



ФИЦ
КНЦ
РАН

- НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СТАТЬИ
- ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
- ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ
- РЕЦЕНЗИИ. БИБЛИОГРАФИИ
- ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

3/2023



ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

Научно-информационный журнал.

Включен в систему Российского индекса научного цитирования.

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук».

Адрес учредителя, издателя и типографии:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр РАН»

184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14

E-mail: vestnik2@ksc.ru

Главный редактор, председатель Редакционного совета
С. В. КРИВОВИЧЕВ, академик РАН, д. г.-м. н., проф.

Заместитель главного редактора

Е. А. БОРОВИЧЕВ, к. б. н.

Ответственный секретарь А. С. КАРПОВ, к. т. н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. А. МАСЛОБОВЕВ, д. т. н.

Н. К. БЕЛИШЕВА, д. б. н.

Н. Е. КОРОЛЕВА, к. б. н.

В. Е. ИВАНОВ, д. ф.-м. н.

А. А. КОЗЫРЕВ, д. т. н., проф.,
заслуженный деятель науки РФ

В. В. МЕГОРСКИЙ, к. м. н.

Д. В. МОИСЕЕВ, к. г. н. (ММБИ РАН)

А. Г. ОЛЕЙНИК, д. т. н.

Т. В. РУНДКВИСТ, к. г.-м. н.

С. В. ФЕДОСЕЕВ, д. э. н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Б. В. ЕФИМОВ, д. т. н., проф., заслуженный энергетик РФ

В. К. ЖИРОВ, чл.-корр. РАН, д. б. н., проф.

Б. В. КОЗЛОВ, д. ф.-м. н. (ПГИ)

Н. Е. КОЗЛОВ, д. г.-м. н., проф.

С. А. КУЗНЕЦОВ, д. х. н.

Ф. Д. ЛАРИЧКИН, д. э. н., проф.,
заслуженный экономист РФ

С. В. ЛУКИЧЕВ, д. т. н.

Д. В. МАКАРОВ, д. т. н.

Г. Г. МАТИШОВ, академик РАН, д. г. н., проф.
(ЮНЦ РАН)

А. И. НИКОЛАЕВ, чл.-корр. РАН, д. х. н., проф.,
заслуженный деятель науки РФ

И. А. РАЗУМОВА, д. и. н., проф.

Ответственный редактор выпуска

Е. А. БОРОВИЧЕВ

Выпускающий редактор Н. В. ЩУР

Корректор Н. Ю. ЧЕРНОВА

Подписано в печать 25.12.2023

Публикация статей не является свидетельством того, что издатель разделяет мнения их авторов; ответственность за суждения и оценки, выраженные в публикуемых статьях, лежит исключительно на авторах. С правилами для авторов статей, редакционной политикой журнала, а также с архивом выпущенных номеров можно ознакомиться на сайте журнала по адресу: <https://rio.ksc.ru/zhurnaly/vestnik>

HERALD

of the Kola Science Centre of RAS

Scientific Publication.

The journal has been included in the Russian Science Citation Index (RISC)

**Publisher — Federal State Budgetary Science Institution Federal Research Centre
"Kola Science Centre of RAS"**

184209, Apatity, Fersman str., 14, Murmansk Region
E-mail: vestnik2@admksk.apatity.ru

Editor-in-Chief and Chairman of the Editorial Council
S.V. KRIVOVICHEV, Academician of RAS,
Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), Prof.

Vice Editor-in-Chief E. A. BOROVICHEV, PhD (Bio)

Responsible Secretary A. S. KARPOV,
PhD (Eng.)

EDITORIAL BOARD

V. A. MASLOBOEV, Dr. Sci. (Eng.)

N. K. BELISHEVA, Dr. Sci. (Bio)

N. E. KOROLEVA, PhD (Bio)

V. E. IVANOV, Dr. Sci. (Phys. & Math.)

A. A. KOZYREV, Dr. Sci. (Eng.),
Honoured Scientist of the RF, Prof.

V. V. MEGORSKY, PhD (Medicine)

D. V. MOISEEV, PhD (Geography), MMBI RAS

A. G. OLEJNIK, Dr. Sci. (Eng.)

T. V. RUNDKVIST, PhD (Geol. & Mineral.)

S. V. FEDOSEEV, Dr. Sci. (Econ.)

EDITORIAL COUNCIL

B. V. EFIMOV, Dr. Sci. (Eng.), Honoured Power Engineer of the RF, Prof.
--

V. K. ZHIROV, Corr. Member of RAS, Dr. Sci. (Bio), Prof.

B. V. KOZELOV, Dr. Sci. (Phys. & Math.), PGI

N. E. KOZLOV, Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), Prof.

S. A. KUZNETZOV, Dr. Sci. (Chem.)

F. D. LARICHKIN, Dr. Sci. (Econ.),
Honoured Economist of the RF, Prof.

S. V. LUKICHEV, Dr. Sci. (Eng.)

D. V. MAKAROV, Dr. Sci. (Eng.)

G. G. MATISHOV, Academician of RAS, Dr. Sci. (Geography),
Prof., SRS RAS;

A. I. NIKOLAEV, Corr. Member of RAS, Dr. Sci. (Chem.),
Honoured Scientist of the RF, Prof.

I. A. RAZUMOVA, Dr. Sci. (History), Prof.

Executive Editor: E. A. BOROVICHEV

Issuing Editor: N. V. SHCHUR

Proofreader: N. Yu. CHERNOVA

Statements and opinions expressed in the articles are those of the author(s) and not necessarily those of the Publisher.
The Publisher disclaims any responsibility or liability for the published materials.
Information for authors, our policy and archive: <https://rio.ksc.ru/zhurnaly/vestnik>

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СТАТЬИ

О. В. Змеева	ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ	7
Д. В. Макаров, Е. А. Боровичев	РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ И РЕШЕНИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В АЗРФ	14
Р. А. Титов, М. В. Смирнов, А. В. Кадетова, О. В. Токко, Н. А. Теплякова, Н. В. Сидоров, М. Н. Палатников	ПОЛУЧЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОСОВЕРШЕННЫХ НОМИНАЛЬНО ЧИСТЫХ БОРОСОДЕРЖАЩИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ	23
С. Н. Волков, Д. О. Чаркин, Р. С. Бубнова, С. М. Аксенов	АНГАРМОНИЗМ КОЛЕБАНИЙ АТОМОВ В СТРУКТУРАХ НОВЫХ ГАЛОГЕН-СОДЕРЖАЩИХ БОРАТОВ СЕРЕБРА	41
А. С. Давыдова, С. А. Штырков	ЙОГА-ТРЕНЕР ИЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЕГО СЕЙДОЗЕРО	50

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ХРОНИКИ

«ФЕСТИВАЛЬНЫЙ» ВЗГЛЯД НА ГРИБНОЙ МИР: КАК УСВОИТЬ ЗНАНИЯ С МАКСИМАЛЬНЫМ УДОБСТВОМ?	57
ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ ЗАВЕРШИЛИ НАУЧНЫМ ДНЕМ И НАУЧНОЙ НОЧЬЮ	61
ПОЗДРАВЛЯЕМ С УСПЕШНОЙ ЗАЩИТОЙ ДИССЕРТАЦИЙ	63
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ АРХИВНЫЙ ФОРУМ НАУЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ СОСТОЯЛСЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	64
РУКОВОДИТЕЛЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ВОШЕЛ В СОСТАВ ПРЕЗИДИУМА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН	67
ПОЗДРАВЛЯЕМ АРТЕМА СОКОЛОВА С ЗАЩИТОЙ!	68

ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

К ЮБИЛЕЮ ЛЮБОВИ ЛЕОНИДОВНЫ ВИРАЧЕВОЙ	69
К ЮБИЛЕЮ ЕЛЕНА ПЕТРОВНЫ БАШМАКОВОЙ	69
К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ ЮРЬЕВНЫ ШМАКОВОЙ	71
К ЮБИЛЕЮ МЕДЕИ ВЛАДИМИРОВНЫ ИВАНОВОЙ	72
К ЮБИЛЕЮ ЮРИЯ АЛЕКСЕЕВИЧА САВЕЛЬЕВА	74
К ЮБИЛЕЮ ЕВГЕНИЯ ЭЛЛАНОВИЧА САВЧЕНКО	75
К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ИГОРЕВНЫ БАРАШЕВОЙ	75
К ЮБИЛЕЮ СОФЬИ МИХАЙЛОВНЫ МАСЛОБОЕВОЙ	77
К ЮБИЛЕЮ ОЛЕГА ЕЛИФЕРОВИЧА ЧУРКИНА	78
К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ ЕВГЕНЬЕВНЫ КОРОЛЕВОЙ	79

СОДЕРЖАНИЕ

РЕЦЕНЗИИ. БИБЛИОГРАФИИ

ЛЮДИ ДРЕВНИЕ, ЛЮДИ СОВРЕМЕННЫЕ – ОБЪЕКТЫ ИНТЕРЕСА ГУМАНИТАРНОЙ НАУКИ	81
ЧТО РАССКАЖУТ МОРСКИЕ ГЛУБИНЫ?	85
ТРЕТИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «СЕВЕР И РЫНОК»	87
ДО САМОЙ ПОСЛЕДНЕЙ СТРАНИЧКИ – ГОРДОСТЬ ЗА ГЕОЛОГИЮ И ЗА ИНСТИТУТ	89

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ПАМЯТИ НИКОЛАЯ КУЗЬМИЧА ПЫРЯЕВА	94
ПАМЯТИ ВИКТОРА МИХАЙЛОВИЧА ТРЯПИЦЫНА	95
ПАМЯТИ ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА АНДРЕЕВОЙ	96
ПАМЯТИ АЛЕНА ЮРЬЕВНА ПОПОВОЙ	96
ПАМЯТИ АНАСТАСИИ АНАТОЛЬЕВНА ЕНЮТИНОЙ	97

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»	99
---	----

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

О. В. Змеева

Центр гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН,
zmeyeva@rambler.ru

В статье приведены обобщающие результаты научно-исследовательской работы, нацеленной на комплексное изучение специфики миграционных процессов первой трети XX в., а также формирования идентичности постоянного населения Кольского полуострова. На основе проведенных ранее исследований подтверждена актуальность изучения опыта колонизации и урбанизации Русского Севера, а также его глобальных социальных, культурно-исторических последствий. Подведены итоги социально-антропологических и ретроспективных исследований, определивших перспективы и возможности использования исторического опыта освоения Кольского полуострова для создания условий этносоциального развития арктических территорий.

Ключевые слова:

Кольский полуостров, колонизация, миграция, мобильность, индустриализация, постоянное население, территориальные общности

FROM THE HISTORY OF THE STUDY OF MIGRATION PROCESSES IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

Olga V. Zmeeva

Barents Centre of the Humanities, KSC RAS;
zmeyeva@rambler.ru

The article presents the results of the work of a group of researchers from different regions. The work was aimed at studying the specifics of migration, adaptation, identification of the permanent population of the Kola Peninsula. The researchers were based on previous studies. These publications have shown the relevance of studying the experience of colonization of the Russian North. The social, cultural and historical consequences of the processes of colonization and urbanization were also studied. The results of socio-anthropological and retrospective studies are summarized. These results determined the prospects and possibilities of using the historical experience of the development of the Kola Peninsula in order to form a sustainable ethnic and social development of the Arctic territories.

Keywords:

the Kola Peninsula, colonization, migration, mobility, industrialization, resident population, territorial communities

Введение

Антропологи Центра гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН (ЦГП КНЦ РАН) более двух десятилетий занимаются исследованием различных аспектов миграционных процессов и их взаимосвязи. Исследования имели комплексный характер и проводились, как правило, в городских поселениях Мурманской области. Все они были объединены предметной областью, которая связывала проблемы адаптации переселенцев различных периодов, оценкой социальных и исторических контекстов, взаимными представлениями принимающего населения и мигрантов. Объектом исследований выступали как приехавшие на Кольский Север советские граждане, так и мигранты постсоветского периода. Почти все наши исследования, отражавшие процессы адаптации и другие стороны жизни мигрантов в Заполярье, были связаны с изучением актуальной этнической ситуации [Разумова, 2004; Змеева, 2011; Бусырева, 2019; Сулейманова 2021]. В частности, были выявлены миграционные волны, названия которых содержали общий квазиэтнический термин. Самыми крупными стали «кавказская» (во второй половине 1990-х–начале 2000-х годов), затем дополнившая ее «азиатская» миграция (2010-е годы). Далее была волна «украинская». «Украинцами» называли всех беженцев из Украины, приехавших в Мурманскую область в 2014–2015 годах. В 2016 году всех транзитных мигрантов, направлявшихся через пункты пропуска Мурманской области в Финляндию, Норвегию и затем, в другие принимавшие беженцев страны Европы, повсеместно называли «сирийскими» беженцами.

Подобные стереотипные обобщения в отношении переселенческих групп в целом характерны для россиян. В этом случае люди обычно не указывали национальную принадлежность переселенцев, а скорее, подразумевали регион выхода мигрантов, в котором концентрировались фактически или номинально различные этнические группы. Для граждан постсоветской России такое понимание миграционных потоков сохраняется.

Разработанная и апробированная сотрудниками ЦГП КНЦ РАН методика изучения адап-

тации этнических мигрантов в заполярном регионе показала в том числе и скрытые области межэтнического напряжения. Современное население Мурманской области во многом остается продуктом советской миграционной политики. Занимаясь изучением актуальных проблем и вопросов адаптации постсоветских мигрантов, мы пришли к выводу, что специфические характеристики заполярного сообщества, его этносоциальная структура и основы взаимоотношений между этническими группами были заложены в период интенсивной колонизации Кольского полуострова. А жители Кольского Севера в 2000-е годы демонстрировали советские надэтнические практики социального взаимодействия. Коллективом ЦГП КНЦ РАН были обозначены перспективы изучения исторического опыта досоветской и советской России в отношении миграционной политики и оформления этнокультурной среды. Мы остановились на временном отрезке между Первой и Второй мировыми войнами, а также на процессах укоренения населения Кольского полуострова в указанный период.

Проект «Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: миграции, мобильность, идентичность» (2018–2020 гг.)

История Мурманской области в XX столетии ознаменована масштабными событиями: крупным промышленным и социальным строительством, научными открытиями и многими другими достижениями. Мурманская область, как и многие регионы Советского Союза, была охвачена масштабным строительством, которое сопровождалось интенсивными миграциями. Особого внимания требовал анализ социальных последствий неустойчивого административного статуса исследуемой территории в 1920–1930-е годы, до оформления границ новой административной единицы – Мурманской области в 1938 году. На материалах центральных и региональных архивов, с привлечением устных и труднодоступных опубликованных источников, предполагалось проанализировать существующую периодизацию истории населения региона, миграци-

онных процессов, выявить практики мобильности, биографические траектории мигрантов и аборигенов как на территории Кольского полуострова, так и за его пределами, изучить динамику идентичности жителей арктической территории, – с учетом субъективных факторов, а также исторических, социально-культурных, административно-политических, экономических, институциональных изменений.

Сохраняли актуальность вопросы о способах дальнейшего исследования арктических территорий, о необходимости привлечения советского опыта освоения отдаленных территорий как площадки для создания новых населенных пунктов и мест постоянного проживания населения, альтернативу которым составляет использование вахтового метода с участием временных рабочих и специалистов без нового капитального гражданского строительства. Во втором случае результатами социальной политики стала бы частичная консервация городов, постепенный отказ от постоянного населения малых промышленных или неэффективных в экономическом смысле городов.

Перспективы сохранения, роста и омоложения постоянного населения в заполярных городах по-прежнему остаются в кругу проблемных, дискуссионных вопросов. Более того, социокультурный потенциал малых городов Заполярья, накопленный в течение двадцатого столетия, сегодня значительно снизился. Существует глубокое противоречие между конфликтующими сторонами. Одной из них является северное сообщество – с его объективной потребностью в сохранении социальной и экономической стабильности, ускорении темпов развития промышленности, городов и инфраструктуры. Другая сторона – агенты экономической деятельности – с предложением приостановить систему формирования

постоянного населения северных заполярных территорий, перевести ее на систему вахтовой работы. Противоречие усугубляется тем, что, во-первых, общественную потребность в сохранении личной, социальной и территориальной безопасности можно реализовать только с привлечением социальных институтов. Во-вторых, для поддержания современного качества жизни, сохранения научно-образовательного и культурного уровня северян необходимо использовать не только существующий в северных городах социальный капитал, но и привлекать молодых специалистов, стремиться к их укоренению, модернизировать инфраструктуру. Перечисленные условия не устраивают сторонников вахтового метода и перемещения населения заполярных территорий в более южные регионы. Тем временем интерес к развитию и дальнейшему освоению арктических территорий в мировом сообществе возрастает. Актуальность приобретает изучение социального, культурного, исторического и научного опытов освоения заполярных территорий.

