



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ЛИН СО РАН, д.г.-м.н.

А.П. Федотов

« 17 » сентября 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологического института Сибирского отделения Российской академии наук (ЛИН СО РАН) на диссертационную работу Беляевой Полины Геннадьевны «Структура и функционирование альгоценозов водных экосистем Пермского Предуралья», представленной на соискание степени доктора биологических наук по специальности 1.5.16 – гидробиология

Актуальность темы исследования, выбранной Беляевой П.Г., обусловлена необходимостью современной оценки экологического состояния разнотипных водных объектов Пермского Предуралья, уникальной территории Урала. Сообщества первичных продуцентов (фитопланктон, фитоперифитон и фитобентос) – важный компонент водных экосистем, позволяющий оценить трофический статус водоема, обеспеченность пищей первых гетеротрофных звеньев экосистемы, а также биопродукционный потенциал экосистемы в целом и ее состояние, но до настоящего времени сведения об альгофлоре водных объектов региона были немногочисленны и фрагментарны. Кроме того, в последние десятилетия глобальные климатические колебания и интенсификация антропогенного влияния привели к структурным перестройкам в водных экосистемах Планеты. Водные объекты Пермского Предуралья не стали исключением: они в разной степени подвержены как климатическим колебаниям, так и антропогенному воздействию. Большинство из них испытывает существенное влияние сточных вод многочисленных предприятий добывающей и перерабатывающей промышленности. В связи с этим, перед диссертантом возникла задача выявить закономерности структурной организации и функционирования альгоценозов водных экосистем Пермского Предуралья под влиянием природных и антропогенных факторов на современном этапе. Автором четко сформулирована цель исследования и поставлен ряд задач, хотя и достаточно объемных, но, как показывает анализ работы, вполне решенных.

В основу работы Беляевой П.Г. положены результаты 25-летних исследований автора. Структура диссертационной работы традиционна: введение, шесть результирующих глав, заключение, выводы, список использованных источников, приложение. Работа изложена на 421 странице, содержит 80 иллюстраций и 95 таблиц.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель, задачи работы и 4 защищаемые положения. Охарактеризована ее научная новизна, заключающаяся в том, что автором проведено системное изучение альгофлоры планктона и перифитона водных объектов разных типов на территории Пермского Предуралья, составлен аннотированный список водорослей, включающий 638 видов, разновидностей и форм, содержащий информацию об их встречаемости и эколого-географические характеристики. Идентифицировано 368 новых для региона таксонов. В планктоне Камского и Воткинского водохранилищ выявлено 8 инвазивных видов водорослей. Впервые для рек исследованного региона, а также водохранилищ Средней Камы определены концентрации растительных пигментов в перифитоне и планктоне: хлорофиллов *a*, *b*, *c* и каротиноидов. Результаты работы автора могут быть основой для составления региональной флористической сводки планктона и перифитона водных экосистем Пермского Предуралья. Количественный анализ структурных показателей альгоценозов и содержания растительных пигментов могут быть использованы для оценки трофического статуса и экологического состояния исследованных водных объектов. Результаты исследований фитопланктона Камского и Воткинского водохранилищ вошли в научные отчеты по оценке кормовой базы рыб, состоянию запасов водных биологических ресурсов.

В главе 1 подробно изложена информация о материалах, на основе которых написана диссертационная работа, и методах исследования каждого сообщества. Приведена подробная таблица с количеством проб для всех исследованных объектов. Скрупулезно автор остановился на значениях применяемых терминов.

