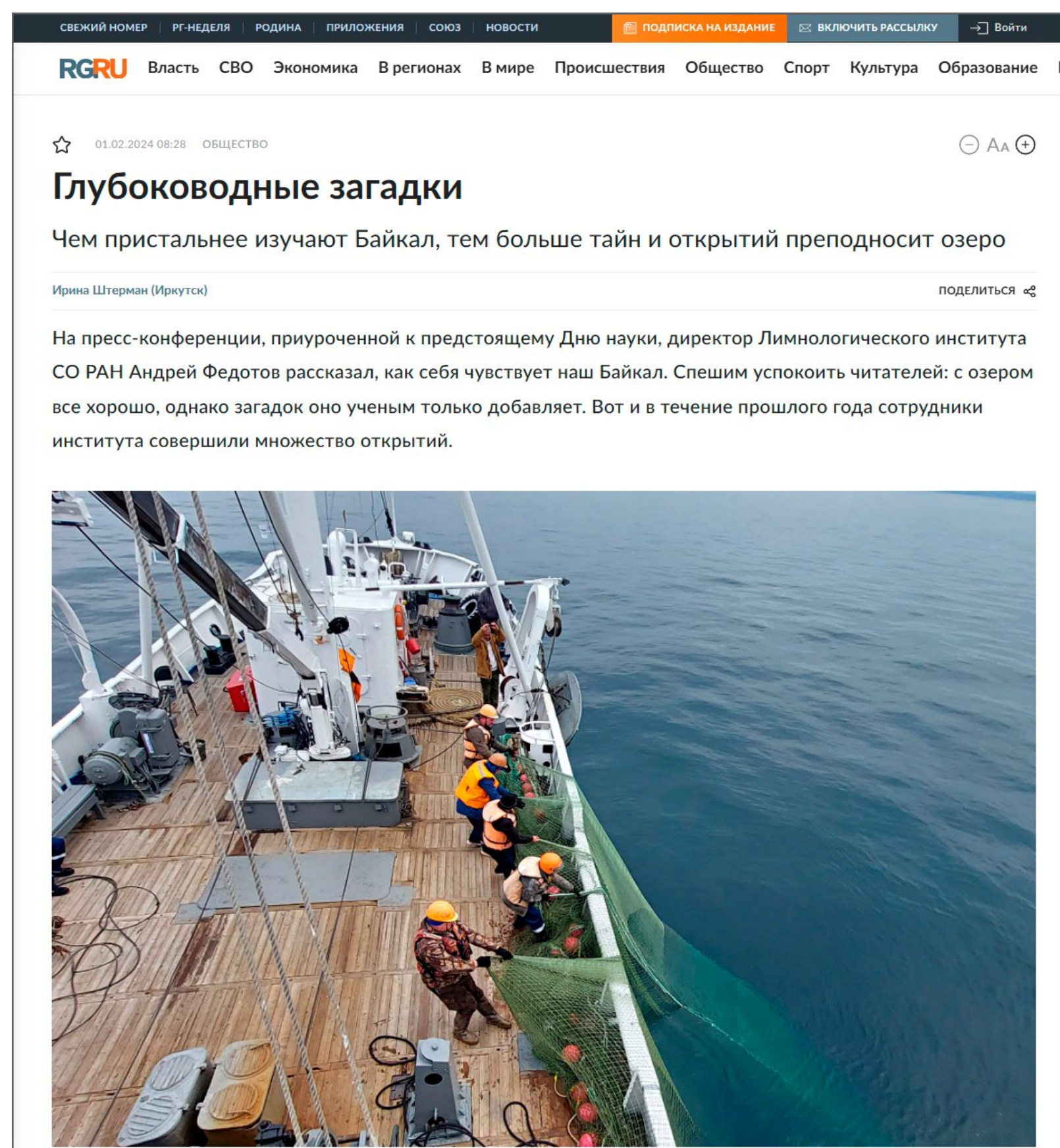
1 февраля на торжественной церемонии в честь 75-летия академической науки в Восточной Сибири коллектив ЛИН СО РАН наградили Памятной медалью имени академика М.А. Лаврентьева за выдающийся вклад в проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, многолетний добросовестный труд.



## В 2024 году деятельность ЛИН СО РАН получила широкое освещение в региональных и федеральных СМИ

Основное внимание уделялось комплексным исследованиям Байкала, включая изучение глубинных процессов озера, гидрофизические исследования и мониторинг состояния его экосистемы. Отдельным направлением медиаосвещения стала научно-просветительская деятельность института.