Была запланирована научно-исследовательская работа, нацеленная «на выявление миграционной динамики и мобильности населения Кольского полуострова, процессов укоренения и формирования постоянного населения в период между Первой и Второй мировыми войнами» [Научный проект, 2018–2020]¹. Проблематика проекта связана с необходимостью переосмысления исторических фактов и процессов в соответствии с интенсивно развивавшемся в российской науке антропологическим подходом.

Проект «Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: миграции, мобильность, идентичность» изначально планировался как межрегиональный. Изменчи-

1. Проект № 18-09-00392 «Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: миграции, мобильность, идентичность» (под рук. О. В. Змеевой) был поддержан Российским фондом фундаментальных исследований. Он осуществлялся в период с 2018 по 2020 год. Результаты работы по проекту были опубликованы в научных публикациях участников [Разумова, 2018; Бодрова, 2019; Бусырева, 2019; Дранникова, 2019; Дубровская, 2019; Змеева, 2019 (а); Змеева, 2019 (b); Разумова, 2019; Дубровская, 2020; Змеева, 2020; Стрельников, 2020], представлены в коллективной монографии [Население, 2022].

вый административный статус территории современной Мурманской области до 1938 года, подвижность границ в заключительный период Первой мировой войны и интервенции, изменение подчинения и статуса приграничных с территорией Карелии и Финляндии населенных пунктов определили необходимость исследовательской работы в архивах и библиотеках регионов, к которым в разные периоды относилась территория современной Мурманской области (часть Кольского полуострова относилась к Архангельской губернии, в 1920 году отдельные волости были переданы в Финляндию, включены в состав Карельской трудовой коммуны, в 1927 году образован Мурманский округ, который позднее был включен в состав Ленинградской области).

Работа осуществлялась исследовательским коллективом из трех регионов Северо-Запада России (Мурманской области, республики Карелия и Архангельской области). В течение трехлетнего периода над проектом трудились: главный научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН (г. Апатиты), доктор исторических наук – Ирина Алексеевна Разумова; профессор ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет» (САФУ, г. Архангельск), доктор филологических наук – Наталья Васильевна Дранникова; старший научный сотрудник Института языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН (ИЯЛИ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск), кандидат исторических наук – Елена Юрьевна Дубровская; старший научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН (г. Апатиты), кандидат исторических наук – Ольга Васильевна Змеева; научные сотрудники ЦГП КНЦ РАН (г. Апатиты), кандидаты исторических наук – Ольга Александровна Бодрова, Елена Владиславовна Бусырева; специалист по экспозиционно-выставочной деятельности Мурманского областного краеведческого музея (МОКМ, г. Мурманск), кандидат исторических наук – Екатерина Александровна Орехова; аспиранты ФИЦ КНЦ РАН (г. Апатиты) – Яна Евгеньевна Богдан, Владимир Валерьевич Стрельников; аспирантка САФУ (г. Архангельск) – Татьяна Николаевна Морозова.

Проведена серия ретроспективных исследований социальной и географической мобильности населения Кольского полуострова, идентичности, социальной памяти, миграционного опыта и поведения северян периода распада Российской империи и становления нового государства – СССР, вплоть до начала Второй мировой войны. Работа осуществлялась с применением методов социально-антропологических наук, которые редко используются в классических исторических трудах. В рамках историко-культурного, антропологического и системного подходов исследования базировались на сравнительно-историческом, проблемно-хронологическом, ретроспективном методах, которые осуществлялись преимущественно в рамках интерпретативной парадигмы.

Исследователям удалось систематизировать миграционный опыт пришлого населения в районах железнодорожного и промышленного строительства на Северо-Западе страны в период с 1914 по 1940 годы. А также выявить специфику перехода кольских саамов отдельных погостов, расположенных в бассейне оз. Имандра, от сезонных миграций к оседлости и постоянной занятости в 1920-1930-е годы. Коллективная монография, подготовленная пятью участниками проекта (О. В. Змеевой, И. А. Разумовой, О. А. Бодровой, Е. Ю. Дубровской, Е. А. Ореховой) была опубликована в 2022 году [Население, 2022]. В 2023 году в Ученых записках Петрозаводского государственного университета была опубликована рецензия на монографию [Коткин, 2023]. Константин Яковлевич Коткин отметил: «Историко-антропологический баланс соблюдается с точки зрения академического внимания к источникам и их переработки в соответствии с авторской структурой, а не только лишь голой хронологией и прямолинейной логикой причин / следствий». И далее «...каждый из авторов монографии в соответствующих главах показывает свою тему в сцепке с другими главами и вписывает ее в большую историю» [Там же, С. 104].

По результатам второго регионального конкурса «Книга года», организованного Мурман-

ской областной научной библиотекой при поддержке Министерства культуры Мурманской области, монография стала лучшей книгой о Мурманской области в номинации «Страна «Мурманика»: «Исследователи из Центра гуманитарных проблем Баренц-региона Кольского научного центра РАН, Института языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН и Мурманского областного краеведческого музея провели серьезную и многоплановую работу, показавшую с разных ракурсов жизнь региона в первые десятилетия XX века» [Три лучшие книги, 2023].

«От станционных поселков до промышленных городов: историко-этнографический профиль региона». Основные результаты

Глава О. В. Змеевой «От станционных поселков до промышленных городов: историко-этнографический профиль региона» посвящена изучению этносоциальных последствий реализации планов позднеимперского и раннесоветского железнодорожного строительства на Кольском полуострове. Объединяющим историческим событием стало строительство Мурманской железной дороги. Введение в эксплуатацию железнодорожной линии осуществлено при императоре Николае II. Однако исправление, укрепление, поправление и переделывание объектов железнодорожного строительства, словом, завершение процесса продолжалось вплоть до начала Второй мировой войны. В этот двадцатипятилетний период на Кольском полуострове сохранялся стремительный рост численности населения.

Исследование О. В. Змеевой выполнено в рамках историко-культурного, антропологического и системного подходов. Объектами исследования стали социальные и профессиональные группы населения Кольского полуострова, сыгравшие наиболее заметную роль на разных этапах модернизационных преобразований и в формировании историко-культурного профиля Кольского Севера: от строителей Мурманской железной дороги в Российской империи до исследователей-естествоиспытателей периода советской индустриализации.

Особенности военного времени повлияли на формирование коллектива строителей железной дороги. Он создавался как временная полиэтническая общность, состоявшая из разнообразных социальных и профессиональных групп. Автор выделила несколько этапов привлечения рабочих на стройку. Их закрепление на местах не имело существенных результатов. Прежде всего это связано с особенностями природно-климатического характера в регионах строительства и значительными расстояниями между населенными пунктами в Карелии и на Кольском полуострове. Привлечение большого числа разнообразных этнических групп рабочих в районы строительства дороги привели к формированию своеобразной этносоциальной структуры. О. В. Змеева на примере взаимодействия строителей дороги и представителей службы охраны показала способы обеспечения социального порядка «не только при помощи функционального распределения обязанностей и полномочий на основании соответствующих норм, но и благодаря правилам, установленным этническими традициями» [Население, 2022. С. 194].

Железнодорожный поселок на станции Мурман, а также территория для нового города оставались «конечным пунктом» Мурманской железной дороги до тех пор, пока не получили статус поселения городского типа с новым названием – Романов-на-Мурмане (Мурманск). Образ отличного от других поселений города современные северяне поддерживают при помощи обращения к его «уникальным» и «специфическим» поселенческим характеристикам. Автор рассматривала исторические, географические и природные обстоятельства, сформировавшие современный историко-этнографический профиль города. Показано районирование и «присвоение» городского пространства с учетом представлений значимых для Мурманска личностей – исследователей, краеведов, писателей.

Советский мир Заполярья опирался на новый порядок, в основе которого – многочисленные научные изыскания. В частности, геолого-минералогические исследования центральной части Кольского полуострова спо-

собствовали началу урбанизации Хибинского природного мира. Научно-популярные публикации известных исследователей последующими поколениями прибывших ученых, а также новыми жителями рассматривались в качестве этнографических и исторических источников. На примере экспедиционной работы академика А. Е. Ферсмана в Хибинах в 1920-е годы автор показала процесс формирования исторического профиля региона: «Одной из задач, неоднократно высказанных в научно-популярных текстах академика, было привлечение людей на Север в качестве постоянных жителей. В этом отношении книги Ферсмана имели реальные последствия» [Население, 2022. С. 238].

В работе рассмотрены последствия и влияние трудовой миграции 1910-1930-х годов на межкультурные взаимодействия коренного, старожильского и пришлого населения. Исследование показало, что формирование социального разнообразия в региональном обществе способствовало кардинальному изменению образа Кольского Севера, выдвинув на первый план такие признаки как «цивилизованный», «освоенный», «научно-преобразо-

ванный». О. В. Змеева, автор главы «От станционных поселков до промышленных городов: историко-этнографический профиль региона» в коллективной монографии, заняла второе место в номинации «Экономические и гуманитарные науки» Конкурса молодых ученых КНЦ РАН [День российской науки, 2023. С. 45].

Заключение

Изучение роли добровольной и вынужденной миграции в северо-западных регионах страны в период между двумя мировыми войнами позволили переосмыслить периодизацию и событийность истории Кольского полуострова на основе современной гуманитарной парадигмы, исследовать взаимодействия переселенцев, как с местным населением, так и с другими категориями мигрантов, а также проследить влияние трудовой миграции на межэтнические и межкультурные процессы на Русском Севере.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ЦГП КНЦ РАН № FMEZ-2022-0028.

Список литературы:

1. Бодрова О.А. Традиционные промыслы, миграции и переход к оседлости коренного населения Кольского полуострова на примере истории саамской семьи К. Архипова // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2019. Т. 10, № 7 (17). С. 69–83. DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.7.69-83.
2. Бусырева Е.В. Судьбы раскулаченных немцев (на примере двух семей из Мурманской области) // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2019. Т. 10, №7 (17). С. 83–93. DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.7.83-93.
3. Бусырева Е.В. Судьбы финнов Мурманского региона: семейная история и культура: монография. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2019. 177 с.
4. День российской науки в Кольском научном центре – отчет руководителя и награды ученым // Вестник Кольского научного центра РАН. 2023. №1. С. 43–45.
5. Дранникова Н. В. «Нас везли целый месяц в телячьих вагонах»: воспоминания потомков спецпереселенцев в повествовательной традиции архангелогородцев // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. 2019. № 3 (180). С. 8–16.
6. Дубровская Е. Ю. «Прежде» и «теперь»: перемены 1917 г. глазами строителей Мурманской железной дороги // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2019. Т. 10, №2 (16). С. 22-39. DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.2.22-39.

7. Дубровская Е. Ю. Социально-экономическое пространство сооружения Мурманской железной дороги: строители магистрали и население прилегающих территорий в годы Первой мировой войны // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2020. Т. 11, №1 (18). С. 24–42.
8. Змеева О.В. «Новый дом» вдали от родины: этнические мигранты на Кольском Севере. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2011. 95 с.
9. Змеева О.В. «Старый» – «новый» Мурманск: город и его жители // Антропология города / Отв. ред. Ю.П. Шабаев, И.Л. Жеребцов. Вып. 2. М., Сыктывкар: Издательский центр Российского государственного гуманитарного университета, 2020. С. 51–80.
10. Змеева О.В. (а) Мурманская железная дорога: установление и трансформация социального порядка // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2019. №6 (183). С. 107–113. DOI: 10.15393/uchz.art.2019.379.
11. Змеева О.В. (b) Стражники Мурманской железной дороги: регулирование отношений и формирование этносоциального порядка (1915–1916 гг.) // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2019. Т. 10, №2 (16). С. 53–67. DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.2.53-67.
12. Коткин К. Я. Рецензия на книгу: Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: взгляд историков и антропологов / под общ. ред. О. В. Змеевой. – М.: Наука, 2022. – 366 с. // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2023. Т. 45, №1. С. 101–105. DOI: 10.15393/uchz.art.2023.859
13. Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: взгляд историков и антропологов. Коллективная монография. / Под общ. ред. О.В. Змеевой. М.: Наука, 2022. 366 с.
14. Научный проект № 18-09-00392 «Население Кольского полуострова между двумя мировыми войнами: миграции, мобильность, идентичность», выполненный при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований / под рук. О. В. Змеевой. 2018–2020. Режим доступа: <https://kias.rfbr.ru/>
15. Разумова И.А. Идентификация общности «спецпереселенцы» сквозь призму мемуарных текстов // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2019. Т. 10, №2 (16). С. 5–20. DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.2.5-20.
16. Разумова И.А. Северный «миграционный текст» постсоветской России // Этнокультурные процессы на Кольском Севере. Сборник статей / Ред. В.П. Петров, И.А. Разумова. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. С.5–21.
17. Разумова И.А. Семейный фактор интеграции исторической общности спецпереселенцев // Труды Кольского научного центра РАН. Гуманитарные исследования. 2018. Т. 9, № 7 (14). С. 14–28. DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2018.7.14-28.

УДК 551.24+553.81

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ И РЕШЕНИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В АЗРФ

Д. В. Макаров¹, Е. А. Боровичев^{1,2}¹Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, ²Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина, КНЦ РАН, d.makarov@ksc.ru

В статье представлен обзор решений по минимизации негативного влияния на окружающую среду арктических территорий, которые разрабатываются в Кольском научном центре РАН. Охрана окружающей среды и организация рационального природопользования, чаще всего, осуществляется двумя основными способами: динамическим и статическим. Приведены примеры успешной реализации этих подходов. К первому относятся вовлечение отвальных пород и хвостов обогащения горных предприятий в процесс извлечения полезных компонентов и получение из них строительных материалов, очистка сточных вод горных предприятий от загрязняющих веществ и восстановление техногенно-нарушенных экосистем. Примерами статического подхода охраны окружающей среды служат развитие сети ООПТ Мурманской области, создание природного парка «Териберка», реорганизация заказника «Сейдъявр» в одноименный природный парк. Рассмотренные примеры и подходы могут быть использованы при реализации планов по разработке Африкандского перовскитового меторождения.

Ключевые слова:

охрана окружающей среды, горнопромышленный комплекс, природоподобные технологии, особо охраняемые природные территории, Арктическая зона РФ

DEVELOPMENT OF APPROACHES AND SOLUTIONS TO MINIMIZE THE NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT IN THE RUSSIAN ARCTIC

D. V. Makarov¹, E. A. Borovichev^{1,2}¹Institute of North Industrial Ecology Problems, KSC RAS, ²Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, KSC RAS, d.makarov@ksc.ru

The article provides an overview of solutions to minimize the negative impact on the environment of Arctic territories, developed at the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Environmental protection and rational environmental management are carried out in two main ways: dynamic and static. Examples of successful implementation of these approaches are given. The first includes the involvement of waste rocks and tailings from mining enterprises in the process of extracting useful components and obtaining building materials from them, purifying wastewater from mining enterprises from pollutants and restoring technogenically disturbed ecosystems. Examples of a static approach to environmental protection are the development of a network of protected areas in the Murmansk Region, the creation of the Teriberka Natural Park, and the reorganization of the Seydyavr Reserve (Zakaznik) into a Natural Park of the same name. The examples discussed can be used in the implementation of plans for the development of the Afrikanda perovskite deposit.

Keywords:

environmental protection, mining complex, nature-like technologies, specially protected areas, Arctic zone of the Russian Federation

Мурманская область является регионом с крупнейшими предприятиями горнопромышленного комплекса, которые обеспечивают большую часть потребности страны в фосфатных рудах, циркониевом сырье (бадделеите), ниобии, тантале, редкоземельных металлах. Ведется добыча и переработка медно-никелевых и железных руд, нефелинового и керамического сырья. Вместе с тем, деятельность предприятий оказывает сильное негативное воздействие на окружающую среду. [Маслобоев и др., 2021]. В таких экономически развитых регионах Арктической зоны Российской Федерации вопросы экологической безопасности и охраны окружающей среды приобретают особую актуальность.