Для оценки экологического состояния выбранных объектов диссертант применил серьезный арсенал критериев и методов. Анализ таксономической структуры фитопланктона проведен с использованием следующих показателей: пропорции флоры, вариабельность вида, родовая насыщенность. Для флор исследованных водотоков и водоемов региона построены гиперболы распределения Виллиса. Следует заметить, что автор употребил не совсем корректное определение: виллисовское распределение. Для оценки ценотической структуры альгоценозов диссертант использовал индексы разнообразия (Шеннона), выравненности (Пиелу), доминирования (Симпсона), рассчитанные как по численности, так и по биомассе. Комплексная оценка качества воды проведена с использованием классификации В. Сладечека и О. П. Оксийук. При исследовании фитоперифитона применен модельный эксперимент, в котором в качестве субстратов использовали стекла, камни и полиэтилен; исследование продукционно-деструкционных процессов проведено скляночным методом в его кислородной модификации, для определения содержания пигментов использовали стандартный спектрофотометрический метод (SCOR-UNESCO, 1966); определена интенсивность азотфиксации и денитрификации. Подробно описаны методы молекулярно-генетического анализа.

Глава 2 посвящена физико-географической характеристике изученного региона и условиям среды обитания первичных продуцентов в водоемах Пермского Предуралья. Приведены геологическая и географическая характеристики региона. Подобно автор остановился на описании климата. Установлено, что изменения среднемесячной температуры воздуха во время отбора большинства проб за период 1992-2016 гг. показывают ее положительный тренд, а количество осадков в аналогичный период – отрицательный. Это позволило Беляевой П.Г. предположить, что наблюдаемые изменения могут привести к трансформации структуры альгоценозов и их количественных характеристик.

В главе есть достаточно подробная характеристика водной сети региона, приведены гидрологический режим и гидрохимическая характеристика изученных объектов.

Глава 3 – одна из основных результирующих глав представленной работы, в которой рассмотрено таксономическое и экологическое разнообразие водорослей перифитона и планктона исследованных гидрэкосистем.

Начинается глава с истории изучения альгофлоры Пермского Предуралья и сопредельных территорий, истоки которой относятся к 20-м годам прошлого века.

Анализ результатов собственных исследований (1992-2016 гг.) позволил диссертанту в составе флоры разнотипных водных экосистем Пермского Предуралья выявить 638 таксонов водорослей рангом ниже рода (593 вида), относящихся к 201 роду, 82 семействам, 42 порядкам, которые по отделам распределились следующим образом: Bacillariophyta – 285, Chlorophyta – 135, Cyanoprokaryota – 95, Euglenophyta – 28, Chrysophyta – 39, Charophyta – 33, Dinophyta – 9, Cryptophyta – 6, Rhodophyta – 2, Xantophyta – 3, Raphidophyta – 1. Из них 368 приводятся впервые для альгофлоры Пермского края.

Сравнительный анализ показал, что число обнаруженных таксонов водорослей значительно ниже, чем во флорах водорослей сопредельных территорий. Ревизия состава альгофлоры, проведенная на основе современных номенклатурных преобразований, выявила значительное таксономическое разнообразие диатомовых водорослей, доля которых в общем составе достигает 44.8%, зеленых практически вдвое меньше, всего 26.4%. Цианопрокаримы занимают третью позицию и представлены 95 видами и разновидностями (15%). Разнообразие диатомовых, зеленых и в меньшей степени цианопрокарим характерно практически для всех водных объектов Пермского Предуралья. Сравнительный анализ собственных результатов с опубликованными данными других исследователей позволил автору сделать следующее заключение: соотношение разных типов водорослей в изученной альгофлоре является типичным для бореальных и субарктических водных экосистем, а в регионе обусловлено барьерным эффектом Уральских гор.

Биогеографический анализ выявил, что основу альгофлоры региона составляют широко распространенные виды и космополиты, а среди диатомовых лидируют бореальные.

Отмечено увеличение видового богатства планктона водохранилищ и перифитона предгорных рек за счет зеленых водорослей и цианопрокариот, что свидетельствует о возрастании антропогенного влияния на изученные водоемы и водотоки.

С целью идентификации цианопрокариот в конце главы автор приводит результаты изучения разнообразия альго-бактериального сообщества эпилитона р. Сылва с помощью анализа гена 16S рибосомальной РНК, что позволило выявить представителей 3-х родов цианопрокариот, ранее не отмеченных в списке водорослей реки. Что касается выявления последовательностей генов эукариотических водорослей, то лучше пользоваться специфичными для этого тестами.