В целом публикации формируют устойчивый образ ЛИН СО РАН как ведущего научного центра по изучению Байкала, сочетающего фундаментальные исследования, экологический мониторинг и активную работу по популяризации науки.



# НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО



**ПУБЛИКАЦИИ**

**128**

СОВМЕСТНЫХ СТАТЕЙ

**ИНДЕКС ЦИТИРОВАНИЯ**

**+35%**

Line graph showing citation index growth over time.

**ПАРТНЕРЫ**

- EUROPE
- ASIA
- NORTH AMERICA
- SOUTH AMERICA
- AFRICA
- AUSTRALIA

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

СОВМЕСТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ОБМЕН ЗНАНИЯМИ И ОПЫТОМ

СОВМЕСТНЫЕ ПРОЕКТЫ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2024 г. заключен договор с Институтом экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси о научно-техническом сотрудничестве по развитию комплексных исследований биоразнообразия, изучению функционирования экосистем различного уровня, разработке и внедрению новых перспективных методов экологических исследований, созданию и ведению коллекций и культур живых организмов.

Сотрудники ЛИИ СО РАН в качестве экспертов представляли Россию в Двадцать четвертой сессии Научно-консультативного комитета (SAC24) международной программы EANET (Сеть мониторинга кислотных выпадений в Юго-Восточной Азии), а также в Двадцать пятом совещании технических менеджеров программы EANET.



### Крупные сетевые проекты

Международная программа EANET (Сеть мониторинга кислотных выпадений в Восточной Азии), входящая в программу ЮНЕП (UNEP) в рамках ООН по окружающей среде.

Проект GOS4M (Глобальная система мониторинга ртути), состоящий из 43 станций за наблюдением ртути в атмосфере по всему миру, включая Антарктиду.



## Соглашения с зарубежными организациями



Китайский геологический университет г. Пекин



Институт астрономии и геофизики Монгольской академии наук



Нанкинский институт географии и лимнологии Китайской академии наук



Технологический институт Китами (Япония)



MAX PLANCK INSTITUTE FOR BIOPHYSICAL CHEMISTRY

Институт биофизической химии общества Макса Планка (Германия)



Институт Экспериментальной Ботаники НАН Беларуси

## Членство в зарубежных организациях

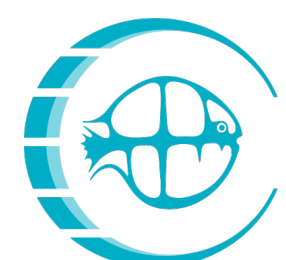
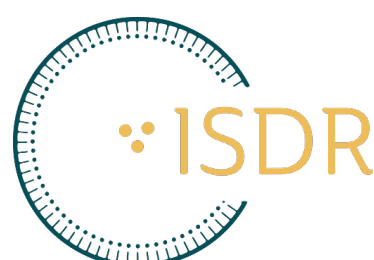
- Федерация Европейских микробиологических обществ (FEMS)
- Научно-руководящий комитет по загрязнению окружающей среды и атмосферной химии (SSC-EPAC) Всемирной метеорологической организации (WMO)
- Международное сообщество исследования диатомей (ISDR)
- Американское общество микробиологов (ASM)
- Ихтиологическое сообщество Британских островов (FSBI)



Federation of European Microbiological Societies



WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION



fsbi  
An International Society for Fish Biology

## Соглашения с российскими организациями



ФГБУ «Заповедное Подземье»



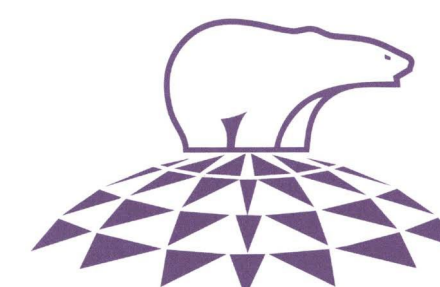
ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ  
Сибирское отделение  
Российской Академии наук



Сколковский институт науки и технологий



ПЕРСЕЙ  
Образовательный центр



ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН



МГУ имени М.В. Ломоносова



ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ МОРЯ  
ИНСТИТУТ ОЦЕАНОГРАФИИ  
ИИЦМБ ДВО РАН