Охрана окружающей среды и организация рационального природопользования, обычно, осуществляется двумя способами: динамическим и статическим. Сотрудники ИППЭС КНЦ РАН и ПАБСИ КНЦ РАН проводят исследования и разработки по обоим направлениям.

Огромные объемы отвальных пород и хвостов обогащения горных предприятий создают серьезные экономические и экологические проблемы [Nevskaya et al., 2019]. Учитывая масштабы потерь в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых, истощение запасов и снижение качества руд, отходы рассматриваются как техногенные месторождения. В связи с этим их изучение является актуальным. Нами ранжированы по степени потенциальной экологической опасности некондиционные медно-никелевые руды и техногенные минеральные образования: вскрышные породы, хвосты обогащения и отвальные шлаки, расположенные на территории Мурманской области [Светлов и др., 2020]. Данные объекты ранжированы также по их пригодности к переработке методом физико-химической геотехнологии – кучному выщелачиванию.

Применение кучного выщелачивания при реализации замкнутых схем оборота растворов и утилизации отработанного материала в строительной индустрии будет способствовать поэтапному переходу к циркулярной экономике, причем содержание

цветных металлов может быть существенно ниже, чем для традиционных металлургических процессов. Однако низкие температуры в северных регионах осложняют и значительно удорожают работы по созданию и эксплуатации установок кучного выщелачивания, что показал не вполне удачный промышленный опыт финской компании Talvivaara Mining Company P1c в субарктической зоне на северо-востоке Финляндии [Masloboev et al., 2018].

Для снижения эксплуатационных расходов и повышения рентабельности в условиях Крайнего Севера целесообразно вести процесс только в период положительных температур воздуха. В лабораторных условиях смоделировано хранение рудного штабеля (хвостов обогащения медно-никелевых руд) в зимний период с переводом цветных металлов в растворимую форму и последующее выщелачивание в летний период [Masloboev et al., 2018]. Исследована принципиальная возможность применения сернокислотной грануляции как способа предварительной подготовки сырья перед последующим кучным выщелачиванием. Установлено, что применение в качестве окислителя NO_2^- обеспечивает перевод цветных металлов в растворимую форму при хранении гранул в условиях отрицательных температур и в дальнейшем интенсифицирует выщелачивание. За 40 суток водного и последующего сернокислотного выщелачивания в продуктивный раствор извлечено почти 70 % никеля [Goryachev et al., 2021].

Одним из перспективных направлений использования отходов горно-металлургического комплекса является получение строительных материалов, в частности, керамических [Макаров и др., 2016]. Установлена возможность использования отвального гранулированного шлака руднотермической плавки АО «Кольская ГМК» в составе композиции шихты для получения керамических материалов, в том числе стенового и дорожного клинкерного кирпича [Suvorova et al., 2020]. Получены образцы керамики с морозостойкостью более 200 циклов, что также важно при использовании материалов в северных регионах.

Предложена и научно обоснована схема комплексной переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд с получением ряда товарных продуктов: аморфного кремнезема, шпинели, легированной цветными металлами, а также различных соединений магния [Денисова, 2017], которые могут найти применение в производстве магнезиальных вяжущих, сорбентов и огнеупоров (рис. 1).

Актуальна проблема очистки сточных вод горных предприятий от тяжелых металлов, алюминия, взвешенных веществ, нефтепродуктов, азотной группы, фосфатов, сульфатов, фтора. Объемы сточных вод горных предприятий региона, характеризующихся широким спектром загрязняющих веществ, составляют десятки и сотни миллионов кубических метров в год. В современных условиях растет необходимость в создании и внедрении принципиально новых природоподобных технологий. Институт активно сотрудничает

в этом направлении с горными предприятиями Мурманской области и Карелии.

Предложена классификация искусственных геохимических барьеров по их происхождению, способам получения, применения и направлениям использования [Chanturiya et al., 2014]. В одной из недавних работ исследована возможность применения сорбционных геохимических барьеров на основе местного техногенного сырья для очистки сточных вод от ионов фтора, приоритетного загрязнителя рудника «Карнасурт» ООО «Ловозерский ГОК» [Krasavtseva et al., 2020]. Двухэтапная схема успешно опробована для очистки шахтной воды рудника.

Интересным примером природоподобной технологии является созданное в 2013 году и успешно эксплуатируемое на пруду-отстойнике Кировогорского карьера АО «Олкон» биоплато на основе симбиоза высшей растительности, микроводорослей и бактерий

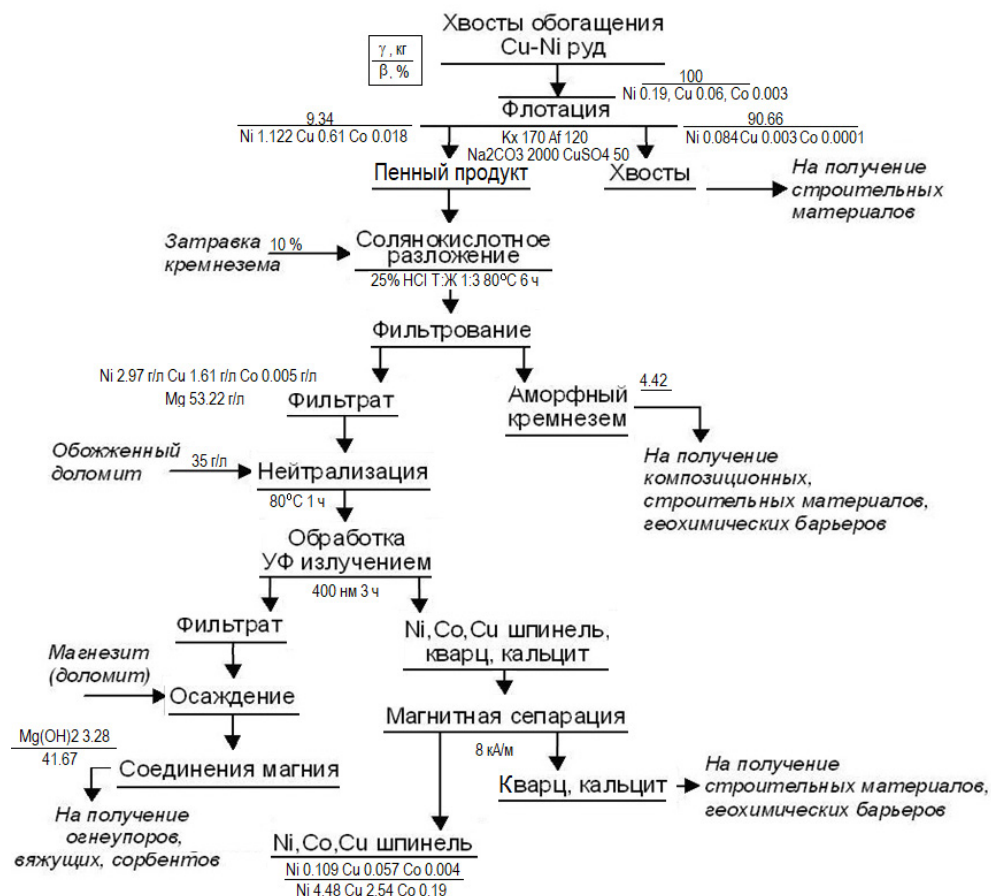


Рис. 1. Схема переработки хвостов обогащения медно-никелевых руд [Денисова, 2017]



Рис. 2. Пример кластеров биоплато, расположенных на Кировогорском отстойнике сточных вод АО «Олкон»

для очистки карьерных вод от соединений азота [Патент..., 2015] (рис. 2). В настоящее время ведется масштабирование этой технологии на АО «Карельский окатыш» [Иванова и др., 2021].

В рамках выполнения договора с АО «Кольская ГМК» показана более высокая эффективность схемы очистки шахтных вод рудника «Северный» методом электрохимической коагуляции [Светлов и др., 2019]. Схема позволяет обеспечить требуемую эффективность очистки воды при более низких капитальных и эксплуатационных затратах.

Пыление хвостовых отвалов отходов обогащения руд оказывает негативное влияние на воздушный и водный бассейны, почвы, экосистемы прилегающих территорий и здоровье населения. Хвостохранилище АНОФ-2 Кировского филиала АО «Апатит» является крупнейшим на территории Мурманской области, занимая около 1650 га. Для снижения пыления пляжей и откосов хвостохранилищ предприятие широко применяет различные связующие реагенты. В последние десятилетия наблюдаются устойчивые повышенные среднемесячные температуры в мае и более ранний сход снежного

покрова, что увеличивает сезон пыления хвостов с превышением ПДК [Макаров и др., 2021].

В связи с этим при участии сотрудников ИППЭС КНЦ РАН предприятие провело поиск и испытание новых связующих реагентов [Маслобоев и др., 2018]. В 2015 году испытаны реагенты трех зарубежных производителей, по итогам связующий реагент Dustbind фирмы Nalco был признан наиболее предпочтительным. Его применение обеспечивало существенное сокращение трудозатрат и времени обработки единицы площади.

Однако в 2022 году фирма Nalco ушла из нашей страны, и поэтому были проведены испытания связующих реагентов отечественных производителей. Мониторинг в натурных условиях и лабораторные исследования свойств покрытий показали, что связующие реагенты отечественного производства (Лукойл DD 3000, Волтес ПП-300, Синтекс-65) не уступают по характеристикам импортным [Красавцева и др., 2023].

Сотрудниками ИППЭС и ПАБСИ созданы и апробированы технологии восстановления нарушенных деятельностью горных предприятий наземных экосистем [Иванова и др., 2018,

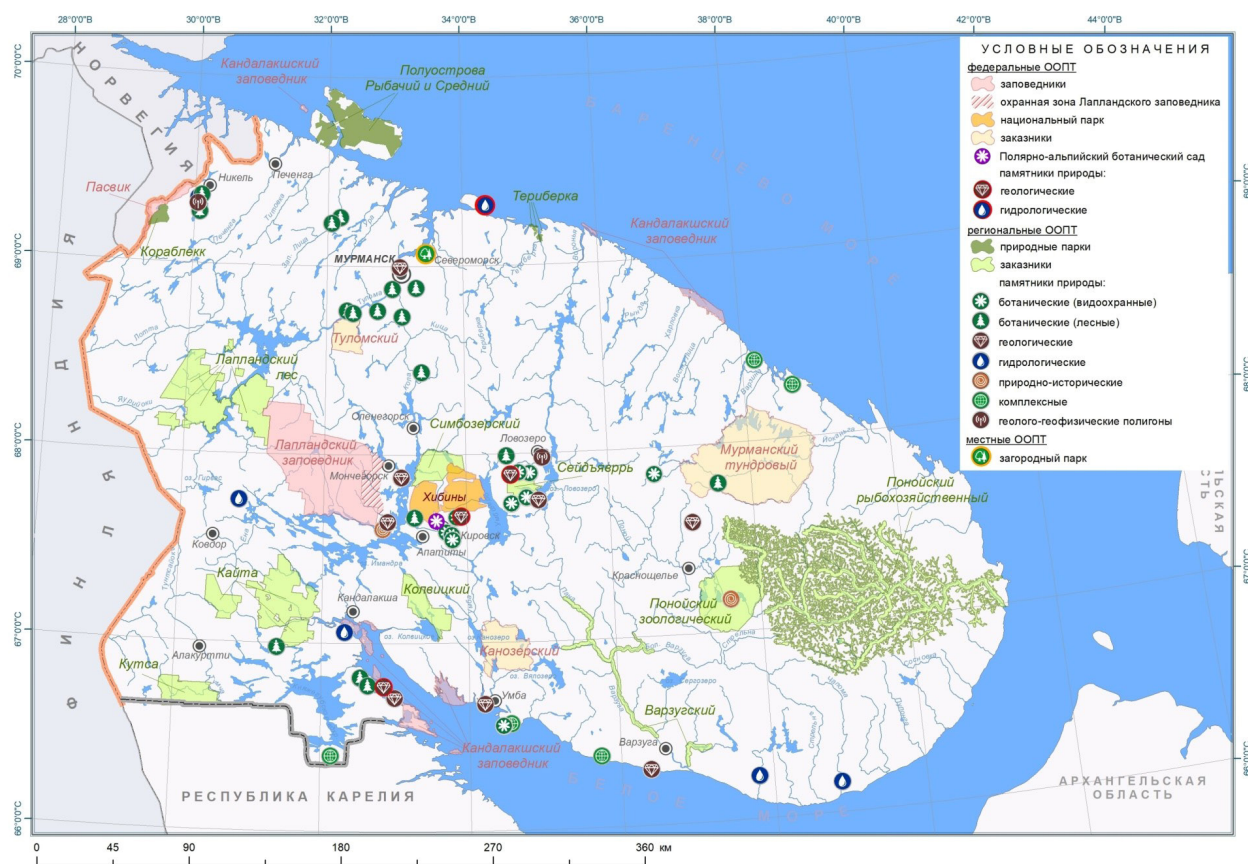


Рис. 3. Система ООПТ Мурманской области по состоянию на 1 декабря 2023 года.

2020]. В частности, технология ускоренного восстановления техногенных пустошей, основанная на использовании ковровой дернины из многолетних злаков в сочетании с вермикулитовым почвозаменителем, серпентинитовыми и карбонатитовыми отходами горных предприятий. Проводятся эксперименты по рекультивации хвостовых отвалов с использованием осадка станции очистки сточных вод АО «Апатитыводоканал» [Иванова и др., 2023].

На протяжении ряда лет сотрудники института разрабатывают способы биоремедиации почв, загрязненных нефтепродуктами с помощью толерантных микромицетов. Биостимуляция позволяет на 20-50% ускорить процесс очистки почвы (рыхление, внесение удобрений) [Мязин и др., 2023].

Выше мы обсудили динамические методы охраны окружающей среды, разрабатыва-

емые учеными Кольского научного центра РАН. Но хорошо развитый горнопромышленный комплекс Мурманской области входит в противоречие с территориальной охраной природы. Основным правовым инструментом ограничения хозяйственной деятельности на участках территорий с целью охраны местообитаний редких видов, природно-исторического и культурного наследия является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ). На декабрь 2023 года общая площадь ООПТ в Мурманской области составляет 1 947 799,4 га или 13,4% от площади региона и включает три заповедника, один национальный и три природных парка, 12 заказников, 55 памятников природы и заповедную территорию Полярно-альпийского ботанического сада-института КНЦ РАН (рис. 3).