В связи с разнообразием исследованных водных экосистем (26) и изучением разных сообществ было бы полезно дать в заключении главы обобщающую таблицу (таблицы) с краткой характеристикой сообщества отдельно для фитопланктона и отдельно фитоперифитона для каждой группы водных объектов: предгорные реки, городские малые водотоки, водохранилища, пруды, экосистемы с экстремальными условиями. В таблицу включить основные полученные характеристики: количество видов, основные пропорции флоры, фитогеографическую характеристику, экологические показатели и т.д. Это намного бы упростило восприятие представленного материала.

Глава 4 посвящена изучению факторов, влияющих на пространственно-временное распределение водорослей планктона и перифитона. Автор установил, что вариабельность структуры сообществ определяется климатическими условиями региона (температура, осадки), гидрографическими характеристиками водоемов и водотоков и локальным воздействием антропогенных факторов (загрязняющие стоки промышленных предприятий, сельского хозяйства и бытовых сточных вод). Количественное развитие перифитона варьирует в разные гидрологические фазы на разных участках одного водотока. Для эпилитона определяется размером и степенью стабильности грунта, доступностью субстратов, скоростью и уровнем освещенности, а для эпифитона еще и морфологией макрофита. Сезонные изменения количественных параметров сообщества описываются двухвершинной кривой с максимумом в осенний период. Наибольшие показатели характерны для теплых и/или маловодных лет.

Фитопланктон в речных системах представлен преимущественно дрейфовыми формами перифитона. Максимальные количественные показатели отмечены в начале вегетационного периода при повышенном уровне воды в мае-июне, в период увеличения скорости течения и речного стока. Значительную роль на развитие фитопланктона оказывает

морфометрия водоема, впадение притоков и подогретых вод Пермской ГРЭС.

В центральных плесах водохранилищ средней Камы отмечено обилие миксотрофных флагеллят, как пишет автор работы, способных использовать дополнительные источники фосфора. Следует добавить, что не только фосфора, но и азота и др. Сезонная динамика фитопланктона и перифитона противофазная. Для фитопланктона отмечен один растянутый летне-осенний пик численности и биомассы или два пика: в конце мая-июне за счет развития диатомовых и большим в августе-сентябре при доминировании цианопрокариот. В водохранилищах средней Камы в последние годы отмечено значительное увеличение численности фитопланктона за счет интенсивной вегетации мелкокоразмерных цианопрокариот. Увеличились значения индекса сапробности.

В исследованных прудах пространственные изменения фитопланктона связаны с морфометрией водоема. Динамика количественных показателей представлена кривыми с резкими подъемами и спадами и сменой доминирующих видов. Автор делает заключение о том, что для прудов, рек урбанизированных территорий и водных объектов с экстремальными условиями сукцессии носят хаотичный характер и зависят от степени антропогенного воздействия. При значительном антропогенном стрессе в них по биомассе доминируют высоко сапробные виды зеленых и эвгленовых водорослей, а по численности – безгетероцистные цианопрокариоты.

В главе 5 приведены пигментные характеристики исследованных гидроэкосистем Предуралья. В данной главе автор исходил из установившегося представления, что содержание и соотношение фотосинтетических пигментов является интегральным показателем, характеризующим степень развития, пространственного распределения и временной динамики фитосообществ, а также экологического состояния водоема.

Результаты Беляевой П.Г. показали широкую вариабельность (4-6 порядков) содержания растительных пигментов в фитоперифитоне предгорных рек, вызванную неоднородностью его пространственного распределения, сезонной динамикой и характером субстрата. Отмечена достоверная зависимость между концентрацией хлорофилла в фитоперифитоне и температурой воды, а также между содержанием хлорофилла в эпилитоне и концентрацией общего фосфора. Для эпифитона такие связи не найдены. Автор сделал заключение о том, что применение оценки трофического статуса реки по содержанию хлорофилла *a* возможно лишь при долгосрочных исследованиях. Для фитопланктона таких рек по сравнению с концентрацией хлорофилла *a* велика доля хлорофилла *c*, что свидетельствует о преобладании диатомовых водорослей.