ИФМ СО РАН



СИФИР СО РАН



ПУШКИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР биологических исследований



ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ им. В.Е. ЗУЕВА СО РАН



Арктический и антарктический научно-исследовательский институт



Иркутский государственный университет



ИВС РАН



ОО ФОРВАТ Центр технологий разведения сиговых рыб

# МОЛОДЕЖЬ ЛИН СО РАН



## Аспирантура

В рамках реализации образовательных программ высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре **13** человек проходили очное обучение по **7** научным специальностям:

- 1.4.2. Аналитическая химия;
- 1.5.3. Молекулярная биология;
- 1.5.7. Генетика;
- 1.5.11. Микробиология;
- 1.5.12. Зоология;
- 1.5.15. Экология;
- 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

Принято в аспирантуру 3 человека (1.5.7. Генетика; 1.5.11. Микробиология; 1.5.15. Экология). Фактический выпуск аспирантов, успешно прошедших государственную итоговую аттестацию и представивших диссертации – 4 человека.



Аспиранты первого года обучения Татьяна Николаева, Иван Тюрнев и Дарья Смирнова.

## Защиты диссертационных работ

Подлесная Г.В. Особенности бактериального круговорота азота в литоральной зоне озера Байкал. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук. г. Борок, 23.04.2024 г.



Галина Подлесная

## Практика у студентов

Всего студентов, проходивших практику (учебную, производственную, преддипломную) в ЛИН СО РАН – **66** человек, в том числе:

- Российский государственный гидрометеорологический университет – **1**
- Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова – **1**
- Иркутский государственный университет – **37**
- Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского – **9**
- Иркутский государственный университет путей сообщения – **4**
- Иркутский гидрометеорологический техникум – **2**
- Иркутский техникум речного и автомобильного транспорта – **12**

## Совет научной молодежи

Для представления интересов молодых сотрудников и координации их деятельности в Институте функционирует Совет Научной Молодежи (СНМ), избираемый коллективом молодых ученых каждые 2 года. В ноябре 2024 г. состоялись перевыборы в состав СНМ. Одним из основных направлений деятельности СНМ является поддержка академической мобильности и публикационной активности среди молодежи. В 2024 г. молодыми учеными в соавторстве опубликовано 65 статей в различных научных журналах, результаты исследований представлены на научно-исследовательских конференциях в городах: Москве, Новосибирске, Томске, Владивостоке.

Совместно с администрацией Института проведен внутренний Конкурс проектов молодых ученых – 2024 (учрежденный с 2021 г.), финансовую поддержку получили 5 лучших проектов.



Экскурсии «В гостях у ученого»



Выступление Луцкина Е.С. на XXXI рабочей группе «Аэрозоли Сибири»



Первенство ИНЦ по шахматам

Молодые ученые активно вовлекались в образовательную, спортивную и общественную жизнь Института. В течение года проводились лекционные и практические занятия, где гостей Института – участников экскурсий и семинаров знакомили с работой уникальной научной установки «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов», центром интерактивного мониторинга Байкальской природной территории и озера Байкал и центром коллективного пользования «Ультрамикрoанализ», а также и других подразделений ЛИН СО РАН.

В 2024 г. молодые ученые принимали участие в разнообразных спортивных мероприятиях: Открытые командные первенства Иркутского научного центра СО РАН по шахматам (III общее и II личное место) и по лыжным гонкам (II общекомандное место); эстафете СИФИБР, посвященной Дню Победы (II место); Всероссийской Академиаде РАН по волейболу (II место).



II место в эстафете СИФИБР, посвященной Дню Победы



Первенство ИНЦ по лыжным гонкам



II место на Всероссийской Академиаде РАН по волейболу

Совместно с Профсоюзом ЛИН СО РАН были организованы культурно-развлекательные мероприятия к праздничным датам:

- Фотовыставка ко Дню российской науки, на которой были представлены кадры недавних кругобайкальских мониторинговых экспедиций, материалы с экспедиции сотрудников по озёрам Якутии в районе «Полюса холода», микрофотографии исследуемых объектов и др.



- Праздничный концерт к Международному женскому дню
- Новогодняя сказка-спектакль «Как Соловей-разбойник хотел стать Дедом Морозом» для детей сотрудников Института и детей Иркутского детского дома-интерната № 2
- Новогодний молодежный фестиваль «Науку делаем вместе»





ЛИН СО РАН, Иркутск 2024