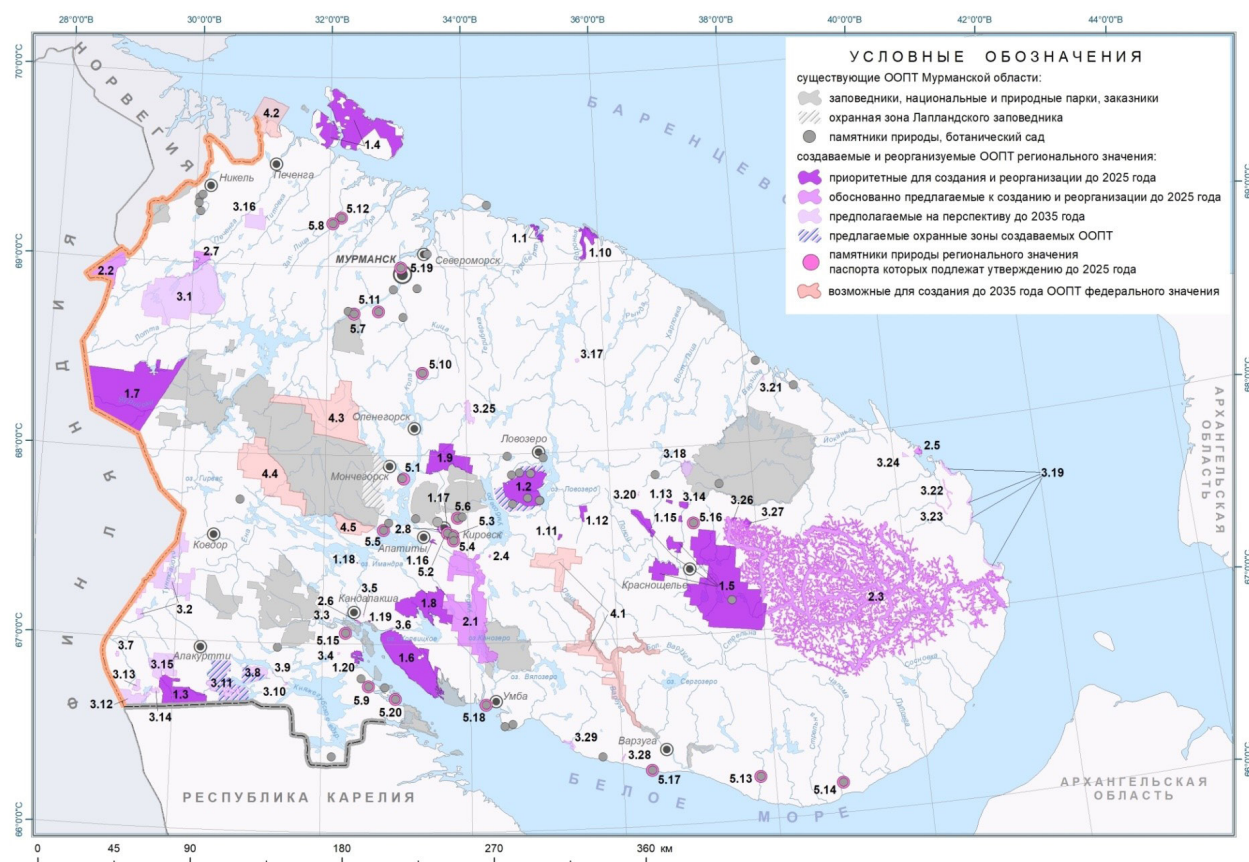


Рис. 4. Схема приоритетов реализации концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2024 года и на перспективу до 2035 года

Система ООПТ региона постоянно развивается. Один из важнейших документов стратегического планирования региона – концепция развития региональной сети ООПТ. Сотрудники Кольского научного центра РАН приняли участие в подготовке новой редакции «Концепция функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2024 года и на перспективу до 2035 года», утвержденной Губернатором Мурманской области в марте 2022 года (рис. 4).

ООПТ могут служить не только делу охраны природы, но и содействовать социальной и экономической устойчивости. В качестве примера приведем район низовьев реки Териберки. Это старинное поморское село, ко-

торое за свою историю испытывало как периоды расцвета, так и забвения. За последние пять-семь лет Териберка стала одним из основных туристских объектов региона и местом работы большей части региональных гидов. Нерегулируемый туризм уже привел к значительной антропогенной деградации ценных природно-территориальных комплексов, а также к существенному снижению рекреационной и эстетической ценности ландшафтов. Для решения этой проблемы в 2021 году был создан природный парк [Боровичев и др., 2023]. Было разработано зонирование территории на природоохранную и рекреационную зоны. В результате создания природного парка антропогенные нарушения природно-территориальных комплексов

должны сократиться, а имеющийся высокий эстетический потенциал ландшафтов будет использован более эффективно [Кожин и др., 2022]. Учитывая высокую социальную значимость проекта, впервые в регионе в процессе проектирования ООПТ проведено исследование отношение местного населения к возросшему туристическому потоку и идее создания природного парка [Давыдова, 2021].

Обоснование реорганизации ООПТ для гармонизации хозяйственной деятельности и сохранения биоразнообразия является еще одним важным направлением. В качестве примера приведем реорганизацию заказника «Сейдъявррь» в одноименный природный парк для развития горнодобывающей промышленности, сохранения истории и культуры КМНС – саами, охраны природы и развития экологического туризма [Боровичев и др., 2023].

Изучение и охрана биоразнообразия лежат в основе проведения постоянного контроля за состоянием природных экосистем в районах действующих промышленных предприятий. ИППЭС и ПАБСИ проводит большой блок работ комплексной экологической оценке территорий промышленных предприятий. В частности, многие годы выполняются многолетние исследования на объектах Кольской атомной станции [Маслобоев и др., 2020]. По результатам этих работ выявлена созологически значимая территория и обосновано создание памятника природы регионального значения [Кожин и др., 2021].

Еще одним важным направлением деятельности ИППЭС и ПАБСИ является оценка состояния природных экосистем в районах, предназначенных для разведки и разработки новых месторождений полезных ископаемых. В 2021 и 2022 годах проведены исследования растительного и животного мира, экосистем в рамках эколого-социальной оценки на территории размещения объектов проекта ГОК «Федорова тундра», в 2023 году – в районе Колмозерского месторождения.

Правовым инструментом создания ООПТ в России служат Красные книги регионов и РФ, основная цель которых – обоснование сохранения местообитаний редких видов

флоры и фауны. Поскольку условия обитания растений и животных постоянно изменяются, особенно в зонах антропогенного воздействия непрерывно меняются, в Мурманской области Красная книга переиздается не реже, чем раз в 10 лет. Последнее издание увидело свет в 2014 г. [Красная книга..., 2014]. В 2022 и 2023 годах проведены комплексные работы по актуализации перечня видов животных, растений, лишайников и грибов, предлагаемых к занесению в третье издание Красной книги Мурманской области, видовые очерки и схемы их распространения.

Игнорирование требований законодательства в области охраны редких видов и мест их обитания может приводить к уничтожению местонахождений видов, внесенных в Красные книги, что влечет за собой административную до уголовной ответственность и усиливать социальную напряженность в регионе [Макаров и др., 2020]. Конвенция сохранения биологического разнообразия [1992] определяет сохранение растений вне мест природного обитания как один из основных методов, препятствующих уничтожению видов, что является одним из видов компенсационных мероприятий ликвидации прямого и косвенного ущерба. Изъятие отдельных особей растений из природных популяций и их пересадка в ботанические сады обеспечивает размножение и изучение растений, поддержание их в жизнеспособном состоянии, предоставляя научные и практические данные для сохранения редких видов. Сотрудники ПАБСИ за последние десять лет разработали и реализовали несколько программ по пересадке охраняемых видов растений, произрастающих на территориях, где намечается хозяйственная деятельность промышленных предприятий – КФ АО «Апатит», «НОВАТЭК-Западная Арктика», «Арктик СПГ 2».

Работа выполнена в рамках реализации проекта, поддержанного научно-образовательным центром мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования. Благодарим О. В. Петрову (ИППЭС КНЦ РАН) за подготовку картосхем).

Список литературы

1. Боровичев Е. А., Кожин М. Н., Белкина О. А., Петров В. Н., Химич Ю. Р., Шулина М. В. Как совместить охрану природы и рекреационную деятельность в Арктике: пример природного парка Териберка (Мурманская область) // Арктика: экология и экономика, 2023. Т. 13. №3. С. 461–472.
2. Боровичев Е. А., Петрова О. В., Ахмерова Д. Р., Петров В. Н. Реорганизация государственного заказника «Сейдъяввр» (Мурманская область): как менялись концепции и границы // Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора географических наук Алексея Васильевича Белова и доктора биологических наук Валерия Федоровича Лямкина «Картографирование биоты: традиции и актуальные вопросы развития». Иркутск, 2023. С. 18-20.
3. Давыдова А. С. Природный парк как часть стратегии развития устойчивого туризма в селе Териберка (Мурманская область) // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. № 4. С. 114–127.
4. Денисова Ю. Л. Научное обоснование использования искусственных геохимических барьеров на основе отходов горнодобывающей промышленности для очистки сточных вод и извлечения цветных металлов. Автореферат дис. канд. техн. наук. Москва, 2018. 21 с.
5. Иванова Л. А., Лусис А. В., Горбачева Т. Т., Красавцева Е. А. Пора восстанавливать Арктику. Использование отходов производства и потребления региональных водопроводно-канализационных хозяйств для реабилитации нарушенных ландшафтов /отв. ред. Л. П. Капелькина, Е. А. Боровичев. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2023. 77 с.
6. Иванова Л. А., Мязин В. А., Корнейкова М. В., Фокина Н. В., Евдокимова Г. А., Редькина В. В. Пора очищать Арктику. Создание фитоочистной системы для доочистки сточных вод горнорудных предприятий от минеральных соединений азота. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН. 2021. 88 с.
7. Иванова Л. А., Слуковская М. В., Кременецкая И. П., Горбачева Т. Т. Пора озеленять Арктику. Инновационные газонные технологии для создания травяного покрова различного назначения в условиях Заполярья: методические рекомендации. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН. 2020. 37 с.
8. Иванова Л. А., Горбачева Т. Т., Макаров Д. В., Румянцева А. В. Некоторые аспекты физико-химического и биологического методов консервации хвостохранилищ апатито-нефелинового производства на Крайнем Севере // Гидротехническое строительство. 2018. №12. С.20-25.
9. Кожин М. Н., Шулина М. В., Боровичев Е. А. Современная Териберка: природоохранный и рекреационный потенциал // Вестник КНЦ РАН. 2022. №3. С. 10-15.
10. Кожин М. Н., Боровичев Е. А., Королева Н. Е. Гора Лысая как региональная ключевая ботаническая территория (Мурманская область) // Труды Карельского научного центра РАН. 2021. №1. С. 41-50.
11. Конвенция о биологическом разнообразии.1992. Ратифицирована Федеральным законом РФ от 17 февраля 1995 года N 16-ФЗ. <https://docs.cntd.ru/document/1900738>
12. Красавцева Е.А., Макаров Д.В., Светлов А.В. Исследование свойств связующих реагентов отечественного производства для снижения пыления хвостов обогащения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2023. Т.59. №3. С.175-181. doi:10.15372/FTPRPI20230318
13. Красная книга Мурманской области. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Отв. ред. Н. А. Константинова и др. Кемерово: «Азия-принт», 2014. 584 с.
14. Макаров Д. В., Боровичев Е. А., Ключникова Е. М., Маслобоев В. А., Петров В. Н. Охрана природы в условиях развития горнопромышленного комплекса Мурманской области // Вестник Кольского научного центра РАН. 2020. №2. С. 1-15.
15. Макаров Д. В., Мелконян Р. Г., Суворова О. В., Кумарова В. А. Перспективы использования промышленных отходов для получения керамических строительных материалов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. №5. С.254-281.

16. Макаров Д. В., Светлов А. В., Горячев А. А., Кони́на О. Т., Маслoбoев В. А. К проблеме пыления хвостохранилищ в связи с изменением климата на примере горного предприятия Кра́йнего Севера России // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021. №5. С.122-133. doi:10.25018/0236_1493_2021_5_0_122
17. Маслoбoев В. А., Боровичёв Е. А., Валькова С. А., Вандыш О. И., Гилязов А. С., Даувальтер В. А., Денисов Д. Б., Другова Т. П., Елизарова И. Р., Ершов В. В., Зенкова И. В., Исаева Л. Г., Катаев Г. Д., Ключникова Е. М., Кожин М. Н., Корнейкова М. В., Королёва И. М., Королёва Н. Е., Кудрявцева Л. П., Кузнецов Н. М., Макаров Д. В., Петрова О. В., Разумовская А. В., Редькина В. В., Сандимиров С. С., Сошина А. С., Сухарева Т. А., Терентьев П. М., Урбанавичюс Г. П., Фокина Н. В., Химич Ю. Р. Современное состояние экосистем в районе Кольской АЭС (Мурманская область) / под ред. В. А. Маслoбoева, Е. А. Боровичёва и Н. Е. Королевой. Апатиты. 2020. 312 с.
18. Маслoбoев В. А., Макаров Д. В., Ключникова Е. М. Устойчивое развитие горнопромышленного комплекса Мурманской области: минимизация техногенных воздействий на окружающую среду // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т.13. №2. С.188-200.
19. Маслoбoев В. А., Светлов А. В., Кони́на О. Т., Митрофанова Г. В., Туртанов А. В., Макаров Д. В. Выбор связующих реагентов для предотвращения пылеобразования на хвостохранилищах переработки апатит-нефелиновых руд // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2018. №2. С.161-171. doi:10.15372/FTPRPI20180218
20. Мязин В. А., Иванова Л. А., Чапоргина А. А., Фокина Н. В., Корнейкова М. В., Евдокимова Г. А. Пора оздоравливать Арктику. Биологические способы очистки и восстановления нефтезагрязненных территорий. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН. 2023. 94 с.
21. Патент РФ №2560631. Устройство для биологической очистки сточных карьерных вод / Евдокимова Г. А., Иванова Л. А., Мязин В. А. Опубликовано 20.08.2015. Бюл. №23.
22. Светлов А. В., Миненко В. Г., Самусев А. Л., Салахов Е. М. Очистка шахтных вод рудника «Северный» АО «Кольская ГМК» методом электрохимической коагуляции // Цветные металлы. 2019. №11. С.52-56.
23. Светлов А. В., Припачкин П. В., Маслoбoев В. А., Макаров Д. В. Классификация некондиционных медно-никелевых руд и техногенных минеральных образований по их экологической опасности и пригодности к гидрометаллургической переработке // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2020. Т.56. №2. С.128-136.
24. Chanturiya V., Masloboev V., Makarov D., Nesterov D., Bajurova Yu., Svetlov A., Men'shikov Yu. Geochemical barriers for environmental protection and of recovery of nonferrous metals // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2014. V.49. No12. P.1409-1415.
25. Goryachev A. A., Chernousenko E. V., Potapov S. S., Tsvetov N. S., Makarov D. V. A Study of the feasibility of using ammonium sulfate in copper–nickel ore processing // Metals. 2021. V.11. 422; doi:10.3390/met11030422
26. Krasavtseva E., Svetlov A., Goryachev A., Makarov D., Masloboev V. Removal of fluoride ions from the mine water // Journal of the Polish Mineral Engineering Society (Inzynieria Mineralna). 2020. N1(45). V.2. P.71-74. doi:10.29227/IM-2020-01-42
27. Masloboev V. A., Seleznev S. G., Svetlov A. V., Makarov D. V. Hydrometallurgical processing of low-grade sulfide ore and mine waste in the Arctic regions: perspectives and challenges // Minerals. 2018. V.8. 436; doi:10.3390/min8100436
28. Nevskaya M. A., Seleznev S. G., Masloboev V. A., Klyuchnikova E. M., Makarov D. V. Environmental and business challenges presented by mining and mineral processing waste in the Russian Federation // Minerals. 2019. V.9. 445; doi:10.3390/min9070445
29. Suvorova O. V., Selivanova E. A., Mikhailova J. A., Masloboev V. A., Makarov D. V. Ceramic products from mining and metallurgical waste // Applied Sciences. 2020. V.10. No10. 3515; doi:10.3390/app10103515

ПОЛУЧЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОСОВЕРШЕННЫХ НОМИНАЛЬНО ЧИСТЫХ БОРОСОДЕРЖАЩИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ

Р. А. Титов¹, М. В. Смирнов¹, А. В. Кадетова^{1,2}, О. В. Токко², Н. А. Теплякова¹,
Н. В. Сидоров¹, М. Н. Палатников¹

¹Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им. И. В. Тананаева КНЦ РАН,

²Петрозаводский государственный университет,
r.titov@ksc.ru

Представлен краткий обзор работ, посвященных анализу воздействия следовых количеств легирующего неметаллического элемента бора на особенности структуры, в том числе вторичной (дефектной) структуры, на оптические свойства и композиционную однородность нелинейно-оптического монокристалла ниобата лития (LiNbO_3) - одного из наиболее важных и широко применяемых в настоящее время сегнетоэлектрических материалов квантовой, опто- и акустоэлектроники.

Ключевые слова:

ниобат лития, легирование,
бор, дефектная структура,
оптические свойства,
композиционная
однородность,
стехиометрия

PREPARATION AND SOME PROPERTIES OF HIGHLY PERFECT NOMINALLY PURE BORON-CONTAINING LITHIUM NIOBATE SINGLE CRYSTALS

R. A. Titov¹, M. V. Smirnov¹, A. V. Kadetova^{1,2}, O. V. Tokko², N. A. Teplyakova¹, N. V. Sidorov¹,
M. N. Palatnikov¹

¹Tananaev Institute of Chemistry-KSC RAS,

²Petrozavodsk State University
r.titov@ksc.ru

A brief review is devoted to investigating the influence of trace amounts of a non-metallic doping element (boron) on the structural features, including the secondary (defective) structure, on the optical properties and compositional homogeneity of lithium niobate (LiNbO_3) single crystal. The nonlinear optical LiNbO_3 crystal is one of the most important and widely used ferroelectric materials in quantum, opto- and acoustoelectronics.