Установлено, что содержание хлорофилла *a* в перифитоне малых рек г. Перми соответствует его концентрации в альгоценозах рек, испытывающих антропогенное влияние. Сезонная динамика и

пространственное распределение пигмента определяется поступлением промышленных и бытовых сточных вод и локальными биотопическими условиями. Трофический статус по содержанию пигмента в фитоперифитоне и фитопланктоне изменялся от мезо- до гиперэвтрофного типа, а статус среднекамских водохранилищ по содержанию хлорофилла *a* автор характеризует как мезотрофный.

Проведенные исследования показали, что соотношение пигментов в альгоценозах обследованных водоемов зависит от условий среды обитания, состава и размерной структуры (можно было еще добавить – и от стадии развития сообщества) и отражает высокую фотосинтетическую активность водорослевых сообществ.

В главе 6 диссертант охарактеризовал функциональную роль водорослевых сообществ в некоторых водных экосистемах региона. В начале главы помещен раздел с кратким обзором литературы, касающейся изучения первичной продукции перифитона в лотических системах и факторам, определяющим скорость продуцирования сообщества. Затем приведены данные по изучению первичной продукции сообществ среднего течения реки Сылва. Оценена за вегетационный сезон продукция 6 видов макрофитов. Представлены сравнительные данные по продукции и тратам на дыхание обрастания каменистых грунтов и искусственного субстрата, а также фитопланктона.

Оценена роль фитопланктона в продукции Камского и Воткинского водохранилищ. Установлено, что основная роль в образовании органического вещества в реках принадлежит перифитону каменистых субстратов, а в водохранилищах – фитопланктону глубоководной зоны.

Значительная роль цианопрокариот в водоемах региона побудила автора работы изучить активность микробиологических процессов цикла азота. Выявлено, что активность усиливалась в направлении от северных районов к южным (от Северного Урала до плотины Воткинского водохранилища). Для планктона и перифитона р. Кама и ее притоков ниже Пермского промузла выявлена достоверная корреляционная связь между интенсивностью фиксации азота и численностью *Anabaena* spp. и *Aphanizomenon flos-aquae*. Это позволило автору сделать вполне логичное утверждение, что основная роль в азотфиксации принадлежит именно этим организмам.

Рисунки и таблицы адекватно отражают представленный материал.

Выводы четко сформулированы и обоснованы, соответствуют поставленным задачам и выносимым на защиту положениям.

Принципиальных замечаний к работе нет. К замечаниям, отмеченным в главах, надо добавить опечатки, незначительные стилистические погрешности, но при этом заметить, что их количество небольшое.

В целом, работа является цельным и законченным обобщением, а автор диссертации является квалифицированным гидробиологом, владеющим

современными методами и хорошо ориентирующимся в вопросах водной экологии.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку они получены с помощью общепринятых методов исследования, подвергнуты статистической обработке и проанализированы с привлечением опубликованных материалов отечественных и зарубежных исследователей.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы для организации биологического мониторинга разнотипных водных экосистем, а также в курсах вузовских лекций по водной экологии, гидробиологии, альгологии.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты работы апробированы на конференциях и других научных мероприятиях различного уровня, что отражено в тезисах и материалах конференций. По теме диссертации автором опубликовано 65 научных работ, из них 20 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и 8 – в журналах из списка Scopus и Web of Science.

Актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость, методический уровень диссертационной работы не вызывают сомнения. Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор Беляева Полина Геннадьевна заслуживает присуждения искомой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.16 – гидробиология.

Отзыв рассмотрен на заседании лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН. Протокол № 34 от «13» октября 2022 г.