Keywords:

lithium niobate, doping,
boron, defective
structure, optical
properties, compositional
homogeneity,
stoichiometry

Введение

В качестве функциональных нелинейно-оптических материалов для преобразования лазерного излучения, для лазерной и параметрической генерации в настоящее время перспективны высокосоввершенные монокристаллы ниобата лития (LiNbO_3), обладающие высокой композиционной однородностью и максимально низким эффектом фоторефракции. Монокристаллы LiNbO_3 используются в промышленности уже более 60 лет, но до сих пор существуют серьезные и нерешенные фундаментальные и технологические проблемы получения монокристаллов LiNbO_3 высокой композиционной однородности. По этой причине актуальны детальные исследования особенностей состояния дефектной структуры кристаллов LiNbO_3 в тесной взаимосвязи с особенностями технологий подготовки прекурсоров, синтеза шихты и выращивания монокристаллов.

Осуществить выращивание кристалла ниобата лития стехиометрического состава ($\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, $R=[\text{Li}]/[\text{Nb}]=1$) из расплава стехиометрического состава не представляется возможным. Как правило, в промышленности используются кристаллы конгруэнтного состава ($\text{LiNi}_{3\text{конг}}$, $R=0.946$), выращенные из шихты строго конгруэнтного состава, приготовленной из карбоната лития (Li_2CO_3) и пентаоксида ниобия (Nb_2O_5) [Палатников и др., 2017]. Такие кристаллы обладают максимальной композиционной однородностью. Выбор шихты конгруэнтного состава обусловлен особенностью диаграммы состояния системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Nb}_2\text{O}_5$ [Палатников и др., 1998; Azuma, Uda, 2007]: максимум на кривых солидуса и ликвидуса является сильно сглаженным и положение дистектической точки не совпадает со стехиометрическим составом, что свидетельствует о частичной диссоциации соединения. Более того, использование шихты конгруэнтного состава сводит к минимуму воздействие технологических факторов на кристалл при его вытягивании из расплава (флуктуация температуры на фронте кристаллизации, нестабильность скоростей роста и перемешивания, и др.) [Палатников и др., 2017].

Однако кристалл ниобата лития конгруэнтного состава, выращенный из шихты конгруэнтного состава, характеризуется высоким значением коэрцитивного поля, по сравнению с кристаллом $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (≈ 21 и ≈ 5 кВ/мм [Gopalan et al., 1998], соответственно), а также большим, по сравнению с кристаллом $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, содержанием точечных структурных дефектов (Nb_{Li}) – катионов ниобия, локализованных в литиевых кислородных октаэдрах структуры кристалла, являющихся глубокими ловушками электронов, ответственными за эффект фоторефракции [Smyth, 1983]. Согласно модели литиевых вакансий, в кристалле $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ присутствует около 1 мол. % дефектов Nb_{Li} и ~ 4 мол. % точечных дефектов V_{Li} , возникающих в рамках зарядовой компенсации и представляющих собой вакансию в литиевом октаэдре структуры кристалла [Lyi et al., 1992; Blumel et al., 1994]. Наличие в структуре кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ дефектов Nb_{Li} , а также многозарядных катионов примесных металлов (Fe, Cu, Rh и др.), вызывает повышение фоторефрактивного эффекта, приводящего к искажению фронта электромагнитной волны, проходящей через кристалл. Эффект фоторефракции существенно ограничивает практическое применение таких кристаллов для преобразования и модуляции лазерного излучения.

Классический подход к снижению концентрации дефектов Nb_{Li} и, как следствие, дефектов V_{Li} в структуре кристаллов LiNbO_3 заключается в легировании шихты конгруэнтного состава «нефоторефрактивными» катионами металлов (как правило, до 6 мол. %), т.е. металлами, обладающими постоянной степенью окисления (Zn^{2+} , Mg^{2+} и др.) [Сидоров и др., 2003; Палатников и др., 2017]. Такой подход позволяет снизить эффект фоторефракции в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{Me}$ и при определенных концентрациях легирующих металлов обеспечить получение композиционно и оптически однородных кристаллов, обладающих повышенным упорядочением структурных единиц катионной подрешетки [Сидоров и др., 2014]. Однако легирование катионами металлов приводит к повышению композиционной не-

однородности, а также к возникновению концентрационных порогов, при которых скачком изменяются порядок распределения катионов вдоль полярной оси и практически значимые физические характеристики кристалла [Сидоров и др., 2003; Черная и др., 2008].

В реальных кристаллах $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ содержание дефектов Nb_{Li} минимально. В идеальном кристалле дефекты Nb_{Li} отсутствуют. Однако существующие технологии получения кристаллов $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ имеют свои недостатки [Сидоров, Палатников и др., 2022]. Кристалл $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, выращенный из обогащенного Li_2O расплава (58.6 мол. %), характеризуется низкой композиционной и оптической однородностью [Кузьминов, 1987; Сидоров и др., 2019]. По технологии High Temperature Top Seeded Solution Growth (HTTSSG) с добавлением до 6 мас. % щелочного флюса K_2O в шихту ниобата лития конгруэнтного состава можно получить кристалл стехиометрического состава высокой степени оптической и композиционной однородности [Polgar et al., 1997; Lengyel et al., 2015]. Существенным недостатком данного подхода является высокая концентрация ($1 \cdot 10^{-2}$ – $2 \cdot 10^{-2}$ мас. %) механически захваченного калия, локализованного на протяженных дефектах кристалла [Палатников, 2011; Сидоров и др., 2019]. Это становится возможным по причине большого радиуса K^+ ($1.38 \text{ \AA}$) по сравнению с радиусами основных катионов – Li^+ и Nb^{5+} (0.76 и $0.64 \text{ \AA}$, соответственно) [Shannon, 1976].

К настоящему времени влияние примесных катионов металлов на характеристики кристалла ниобата лития хорошо изучено и содержание их в шихте и в кристалле строго регламентируется. Для синтеза ниобата лития оптического качества допускается содержание регламентируемых металлических катионных примесей в шихте на уровне 10^{-4} мас. % (для некоторых катионов 10^{-3} мас. %, ТУ 0.027.039). Для получения кристаллов LiNbO_3 акустического качества предъявляемые требования к примесному катионному составу прекурсора существенно ниже, чем для кристаллов оптического качества.

Однако роль неметаллических элементов в процессе твердофазного взаимодействия

при синтезе шихты, а также их воздействие на свойства расплава и кристалла ниобата лития изучены явно недостаточно. В работе [Raksanyi et al., 1987] показано, что метафосфатные ионы (PO_3^-) оказывают негативное воздействие на качество выращенного кристалла: при содержании в расплаве 10^{-3} мол. % метафосфатных ионов на 1 мол. % ниобия формируются протяженные области неоднородности, подобные областям неомогенности, характерным для легированных кремнием и алюминием кристаллов. В свою очередь, содержание галогенов (фторидов и хлоридов – в зависимости от технологии синтеза высокочистого пентаоксида ниобия) регламентируется и не должно превышать 10^{-2} мас. % [Серебряков и др., 1986].

В лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН) был разработан и впоследствии усовершенствован новый технологический подход к получению высокосоввершенных боросодержащих монокристаллов ниобата лития, по составу близких к стехиометрическому, обладающих высокой оптической и композиционной однородностью [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022; Palatnikov et al., 2023]. Особенностью разработанного подхода является использование в технологии шихты и монокристаллов производных химически активного неметаллического элемента бора (B_2O_3 , H_3BO_3). Неметаллические катионы бора обладают малым ионным радиусом ($0.15 \text{ \AA}$ для $\text{B}^{3+}(\text{III})$, $0.25 \text{ \AA}$ для $\text{B}^{3+}(\text{IV})$ [Shannon, 1976]) и отличными от металлов механизмами химической связи. Совокупность этих фактов приводит к тому, что катионы бора неспособны локализоваться в октаэдрических пустотах O_6 структуры как кислородно-октаэдрической пятиокиси ниобия Nb_2O_5 , так и кристалла LiNbO_3 . Как показали наши исследования [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022; Palatnikov et al., 2023], следовые количества катионов бора ($\sim 4 \cdot 10^{-4}$ мол. % B_2O_3), обнаруженные в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ методом масс-спектрометрии [Сидоров и др., 2016],

могут локализоваться в гранях вакантных тетраэдрических пустот структуры кристалла. Вероятно, именно по этой причине, т.е. в виду малости содержания элемента бора в структуре кристалла, ранее в литературе не проводились исследования влияния элемента бора на структуру и физические характеристики монокристаллов LiNbO_3 .

Цель данной работы - объединить в виде краткого обзора основные экспериментальные и теоретические результаты исследования комплексного воздействия неметаллических катионов бора на особенности строения и свойства нелинейно-оптического кристалла ниобата лития.

Материал и методика исследований

Исследованные в данной работе боросодержащие кристаллы ниобата лития были выращены из платиновой оснастки в воздушной атмосфере на установке «Кристалл-2» методом Чохральского. Гранулированную шихту конгруэнтного состава для выращивания кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.55, 0.69 \text{ и } 0.83 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ получали из смеси $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{:Nb}_2\text{O}_5\text{:B}_2\text{O}_3$ [Sidorov, Serebryakov, 1994; Палатников и др., 2000]. Карбонат лития и пентаоксид ниобия брали в соотношении конгруэнтного состава плавления ($R=0.946$), а количество боросодержащего агента (оксида бора) рассчитывали на номинально чистый пентаоксид ниобия. Шихта для выращивания кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.547 \text{ и } 1.24 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ была получена методом прямого твердофазного легирования с использованием смеси $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{:Nb}_2\text{O}_5\text{:H}_3\text{BO}_3$ марки Ос.Ч. [Палатников и др., 2015]. Для выращивания кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ шихта была получена методом гомогенного легирования с использованием прекурсора $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{:B}$, полученного введением расчетного количества борной кислоты в пентаоксид ниобия в процессе выделения Nb_2O_5 из высокочистого фторидного ниобийсодержащего раствора ($C[\text{Nb}_2\text{O}_5] = 147.0 \text{ г/л}$, $C[\text{F}^-] = 116.5 \text{ г/л}$), который получали растворением Nb_2O_5 (Ос.Ч) в HF (Ос.Ч) [Маслобоева и др., 2020]. В качестве объектов сравнения были выбраны: номинально чистый монокристалл ниобата лития $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, выра-

щенный из расплава, содержащего 58.6 мол. % Li_2O ; номинально чистые монокристаллы $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (5.5 и 6.0 мас. % K_2O , $R \approx 1$) с составом, близким к стехиометрическому, выращенные по технологии HTTSSG из расплава конгруэнтного состава ($R=0.946$) с добавлением 5.5 и 6.0 мас. % флюса K_2O , соответственно; номинально чистый монокристалл ниобата лития $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$, выращенный из расплава конгруэнтного состава.

В качестве эмпирических методов исследования особенностей структуры и оптических свойств боросодержащих кристаллов ниобата лития были использованы: спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС) [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022], ИК-спектроскопия поглощения [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022], фотолюминесценция [Сидоров, Смирнов и др., 2022], рентгеноструктурный анализ [Palatnikov et al., 2023], фотоиндуцированное рассеяние света (ФИРС) и лазерная коноскопия [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. В работе также приведены результаты теоретических исследований, выполненных на основе полученных экспериментальных данных, а именно: модельные расчеты локализации следовых количеств катионов бора в структуре кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ [Sidorov et al., 2021; Сидоров и др., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022] и расчет изобарно-изотермического потенциала образования боратов примесных металлов в боросодержащем расплаве конгруэнтного состава [Титов и др., 2021; Palatnikov et al., 2023].

Результаты и их обсуждение

Наиболее подробно на сегодняшний день исследованы боросодержащие кристаллы $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.55, 0.69 \text{ и } 0.83 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, полученные по технологии прямого твердофазного легирования оксидом бора, и кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}(1.24 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, полученный по технологии прямого твердофазного легирования борной кислотой [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022; Сидоров, Смирнов и др., 2022]. Кристаллы $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.55-0.83 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ были исследованы с использованием следующих

методов: спектроскопии КРС, ИК-спектроскопии поглощения в области валентных колебаний OH^- -групп, ФИРС и лазерной коноскопии [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. Методом фотolumинесценции были исследованы кристаллы $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте) [Сидоров, Смирнов и др., 2022]. Кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте) был исследован с использованием методов спектроскопии КРС, ФИРС и лазерной коноскопии [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022].

Нарис. 1 приведены ширины основных спектральных линий в спектрах КРС боросодержащих кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55–1.24 мол. % B_2O_3 в шихте). Спектры КРС были зарегистрированы на спектрометре T64000 фирмы Horiba Jobin-Yvon в геометрии рассеяния $\text{Y}(\text{ZX})\text{Y}$, в которой проявляются фундаментальные колебания $\text{E}(\text{TO})$ типа симметрии. При постоянной температуре вклад в увеличение ширины спектральных линий в спектр КРС при изменении состава кристалла LiNbO_3 вносят, прежде всего, эффекты разупорядочения структуры [Сидоров и др., 2003; Сидоров и др., 2012]. По этой причине, анализируя изменения па-

раметра ширины спектральных линий можно оценить особенности искажения кислородного каркаса и особенности упорядочения/разупорядочения структурных единиц катионной подрешетки исследуемого кристалла. Как видно из рис. 1, легирование небольшими количествами бора приводит к немонотонному изменению ширины спектральных линий в спектре КРС, что свидетельствует о заметном анизотропном влиянии катионов бора на структуру кристалла. Наиболее сильную зависимость от концентрации бора испытывают линии, расположенные в области колебаний кислородных октаэдров $500\text{--}900\text{ см}^{-1}$, т.е. линии с частотами $576(\text{E}(\text{TO}))$, $630(\text{A}_1(\text{TO}))$ и $880\text{ см}^{-1}(\text{A}_1(\text{LO}))$, отвечающие, соответственно, дважды вырожденным, полносимметричным и валентным мостиковым (Me-O-Me , где $\text{Me} - \text{Li, Nb}$, примесный/легирующий металл) колебаниям атомов кислорода кислородных октаэдров O_6 . Стоит отметить, что линия с частотой 630 см^{-1} запрещена правилами отбора в геометрии рассеяния $\text{Y}(\text{ZX})\text{Y}$ и проявляется в этой геометрии вследствие наличия эффекта фоторефракции [Сидоров и др., 2003; Сидоров и др., 2012].

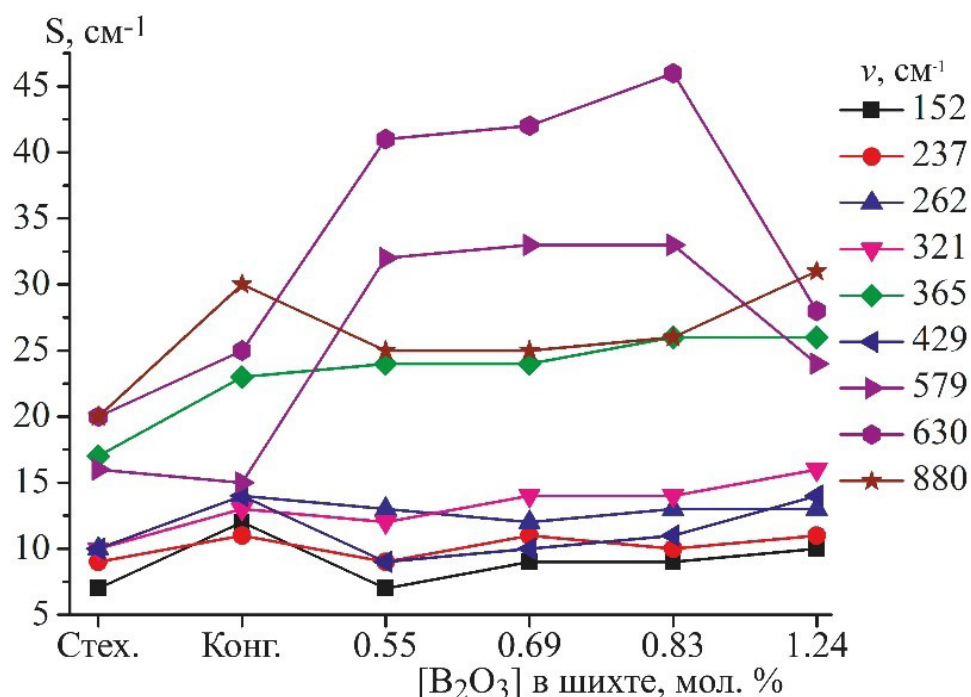


Рисунок 1. Концентрационные зависимости ширины ($S, \text{см}^{-1}$) некоторых линий в спектрах КРС кристаллов LiNbO_3 ^{Зстех'} и LiNbO_3 ^{Зконг} и $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55, 0.69, 0.83 и 1.24 мол. % B_2O_3 в шихте) [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]

Линии с частотами 576 и 630 см^{-1} испытывают существенное уширение при легировании расплава конгруэнтного состава катионами B^{3+} и рост их ширин продолжается вплоть до 0.83 мол. % оксида бора в шихте. При этом линия с частотой 630 см^{-1} отличается наибольшим увеличением ширины в спектре КРС кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-0.83 мол. % B_2O_3 в шихте), что свидетельствует о максимальном для данного диапазона концентраций B_2O_3 искажении кислородных октаэдров. В свою очередь, ширина линии с частотой 880 см^{-1} , в отличие от ширины линий с частотами 576 и 630 см^{-1} , наоборот, уменьшается. Полученные данные свидетельствуют об искажении кислородных октаэдров O_6 в структуре кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55, 0.69 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте). Однако в спектре кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте) наблюдается значительное уменьшение ширины линий с частотами 576 и 630 см^{-1} , что свидетельствует об уменьшении «возмущения» кислородных октаэдров и приближении их формы к форме «правильного», не искаженного октаэдра. При этом для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте), по сравнению с кристаллами $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-0.83 мол. % B_2O_3 в шихте), характерно незначительное увеличение ширины линии с частотой 880 см^{-1} , что косвенно свидетельствует о снижении степени упорядочения структурных единиц катионной подрешетки с изменением технологии введения, концентрации и типа легирующей примеси.

Высокой чувствительностью к изменению кристаллического поля и стехиометрии кристалла обладают атомы водорода, соединенные в структуре кристалла LiNbO_3 с атомами кислорода водородной связью, что позволяет по ИК-спектрам поглощения в области валентных колебаний OH^- -групп исследовать структурное совершенство кристаллов. ИК-спектры поглощения в области валентных колебаний OH^- -групп номинально чистых кристаллов LiNbO_3 , LiNbO_3 и боросодержащих кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-0.83 мол. % B_2O_3 в шихте) представлены на рис. 2 [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. Гидроксильные группы связываются с точечными дефектами (Nb_{Li} и V_{Li}), ответственными за эф-

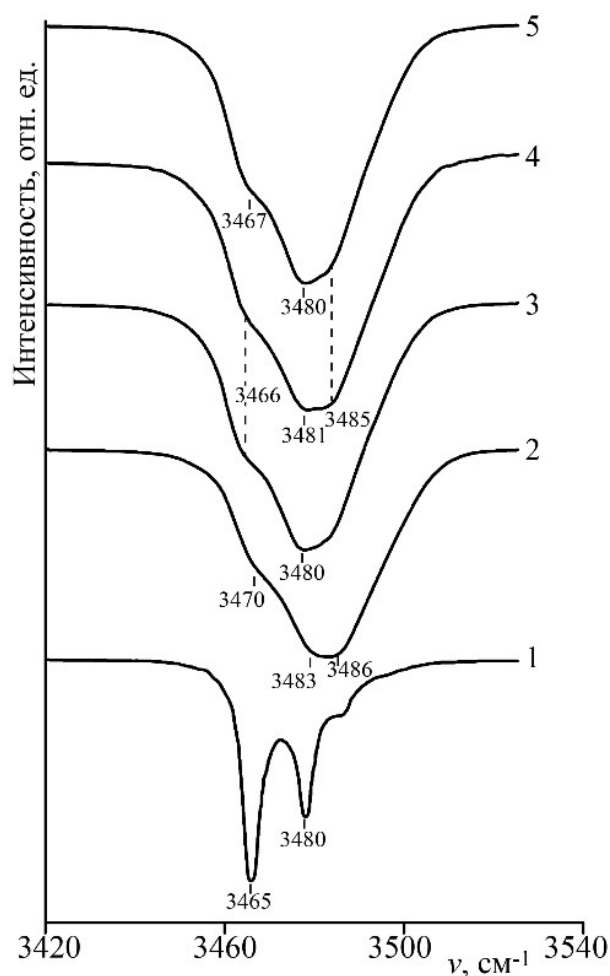


Рисунок 2. Спектры ИК-поглощения номинально чистых кристаллов LiNbO_3 (1), LiNbO_3 (2) и кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55(3), 0.69(4) и 0.83(5) мол. % B_2O_3 в шихте) [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]

фект фоторефракции, образуя комплексные дефекты ($\text{Nb}_{\text{Li}}\text{-OH}$ и $\text{V}_{\text{Li}}\text{-OH}$). По этой причине, исследуя на ИК-спектрах поглощения концентрационные зависимости параметров полос, соответствующих валентным колебаниям OH^- -групп, можно получить важную информацию как о характере точечных, так и о характере комплексных дефектов, обусловленных наличием водородных связей.

В спектре ИК-поглощения стехиометрического кристалла LiNbO_3 высокой степени структурного совершенства в области валентных колебаний OH^- -групп наблюдается только одна узкая полоса поглощения ($S =$

3 см⁻¹ при 300K) с частотой 3466 см⁻¹ [Polgar et al., 1997; Lengyel et al., 2015]. В таком кристалле практически отсутствуют точечные дефекты Nb_{Li} и связанные с ними комплексные дефекты. В ИК-спектре поглощения кристалла LiNbO_{3стех}, выбранного нами в качестве объекта сравнения, полоса поглощения расщеплена на три компонента с частотами 3465, 3480 и 3486 см⁻¹, соответственно, что свидетельствует о большей дефектности в расположении OH⁻-групп в структуре кристалла LiNbO_{3стех} по сравнению с кристаллом, исследованным в работе [Lengyel et al., 2015]. Этому практически важному факту можно дать следующее объяснение. В кристалле LiNbO_{3стех} при R=1, вероятно, присутствуют дефекты в виде двух рядом расположенных катионов Nb⁵⁺, что может быть обусловлено существенной разницей в концентрации Li₂O в расплаве (58.6 мол. %) и растущем из него кристалле (50 мол. %). Такой кристалл LiNbO_{3стех} можно рассматривать как твердый раствор LiNbO₃:Nb, в котором существуют комплексные дефекты Nb_{Nb}-OH.

В ИК-спектрах поглощения кристаллов LiNbO_{3конг} и LiNbO₃:B(0.55-0.83 мол. % B₂O₃ в шихте), для которых характерно наличие точечных структурных дефектов, наблюдаются три широкие компоненты одинаковой поляризации с частотами ≈ 3466, 3481 и 3489 см⁻¹, соответственно. Ширины всех компонентов полосы поглощения кристаллов LiNbO₃:B уже, чем для кристалла LiNbO_{3конг}, за исключением полосы с частотой 3485 см⁻¹, что свидетельствует о большем упорядочении в расположении OH⁻-групп в структуре кристаллов LiNbO₃:B по сравнению с кристаллом LiNbO_{3конг}. С целью более полного анализа особенностей структуры номинально чистых кристаллов LiNbO_{3стех}, LiNbO_{3конг} и боросодержащих кристаллов LiNbO₃:B(0.55 и 0.83 мол. % B₂O₃ в шихте) нами были рассчитаны величина стехиометрии и, используя модель литиевых вакансий [Lerner et al., 1968; Zotov et al., 1994; Sánchez-Dena et al., 2020], – концентрация собственных дефектов (Nb_{Li} и V_{Li}), рис. 3. Согласно полученным данным, для кристаллов LiNbO₃:B величина стехиометрии и концентрация точечных структурных дефектов принимают промежуточные значения между значениями этих величин для кристаллов LiNbO_{3стех} и LiNbO_{3конг}. То есть элемент бор повышает стехиометрию кристалла LiNbO₃.

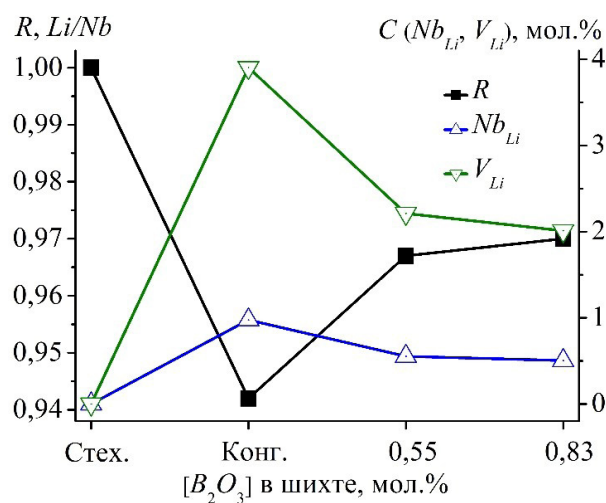


Рисунок 3. Величина стехиометрии R и концентрация структурных дефектов (Nb_{Li} и V_{Li}) в номинально чистых кристаллах LiNbO_{3стех}, LiNbO_{3конг} и в кристаллах LiNbO₃:B(0.55 и 0.83 мол. % B₂O₃ в шихте)

жуточные значения между значениями этих величин для кристаллов LiNbO_{3стех} и LiNbO_{3конг}. То есть элемент бор повышает стехиометрию кристалла LiNbO₃.

Кристалл ниобата лития обладает структурой псевдоильменита, т.е. жесткой структурой, в которой кислородные октаэдры O₆ связаны друг с другом гранями и ребрами [Megaw, 1954; Кузьминов, 1987]. Помимо кислородных октаэдров O₆ в структуре кристалла ниобата лития присутствуют меньшие по объему вакантные тетраэдры O₄ [Abrahams et al., 1966; Кузьминов, 1987; Xue et al., 2003]. Тетраэдрические пустоты компенсируют изменением своей формы и объема различные воздействия на анионную подрешетку кристалла. С применением спектроскопии КРС было показано, что использование боросодержащих легирующих компонентов (H₃BO₃, B₂O₃) приводит к искажению кислородного каркаса структуры кристалла (что проявляется в изменении ширин линий с частотами 576 и 630 см⁻¹) и к повышению упорядочения структурных единиц катионной подрешетки вдоль полярной оси кристалла (линия с частотой 880 см⁻¹). Поскольку локализация катионов бора в структуре кристалла

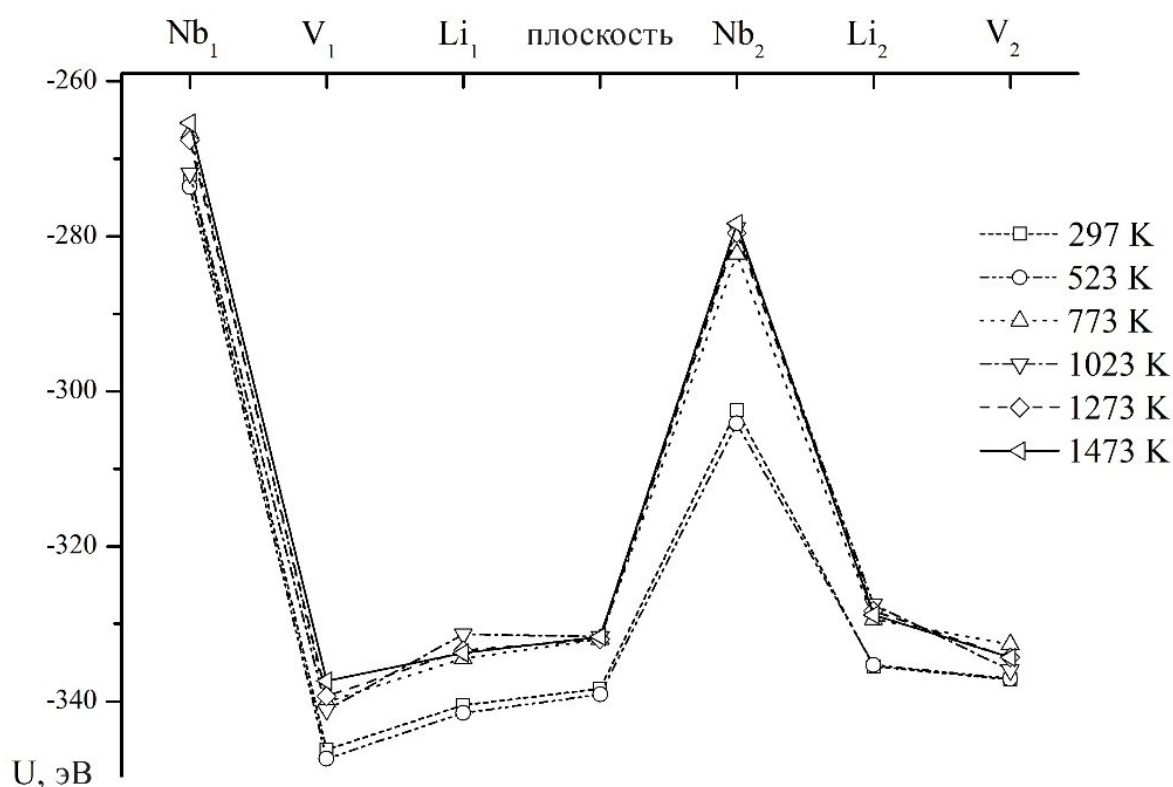


Рисунок 4. Суммарная энергия кулоновского взаимодействия точечных зарядов в кластере, состоящем из двух ионов Li^+ , двух ионов Nb^{5+} , одного иона V^{3+} и 20 ионов O^{2-} при постоянных параметрах a и c [Кузьминов, 1987]. Пара $\text{Nb}_1\text{-V}^{3+}$ расположена в грани тетраэдра, граничащего с NbO_6 из первого слоя, пара $\text{V}_1\text{-V}^{3+}$ расположена в грани тетраэдра, граничащего с вакантным октаэдром из первого слоя, и т.д. [Sidorov et al., 2021; Сидоров и др., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]

LiNbO_3 в кислородных октаэдрах невозможна, то подобное воздействие на тонкие особенности структуры кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ могут оказывать катионы бора, локализованные в гранях вакантных тетраэдрических пустот O_4 . Для подтверждения данной гипотезы нами были рассмотрены несколько возможных вариантов локализации катионов бора в структуре кристалла [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]: в гранях тетраэдрических пустот, общих с литиевыми, ниобиевыми, вакантными кислородными октаэдрами, а также в кислородной плоскости, общей для смежных тетраэдров.

Расчет суммарной энергии кулоновского взаимодействия точечных зарядов (эВ) кислородно-октаэдрической структуры ниобата

лития (Li^+ , Nb^{5+} , O^{2-}) с катионом V^{3+} , рассматриваемым в sp^2 -гибридном состоянии в составе плоских треугольников $[\text{BO}_3]^{3-}$, был выполнен согласно подходу, изложенному в [Sidorov et al., 2021; Сидоров и др., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. Нами была рассмотрена система (кластер), включающая 2 иона Li^+ , 2 иона Nb^{5+} , один ион V^{3+} и 20 ионов O^{2-} (рис. 4). Подобный кластер, состоящий из шести кислородных октаэдров и формируемых ими двух тетраэдрических пустот, не является электронейтральным. В данном случае нас интересовала тенденция изменения энергии взаимодействия катиона V^{3+} с окружающим его фрагментом структуры кристалла LiNbO_3 в зависимости от пространственного расположения V^{3+} в гранях тетраэдрических пустот. В проведенных нами рас-

четах позиции катионов Li^+ и Nb^{5+} в октаэдрах соответствовали структуре сегнетоэлектрической фазы LiNbO_3 : литий смещен к нижней кислородной плоскости, ниобий – к верхней [Сидоров и др., 2003]. За основу расчетов были взяты структурные данные кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ [Кузьминов, 1987]. Выбор периодов элементарной ячейки кристалла именно конгруэнтного состава обусловлен тем фактом, что, согласно данным работы [Can et al., 2010], фаза LiNbO_3 не имеет области растворимости бора в твердом состоянии.