Главный научный сотрудник
лаборатории биологии
водных беспозвоночных ЛИН СО РАН,
доктор биологических наук



Н.А. Бондаренко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук (ЛИН СО РАН)

664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 3, +7(3952)42-65-04, info@lin.irk.ru

Подпись *Н.А. Бондаренко* заверяю,
ученый секретарь *Н.В. Мавринов*
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Лимнологический институт Сибирского отделения
Российской академии наук (ЛИН СО РАН)
« 17 » октября 2022 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
**Лимнологический институт
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ЛИН СО РАН)**

Улан-Баторская ул., д. 3, а/я 278, г. Иркутск, 664033
Тел./факс (3952) 42-65-04/(3952) 42-54-05,
e-mail: info@lin.irk.ru; www: <http://lin.irk.ru>
ОКПО 03533748; ОГРН 1023801757540;
ИНН/КПП 3811014433/381201001

От 19.08.2022 № 15356-10-740

на № _____ от _____
[_____]

В диссертационный совет 24.1.034.01
при Институте биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

СВЕДЕНИЯ О ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертации **Беляевой Полины Геннадьевны** на тему «Структура и функционирование водных альгоценозов Пермского Предуралья», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.16 – гидробиология.

Полное наименование организации	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук
Сокращенное наименование организации	ЛИН СО РАН
Руководитель организации	Директор института, доктор геолого-минералогических наук Федотов Андрей Петрович
Почтовый адрес	664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 3, а/я 278
Телефон, факс	Тел.: +7 (3952) 42-65-04 Факс: +7 (3952) 42-54-05
e-mail	info@lin.irk.ru
Web-сайт (при наличии)	http://www.lin.irk.ru/
Сведения о составителях	Бондаренко Нина Александровна, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории биологии водных беспозвоночных ЛИН СО РАН, Раб. тел.: +7 (3952) 42-82-18 e-mail: nina@lin.irk.ru

Список публикаций по теме рассматриваемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Bondarenko N., Sheveleva N., Rozhkova N., Matveev A., Samusenok V., Vokin A., Yuriev A. Remote mountain lakes of Eastern Siberia: a pattern of ecologically pure non-industrialised water-bodies // *Environmental Earth Sciences*. 2017. V. 76. № 10. P. 1-10. Article:378 DOI: 10.1007/s12665-017-6708-4

2. Bondarenko N.A., Logacheva N.F. Structural Changes in Phytoplankton of the Littoral Zone of Lake Baikal // *Hydrobiological Journal*. 2017. Т. 53. № 2. С. 16-24. DOI: 10.1615/HydrobJ.v53.i2.20

3. Куликова Н.Н., Волкова Е.А., Бондаренко Н.А., Чебыкин Е.П., Сайбаталова Е.В., Тимошкин О.А., Сутурин А.Н. Элементный состав и биогеохимические функции водорослей *Ulothrix zonata* (f. Weber et Mohr) Kützing прибрежной зоны Южного Байкала // *Водные ресурсы*. 2018. Т. 45. № 6. С. 656-669. DOI: 10.1134/S032105961806010X

4. Ozersky T., Volkova E.A., Bondarenko N.A., Timoshkin O.A., Malnik V.V., Domysheva V.M., Hampton S.E. Nutrient limitation of benthic algae in Lake Baikal, Russia // *Freshwater Science*. 2018. V. 37. № 3. P. 472-482. DOI: 10.1086/699408

5. Volkova E.A., Bondarenko N.A., Timoshkin O.A. Morphotaxonomy, distribution and abundance of *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Charophyta) in Lake Baikal, East Siberia // *Phycologia*. 2018. V. 57. № 3. P. 298-308. DOI: 10.2216/17-69.1 (70383)

6. Bondarenko N.A., Ozersky T., Obolkina L.A., Tikhonova I.V., Sorokovikova E.G., Sakirko M.V., Potapov S.A., Blinov V.V., Zhdanov A.A., Belykh O.I. Recent changes in the spring microplankton of Lake Baikal, Russia // *Limnologia*. 2019. № 75. P.19-29. 10.1016/j.limno.2019.01.002