Согласно проведенным модельным расчетам, наиболее вероятная локализация катиона бора в структуре кристалла ниобата лития соответствует его локализации в гранях вакантных тетраэдрических пустот, общих с вакантными, литиевыми кислородными октаэдрами, либо в кислородной плоскости, общей для смежных тетраэдров [Sidorov et al., 2021; Сидоров и др., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. В свою очередь, максимальное значение энергии кулоновского взаимодействия соответствует положению катиона бора в грани вакантной тетраэдрической пустоты, общей с ниобиевым октаэдром [Sidorov et al., 2021; Сидоров и др., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. Катион бора, встраиваясь в структуру кристалла, привносит в систему избыточный положительный заряд, который может быть скомпенсирован снижением концентрации точечных структурных дефектов Nb_{Li} . Этот факт объясняет экспериментально обнаруженное нами по ИК-спектрам поглощения снижение концентрации дефектов Nb_{Li} и V_{Li} в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, полученных по технологии прямого твердофазного легирования шихты конгруэнтного состава оксидом бора [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022].

Оптическая однородность и стойкость кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ (0.55-1.24 мол. % B_2O_3 в шихте) к повреждению лазерным излучением были исследованы методами лазерной коноскопии и ФИРС в работах [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022] (рис. 5). Степень воздействия лазерного излучения на кристалл ниобата лития определяется соотношением между количеством глубоких электронных ловушек

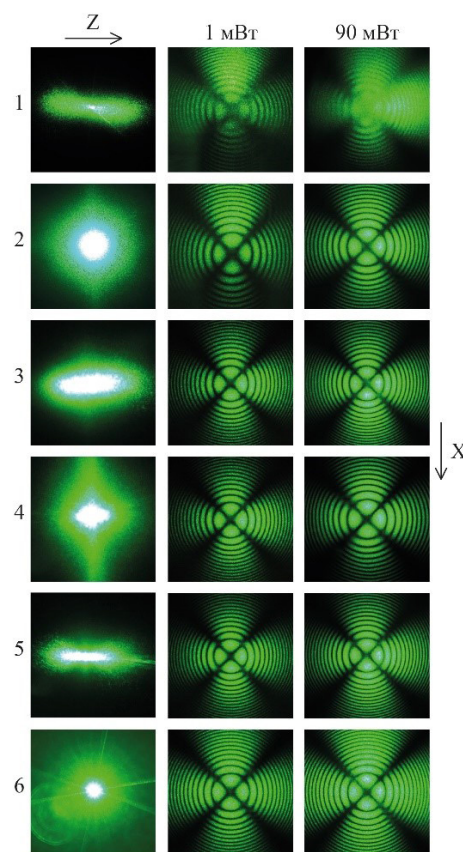


Рисунок 5. Картины ФИРС и коноскопические картины номинально чистых кристаллов $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (1), $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ (2) и $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ (0.55(3), 0.69(4), 0.83(5) и 1.24(6) мол. % B_2O_3 в шихте). Направление полярной оси Z в экспериментах по ФИРС указано вверх. На коноскопических картинах ось Z направлена перпендикулярно плоскости рисунка и смотрит на нас.

Мощность лазерного излучения при регистрации картин ФИРС – 160 мВт [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]

в запрещенной зоне и «уровней прилипания» вблизи дна зоны проводимости [Блистанов и др., 1998]. Концентрация первых уменьшается при повышении стехиометрии кристалла, что способствует повышению степени упорядочения структурных единиц катионной подрешетки (Li, Nb, вакантный октаэдр, Li... и т.д. [Abrahams et al., 1966; Кузьминов, 1987; Volk, Wohlecke, 2008]). Наличие вторых («уровней прилипания» [Блистанов и др., 1998]) в структуре кристалла повышает эффективность излучательной ре-

комбинации возбужденных лазерным излучением носителей заряда, тем самым исключая вероятность их захвата глубокими ловушками электронов. Таким образом, особенности упорядочения структурных единиц катионной подрешетки, наличие глубоких ловушек электронов и образование «уровней прилипания» вблизи дна зоны проводимости в совокупности определяют величину эффекта фоторефракции [Сидоров и др., 2003; Палатников и др., 2003; Сидоров и др., 2007].

Коноскопические картины подтверждают высокую оптическую однородность всех исследованных в данной работе кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-1.24 мол. % B_2O_3 в шихте). При этом все коноскопические картины кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$, полученные при малой (1 мВт) и большой (90 мВт) мощности лазерного излучения, соответствуют картинам одноосных и оптически однородных кристаллов. Однако из рисунка видно, что коноскопические картины кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-0.83 мол. % B_2O_3 в шихте), полученных по технологии прямого твердофазного легирования оксидом бора, отличаются незначительной асимметрией интенсивности изохром в горизонтальном и вертикальном положениях по сравнению с кристаллом $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте), полученным по технологии прямого твердофазного легирования борной кислотой. Обычно такого рода аномальные явления на коноскопических картинах кристаллов связывают с плавным снижением их композиционной и структурной однородностей, возникающих из-за неравномерного распределения легирующих катионов по объему кристалла.

В наблюдаемые нами искажения коноскопических картин кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ могут вносить также и следующие факторы. Химически активный элемент бор, выступающий в качестве флюса в процессе получения кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$, способен структурировать расплав, а также образовывать комплексы с примесными (особенно с переходными) металлами [Титов и др., 2021; Palatnikov et al., 2023], неизбежно присутствующими в расплаве в следовых количествах, а также способен выравнивать коэффициенты распределения

лития и ниобия. Поскольку катионы бора входят в структуру кристалла только в следовых количествах, то использование технологии прямого твердофазного легирования борной кислотой, по которой был получен кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте), по-видимому, способствует более равномерному распределению следовых количеств катионов бора по объему кристалла.

Вид картин ФИРС кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-1.24 мол. % B_2O_3 в шихте), зарегистрированных через 60 секунд эксперимента (время, за которое, как правило, индикатриса спекл-структуры ФИРС раскрывается полностью), зависит от технологии легирования, типа и концентрации боросодержащего соединения. Для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 мол. % B_2O_3 в шихте) наблюдается эллиптическое фотоиндуцированное рассеяние, которое раскрывается как в положительном, так и в отрицательном направлениях полярной оси кристалла. Раскрытие ФИРС кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.69 мол. % B_2O_3 в шихте) происходит в форме «ромба», имеющего незначительное удлинение правого угла, направленного вдоль полярной оси кристалла. Для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.69 мол. % B_2O_3 в шихте) аналогично, как и для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 мол. % B_2O_3 в шихте), на протяжении всего эксперимента наблюдается круговое рассеяние лазерного излучения на статических структурных дефектах кристалла. На картине ФИРС кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.83 мол. % B_2O_3 в шихте) наблюдается ассиметричная лемниската (перевернутая восьмерка). Этот факт свидетельствует о низком значении эффекта фоторефракции для данного кристалла. В случае сильного ФИРС и эффекта фоторефракции становится невозможным рассмотрение дефектов, связанных с прохождением лазерного излучения через кристалл, по причине того, что на картине ФИРС овальной формы отсутствует направленная вдоль полярной оси перевернутая восьмерка.

В ряду кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55-1.24 мол. % B_2O_3 в шихте) наибольшей стойкостью к повреждению лазерным излучением обладает кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте). Спекл-структура картины ФИРС данного кри-

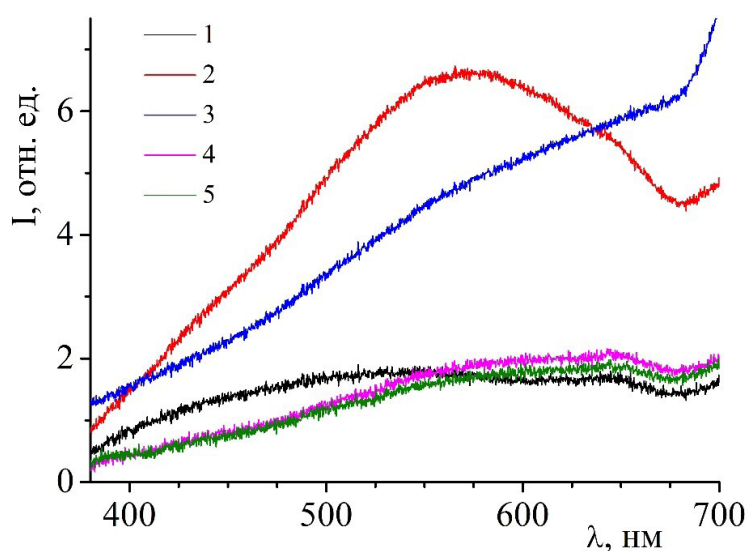


Рисунок 6.
Спектры фотолюминесценции
номинально чистых кристаллов
 LiNbO_3 (1), LiNbO_3 (2),
 LiNbO_3 (6.0 мас. % K_2O) (3)
и $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 (4) и 0.83 (5) мол. %
 B_2O_3 в шихте). Ширина щели моно-
хроматора 1 мм [Сидоров, Смир-
нов и др., 2022]

сталла не изменяет своей правильной концентрической формы и характеризуется лишь рассеянием лазерного излучения на статических структурных дефектах. Это свидетельствует о высокой степени подавления фоторефрактивного эффекта в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте), полученным по технологии прямого твердофазного легирования борной кислотой. Полученные данные хорошо коррелируют с уменьшением интенсивности линии 630 см^{-1} [Sidorov et al., 2021], запрещенной правилами отбора в геометрии рассеяния $\text{Y}(\text{ZX})\text{Y}$ [Сидоров и др., 2003; Сидоров и др., 2012] и чувствительной к эффекту фоторефракции. Важно отметить, что для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (1.24 мол. % B_2O_3 в шихте), по сравнению с кристаллами $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55–0.83 мол. % B_2O_3 в шихте), характерна наибольшая рассеивающая способность, что указывает на его пространственную неоднородность.

Боросодержащие кристаллы $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте), полученные по технологии прямого твердофазного легирования оксидом бора, также были исследованы методом фотолюминесценции в видимой области спектра ($\lambda=380\text{--}700\text{ нм}$) [Сидоров, Смирнов и др., 2022]. В качестве объектов сравнения были выбраны: кристалл LiNbO_3 , выращенный из обогащенного Li_2O расплава (58.6 мол. % Li_2O), близкий по составу к стехиометрическому кристалл LiNbO_3 (6.0 мас. %

K_2O), полученный по технологии HTTSSG, и кристалл LiNbO_3 , выращенный из расплава конгруэнтного состава.

В спектрах каждого из исследованных номинально чистых кристаллов LiNbO_3 , LiNbO_3 (6.0 мас. % K_2O) и LiNbO_3 в области от ~ 380 до 650 нм наблюдается гало и общий подъем интенсивности люминесценции в длинноволновой области ($\sim 700\text{ нм}$) (рис. 6). При этом наиболее существенное увеличение интенсивности люминесценции в видимой области характерно для кристалла LiNbO_3 . В спектрах фотолюминесценции кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ гало наблюдается при $\sim 600\text{ нм}$. При этом интенсивность свечения в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 мол. % B_2O_3 в шихте) немного больше, чем в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.83 мол. % B_2O_3 в шихте). Важно отметить, что интенсивность фотолюминесценции в кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте) сравнима с интенсивностью люминесценции в кристалле LiNbO_3 . Из рис. 6 также видно, что гало является сложным и содержит широкую полосу с главным максимумом при $\sim 527\text{ нм}$ (LiNbO_3), $\sim 575\text{ нм}$ (LiNbO_3 и LiNbO_3 (6.0 мас. % K_2O)), также с несколькими побочными максимумами при ~ 440 и $\sim 650\text{ нм}$ соответственно.

Интегральная интенсивность спектра фотолюминесценции кристаллов LiNbO_3 , LiNbO_3 (6.0 мас. % K_2O) и $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55

и 0.83 мол. % V_2O_3 в шихте) на 68, 13, 70 и 72 %, соответственно, меньше интегральной интенсивности спектра фотолюминесценции кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$, что свидетельствует о наиболее высокой излучательной способности кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ в ряду исследованных кристаллов. Полученные данные можно объяснить следующим образом.

В идеальном стехиометрическом кристалле ниобата лития точечные дефекты Nb_{Li} отсутствуют. Более того, в таком кристалле должно наблюдаться идеальное чередование основных металлов и вакансий вдоль полярной оси кристалла (Li, Nb, вакантный октаэдр, Li и т.д.). По этим причинам в качестве единственного центра люминесценции в идеальном кристалле ниобата лития стехиометрического состава может выступать катион ниобия, локализованный в соответствующем октаэдре (Nb_{Nb}) [Сидоров, Смирнов и др., 2022]. В реальных кристаллах ниобата лития стехиометрического состава, даже в случае достижения отношения $R=1$, наблюдается некоторое количество точечных дефектов (Nb_{Li} , V_{Li} и др.) [Сидоров и др., 2003]. При этом, несмотря на жесткие требования к примесному составу шихты, используемой для синтеза кристаллов ниобата лития, в выращенных кристаллах ниобата лития как стехиометрического, так и близкого к нему по составу наблюдаются следовые количества регламентируемых катионов металлов, которые, встраиваясь в структуру кристалла, формируют глубокие и мелкие ловушки электронов. Это объясняет большое количество центров люминесценции в реальных кристаллах ниобата лития разного состава и генезиса. Таким образом, при повышении величины стехиометрии от 0.946 (конгруэнтный состав) до 1 или ≈ 1 (стехиометрический/близкий к нему состав) будет наблюдаться снижение количества центров свечения и, как следствие, снижение интегральной интенсивности фотолюминесценции.

В кристаллах LiNbO_3 центрам свечения на основе дефектов Nb_{Li} (формирование биполярона $\text{Nb}_{\text{Li}}^{4+}-\text{Nb}_{\text{Nb}}^{4+}$) в видимой области спектра, согласно квантово-механическим расчетам [Akhmadullin et al., 1998], соответ-

ствует диапазон 500-600 нм [Emond et al., 1993]. Из рисунка видно, что интенсивность люминесцентного гало в области 527-613 нм увеличивается в ряду кристаллов $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (6.0 мас. % K_2O) и $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$, что свидетельствует о наибольшем количестве точечных дефектов в кристалле конгруэнтного состава. Повышение стехиометрии, в свою очередь, должно приводить к уменьшению количества биполяронных пар $\text{Nb}_{\text{Li}}^{4+}-\text{Nb}_{\text{Nb}}^{4+}$ за счет снижения количества дефектов Nb_{Li} и, как следствие, уменьшению интенсивности свечения таких центров в видимой области спектра. Наиболее существенное уменьшение интенсивности свечения характерно для кристаллов $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ и $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 и 0.83 мол. % V_2O_3 в шихте). Полученные данные хорошо коррелируют с данными, рассчитанными на основе спектров ИК-поглощения в области валентных колебаний атомов водорода OH- групп, которые свидетельствуют о снижении концентрации точечных структурных дефектов в структуре кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55 и 0.83 мол. % V_2O_3 в шихте) [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022]. Более того, снижение интенсивности свечения дефектов Nb_{Li} на спектрах фотолюминесценции кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ в области $\sim 527\text{-}613$ нм может быть обусловлено высокой комплексобразующей способностью катионов бора, связывающих в расплаве конгруэнтного состава избыточные по составу катионы ниобия [Sidorov et al., 2021]. Подобное воздействие катионов бора на систему «кристалл-расплав» дополнительно повышает величину стехиометрии расплава и кристалла, что подтверждают данные ИК-спектроскопии поглощения в области валентных колебаний атомов водорода OH-групп, а также степень упорядочения структурных единиц катионной подрешетки вдоль полярной оси кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$, что прослеживается по уменьшению ширины линии с частотой 880 см^{-1} в спектрах КРС, соответствующей мостиковым валентным колебаниям атомов кислорода, расположенных на полярной оси кристалла, вдоль полярной оси [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022].

Важно отметить, что в боросодержащем расплаве ниобата лития конгруэнтного состава катионы бора способны связывать катионы примесных металлов (например Al, Ca, Pb) в виде боратов [Титов и др., 2021; Palatnikov et al., 2023]. В работе [Palatnikov et al., 2023] было выполнено сопоставление изменения концентрации некоторых регламентируемых катионов металлов при выращивании боросодержащих кристаллов с рассчитанной нами энергией изобарно-изотермического потенциала (энергия Гиббса) образования боратов примесных металлов в боросодержащем расплаве конгруэнтного состава. В данной работе был исследован кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, полученный по технологии гомогенного легирования прекурсора Nb_2O_5 борной кислотой, и кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, полученный по технологии прямого твердофазного легирования борной кислотой. Концентрация катионов примесных металлов в боросодержащей шихте и кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ была определена методом атомно-эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрическим методом анализа с индуктивно связанной плазмой [Palatnikov et al., 2023].