7. Timoshkin O.A., Bondarenko N.A., Kulikova N.N., Likhnev A.G., Maximova N.V., Malnik V.V., Moore M.V., Nepokrytykh A.V., Obolkina L.A., Rozhkova N.A., Shirokaya A.A., Tomberg I.V., Zaitseva E.P., Bukshuk N.A., Poberezhnaya A.E., Gula M.I., Timoshkina E.M., Volkova E.A., Zvereva Yu.M. Protection of Lake Baikal requires more stringent, not more lenient, environmental regulation // *Journal of Great Lakes Research*. 2019. V. 45. № 3. P.401-402. 10.1016/j.jglr.2019.04.002

8. Obolkin V.A., Volkova E.A., Ohira S.I., Toda K., Netsvetaeva O.G., Chebunina N.S., Nosova V.V., Bondarenko N.A. The role of atmospheric precipitation in the under-ice blooming of endemic dinoflagellate *Gymnodinium baicalense* var. *minor* Antipova in Lake Baikal // *Limnology and Freshwater Biology*. 2019. № 6. P.345-352. 10.31951/2658-3518-2019-A-6-345

9. Бондаренко Н.А., Русанов И.И., Черницына С.М., Шубенкова О.В., Пименов Н.В., Земская Т.И. Функционирование микроводорослей подледного планктона и ледовой интерстициали в прибрежной зоне озера Байкал // *Микробиология*. 2020. Т. 89. № 3. С. 344-355. 10.31857/S0026365620030064

10. Bondarenko N.A., Vorobyova S.S., Zhuchenko N.A., Golobokova L.P. Current state of phytoplankton in the littoral area of Lake Baikal, spring 2017 // *Journal*

of Great Lakes Research. 2020. V. 46. № 1. P.17-28. 10.1016/j.jglr.2019.10.001

11. Bukin Yu.S., Bondarenko N.A., Rusanov I.I., Pimenov N.V., Bukin S.V., Pogodaeva T.V., Chernitsyna S.M., Shubenkova O.V., Ivanov V.G., Zakharenko A.S., Zemskaya T.I. interconnection of bacterial and phytoplanktonic communities with hydrochemical parameters from ice and under-ice water in coastal zone of Lake Baikal // Scientific Reports. 2020. № 10, Art№ 11087. P.1-12. 10.1038/s41598-020-66519-3

12. Zemskaya T.I., Bondarenko N.A., Bukin S.V., Bukin Y.S., Chernitsina S.M., Ivanov V.G., Pimenov N.V., Pogodaeva T.V., Rusanov I.I., Shubenkova O.V., Zakharenko A.S. Ecology of estuarine waters in small rivers of Southern Baikal in 2018 // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 4. P.1047-1049. 10.31951/2658-3518-2020-A-4-1047

13. Bukin Yu.S., Bondarenko N.A., Pimenov N.V., Zemskaya T.I. Relationships of hydrochemical and biological indicators in the under ice water of Lake Baikal in the spring period. Analysis using correlation networks // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 4. P.830-831. 10.31951/2658-3518-2020-A-4-830

14. Bondarenko N.A., Tomberg I.V., Shirokaya A.A., Belykh O.I., Tikhonova I.V., Fedorova G.A., Netsvetaeva O.G., Eletsкая E.V., Timoshkin O.A. Dolichospermum lemmermannii (Nostocales) bloom in world's deepest lake Baikal (East Siberia): abundance, toxicity and factors influencing growth // Limnology and Freshwater Biology. 2021. № 1. С. 1101-1110.

15. Bondarenko N.A., Chernitsyna S.M., Shubenkova O.V., Zaharenko A.S., Pogodaeva T.V., Zemskaya T.I., Rusanov I.I., Pimenov N.V. Structure and production potential of summer phytoplankton of lake Baikal in the present period // Water Resources. 2022. T. 49. № 1. С. 98-108. doi.org/10.1134/S0097807822010055

Ведущая организация подтверждает, что соискатель Беляева Полина Геннадьевна не является сотрудником ЛИИ СО РАН и не имеет научных работ по теме диссертации, подготовленных на базе Института, или в соавторстве с ее сотрудниками.

Директор ЛИИ СО РАН,
д.г.-м.н.



А.П. Федотов

Главный научный сотрудник,
д.б.н.

Н. А. Бондаренко