Под изобарно-изотермическим потенциалом понимают изменение внутренней энергии системы при осуществлении химического взаимодействия. Подобные расчеты «в первом приближении» позволяют оценить гипотетическую возможность осуществления химического превращения. При постоянных давлении и температуры химическая реакция самопроизвольно протекает в направлении образования продуктов реакции при $\Delta G < 0$, при $\Delta G = 0$ устанавливается химическое равновесие и при $\Delta G > 0$ химическое равновесие смещается в сторону исходных реагентов. Для осуществления корректного расчета изменения изобарно-изотермического потенциала с ростом температуры нами были использованы уравнения истинной теплоемкости и в удовлетворяющем их применению интервале температур учтены энергетические изменения, связанные с фазовыми переходами каждого из участников реакции.

Снижение концентрации ряда регламентируемых элементов (Co, Mo, Si, Fe) в кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ не наблюдается для каждого из рассмотренных способов легирования [Palatnikov et al., 2023]. Вероятно, это может быть связано с недостаточной концентрацией катионов бора в боросодержащем расплаве ниобата лития для связывания Co, Mo, Si и Fe (на фоне прочих регламентируемых элементов) в прочные комплексы и предотвращения их перехода в растущий кристалл. Несмотря на это, при столь малых концентрациях катионов бора осуществимо получение композиционно и оптически однородных кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ [Palatnikov et al., 2023].

Стабильное снижение концентрации катионов Pb, Ni, Cr, Ti, Al, Te, Sb и Bi наблюдалось в кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$ по сравнению с их содержанием в шихте [Palatnikov et al., 2023]. Для катионов Al и Bi характерно более существенное снижение концентрации в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, по сравнению с их концентрацией в шихте, - на $3 \cdot 10^{-4} \text{ мас. \%}$, что хорошо согласуется с рассчитанным нами изменением изобарно-изотермического потенциала для образования соединения $\text{Al}_4\text{B}_2\text{O}_9$ (-86.528 кДж/моль) [Титов и др., 2021; Palatnikov et al., 2023]. Рассчитанное значение изменения изобарно-изотермического потенциала образования соединения PbB_2O_4 (-39.873 кДж/моль) подтверждает экспериментально обнаруженное снижение концентрации катиона Pb на $1 \cdot 10^{-4} \text{ мас. \%}$ в кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, по сравнению с его содержанием в шихте [Титов и др., 2021; Palatnikov et al., 2023]. Концентрация катионов Ca в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:B}(0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, по сравнению с его концентрацией в шихте, снижается на $2 \cdot 10^{-4} \text{ мас. \%}$, что хорошо согласуется с изменением изобарно-изотермического потенциала образования ряда рассмотренных соединений: CaB_2O_4 (-112.586 кДж/моль), CaB_4O_7 (-116.118 кДж/моль), $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ (-181.428 кДж/моль), $\text{Ca}_3\text{B}_2\text{O}_6$ (-234.669 кДж/моль) [Титов и др., 2021; Palatnikov et al., 2023]. При этом изменения концентрации катионов Ca при выращивании

кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте) не наблюдается [Palatnikov et al., 2023]. Это может быть связано с меньшей концентрацией катионов бора в шихте, полученной методом гомогенного легирования, по сравнению с концентрацией бора в шихте, полученной методом прямого твердофазного легирования [Palatnikov et al., 2023].

Важную информацию об особенностях структуры (периоды элементарной ячейки, координаты атомов, длины связей, коэффициенты заполнения атомами позиций в кислородных октаэдрах O_6) монокристаллов ниобата лития разного состава и генезиса может дать рентгеноструктурный анализ и полнопрофильный рентгеноструктурный анализ (метод Ритвельда). Первый позволяет получить рентгенограмму и определить периоды элементарной ячейки образца. С использованием второго (метод Ритвельда) можно уточнить структурные характеристики кристаллов (основан на построении по заданной модели теоретической рентгенограммы и сравнении ее с экспериментальной). Такие исследования были выполнены для двух боросодержащих кристаллов [Palatnikov et al., 2023]: $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте), полученного по технологии гомогенного легирования; $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), полученного по технологии прямого твердофазного легирования.

Периоды элементарной ячейки (a и c , Å) боросодержащих кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02

и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), табл. 1, близки к соответствующим периодам элементарной ячейки близкого по составу к стехиометрическому кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (5.5 мас. % K_2O), для которого a и c равны, соответственно, 5.1429 и 13.8447 Å [Палатников и др., 2019]. Полученные данные подтверждают результаты более ранних исследований кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.55, 0.69 и 0.83 мол. % B_2O_3 в шихте) методами спектроскопии КРС и ИК-спектроскопии поглощения о том, что боросодержащие кристаллы обладают повышенной величиной стехиометрии, близкой к таковой для кристалла стехиометрического состава [Sidorov et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022].

Из табл. 1 видно, что в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте) заселенность литиевых ($G_{\text{Li}} = 0.98$) и ниобиевых ($G_{\text{Nb}} = 0.97$) позиций близка. Однако для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.547 мол. % B_2O_3 в шихте) величины G_{Li} и G_{Nb} различаются в большей степени (табл. 1): 0.99 и 0.93, соответственно [Palatnikov et al., 2023]. Величина R для кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), рассчитанная на основе коэффициентов заполнения позиций основных катионов металлов (Li, Nb) и дефектов структуры (Nb_{Li} , Nb_{V}), равна 0.985 и 1.033, соответственно. Полученные данные свидетельствуют о том, что по соотношению заселенностей кристалл $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте) оказывается ближе к стехиометрическому составу, чем кри-

Таблица 1.
Уточненные значения координат атомов (x/a , y/b , z/c) и коэффициентов заполнения позиций G в кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте) [Palatnikov et al., 2023]

	G	x/a	y/b	z/c		G	x/a	y/b	z/c
$\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте) ($R_{\text{wp}}(\%)=10$, $R_p(\%)=7.63$) $a = 5.1476$ Å, $c = 13.8594$ Å					$\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.547 мол. % B_2O_3 в шихте) ($R_{\text{wp}}(\%)=12.39$, $R_p(\%)=9.07$) $a = 5.1450$ Å, $c = 13.8561$ Å				
Nb	0.97	0	0	0	Nb	0.93	0	0	0
O	1.00	0.0656	0.3393	0.0653	O	1.00	0.0805	0.324	0.063
Li	0.98	0	0	0.2827	Li	0.99	0	0	0.282
Nb_{Li}	0.016	0	0	0.2950	Nb_{Li}	0.018	0	0	0.272
Nb_{V}	0.009	0	0	0.135	Nb_{V}	0.01	0	0	0.135

сталл $\text{LiNbO}_3\cdot\text{B}$ (0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), табл. 1 [Palatnikov et al., 2023]. При этом для обоих вариантов легирования заселенность атомов лития в литиевых октаэдрах выше, чем заселенность атомов ниобия в ниобиевых октаэдрах. Важно отметить, что вне зависимости от способа легирования в кристаллах $\text{LiNbO}_3\cdot\text{B}$ имеются точечные структурные дефекты: Nb_{Li} и Nb_{V} [Palatnikov et al., 2023]. Наличие подобных дефектов приводит к изменению идеального порядка чередования основных катионов (Li, Nb) и вакансий вдоль полярной оси кристалла, что, тем самым, приводит к дополнительному увеличению дефектности катионной подрешетки.

Заключение

В настоящее время исследования, направленные на получение оптически и композиционно однородных монокристаллов, обладающих высокой степенью упорядочения структурных единиц катионной подрешетки, ввиду высокой практической значимости таких кристаллов, стремительно развиваются. Результат многолетней работы коллектива лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН в абсолютно новом направлении – синтезе и изучении близких по составу к стехиометрическим боросодержащих кристаллов ниобата лития нашел свою реализацию в монографии: «Монокристаллы ниобата и танталата лития разного состава и генезиса» [Сидоров, Палатников и др., 2022]. В монографии обобщены результаты комплексных исследований в области технологий монокристаллов ниобата и танталата лития, посвященные анализу влияния различных структурных и технологических факторов на практически значимые физические характеристики монокристаллов. Значительное внимание в работе [Сидоров, Палатников и др., 2022] было уделено модифицированию и улучшению свойств монокристаллов путем использования неметаллических легирующих компонентов (B_2O_3 , H_3BO_3).

Практической значимостью любого исследования, направленного на получение либо усовершенствование материалов с заданными

характеристиками, является получение продукта, удовлетворяющего заданным научным сообществом потребностям. Получению такого функционального материала предшествует многолетняя, кропотливая и слаженная работа коллектива исследователей, объединенных одной целью. При этом большое значение имеет отработка воспроизводимой технологии получения таких материалов с заданными свойствами. В связи с этим, сотрудниками лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН был получен патент на изобретение: «Способ получения боросодержащего монокристалла ниобата лития» [Способ получения боросодержащего монокристалла ниобата лития, 2022]. Патент защищает технологию получения боросодержащих монокристаллов ниобата лития, по составу близких к стехиометрическим, обладающих высокой оптической и композиционной однородностью.

Выполненные коллективом лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН исследования монокристаллов ниобата лития разного генезиса, содержащих следовые количества катионов бора, позволяют расширить понятие «легирование». Использование боросодержащих легирующих компонентов (H_3BO_3 , B_2O_3) заключается в последовательном воздействии на боросодержащий расплав ниобата лития конгруэнтного состава, систему «кристалл-расплав», а, следовательно – на тонкие особенности структуры и оптические свойства кристаллов $\text{LiNbO}_3\cdot\text{B}$. Катионы бора уменьшают концентрацию следовых количеств регламентируемых катионов металлов, переходящих в структуру кристалла, и выравнивают коэффициенты распределения лития и ниобия, тем самым повышая величину стехиометрии кристалла, растущего из исходного боросодержащего расплава конгруэнтного состава. Присутствие катионов бора в гранях вакантных тетраэдрических пустот кристаллов $\text{LiNbO}_3\cdot\text{B}$ обеспечивает снижение концентрации точечных структурных дефектов Nb_{Li} и V_{Li} , что сказывается на повышении стойкости кристаллов к повреждению лазерным излучением. При этом в кристаллах $\text{LiNbO}_3\cdot\text{B}$ в процессе роста формируется опре-

деленное упорядочение основных катионов (Li, Nb) и вакансий вдоль полярной оси кристалла, промежуточное между соответствующим упорядочением в кристаллах LiNbO_3 и LiNbO_3 . Новый подход к получению монокристаллов ниобата лития, предложенный и разрабатываемый в лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН, позволяет также по одной технологической схеме из боросодержащего расплава конгруэнтного состава обеспечить получение крупногабаритных ком-

позиционно однородных номинально чистых кристаллов LiNbO_3 :B, в которых отношение $0.946 < [\text{Li}]/[\text{Nb}] < 1$ (промежуточное между отношением в конгруэнтном и стехиометрическом кристалле), обладающих уникальным набором свойств, сочетающим в себе свойства номинально чистых кристаллов стехиометрического состава, полученных по технологии HTTSSG, кристаллов конгруэнтного состава и легированных кристаллов LiNbO_3 :Me (где Me – Zn, Mg и др.).

Список литературы

1. Блистанов А. А., Любченко В. М., Горюнова А. Н. Рекомбинационные процессы в кристаллах LiNbO_3 // Кристаллография. 1998. Т. 43, №1. С. 86-91.
2. Кузьминов Ю. С. Электрооптический и нелинейнооптический кристалл ниобата лития. М.: Наука, 1987. 262 с.
3. Маслбоева С. М., Ефремов И. Н., Бирюкова И. В., Палатников М. Н. Получение и исследование монокристалла ниобата лития, легированного бором // Неорг. матер. 2020. Т. 56, №11. С. 1208-1214. doi: 10.31857/s0002337x2011007x
4. Палатников М. Н. Материалы электронной техники на основе сегнетоэлектрических монокристаллов и керамических твердых растворов ниобатов-танталатов щелочных металлов с микро- и наноструктурами: дис. ... д-ра техн. наук. Апатиты, 2011. 488 с.
5. Палатников М. Н., Бирюкова И. В., Макарова О. В., Ефремов В. В., Кравченко О. Э., Калинин В. Т. Получение и свойства кристаллов ниобата лития, выращенных из расплавов конгруэнтного состава, легированных бором // Труды Кольского научного центра РАН. Химия и материаловедение. 2015. Т. 5, №31. С. 434-438.
6. Палатников М. Н., Кадетова А. В., Алешина Л. А., Сидорова О. В., Жилин И. Е. Характер дефектов, возникающих в кристаллах ниобата лития при легировании // Труды Кольского научного центра РАН. Химия и материаловедение. 2019. Т. 10, №3. С. 119-126. doi: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.1.119-126
7. Палатников М. Н., Сидоров Н. В., Бирюкова И. В., Чуфырев П. Г., Калинин В. Т. Упорядочение структуры и оптические характеристики легированных монокристаллов ниобата лития // Перспективные материалы. 2003. №4. С. 48-54.
8. Палатников М. Н., Сидоров Н. В., Калинин В. Т. Технология управляемого синтеза монокристаллических и керамических материалов на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов // Цветные металлы. 2000. № 10. С. 54-60.
9. Палатников М. Н., Сидоров Н. В., Макарова О. В., Бирюкова И. В. Фундаментальные аспекты технологии сильно легированных кристаллов ниобата лития. Апатиты: КНЦ РАН, 2017. 241с.
10. Палатников М. Н., Сидоров Н. В., Стефанович С. Ю., Калинин В. Т. Совершенство кристаллической структуры и особенности характера образования ниобата лития // Неорг. матер. 1998. Т. 34, №8. С. 903-910.
11. Серебряков Ю. А., Палатников М. Н., Куртушина С. В., Агулянская Л. А., Балабанов Ю. И. Кинетика твердофазного синтеза метаниобата лития // Керамические конденсаторные сегнето- и пьезоэлектрические материалы. Тез. Докл. Рига. 1986. С. 59.
12. Сидоров Н. В., Волк Т. Р., Маврин Б. Н., Калинин В. Т. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны. М.: Наука, 2003. 255 с.

13. Сидоров Н. В., Маврин Б. Н., Чуфырев П. Г., Палатников М. Н. Фононные спектры монокристаллов ниобата лития. Апатиты: КНЦ РАН, 2012. 213 с.
14. Сидоров Н. В., Палатников М. Н., Габриелян В. Т., Чуфырев П. Г., Калинин В. Т. Спектры комбинационного рассеяния света и дефекты номинально чистых монокристаллов ниобата лития // Неорг. матер. 2007. Т. 43, №1. С. 66-73.
15. Сидоров Н. В., Палатников М. Н., Теплякова Н. А., Бирюкова И. В., Титов Р. А., Макарова О. В., Маслбоева С. М. Монокристаллы ниобата и танталата лития разного состава и генезиса. М.: РАН, 2022. 288 с.
16. Сидоров Н. В., Палатников М. Н., Яничев А. А., Титов Р. А., Теплякова Н. А. Структурный беспорядок и оптические свойства конгруэнтных кристаллов ниобата лития, легированных цинком и бором // Оптика и спектроскопия. 2016. Т. 121, №1. С. 40-49. doi: 10.7868/S0030403416070199
17. Сидоров Н. В., Пикуль О. Ю., Теплякова Н. А., Палатников М. Н. Лазерная коноскопия и фотоиндуцированное рассеяние света в исследованиях свойств нелинейно-оптического кристалла ниобата лития. М.: РАН, 2019. 350 с.
18. Сидоров Н. В., Смирнов М. В., Титов Р. А., Теплякова Н. А., Палатников М. Н. Оптические свойства кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. №14. С. 227-234. doi: 10.26456/pcascnn/2022.14.227
19. Сидоров Н. В., Титов Р. А., Воскресенский В. М., Палатников М. Н. Особенности локализации катионов B^{3+} в структуре кристалла LiNbO_3 и их влияние на свойства кристалла // Журн. структ. химии. 2021. Т. 62, №2. С. 235-243. doi: 10.26902/JSC_id68329
20. Сидоров Н. В., Яничев А. А., Палатников М. Н., Габаин А. А. Эффекты упорядочения структурных единиц катионной подрешетки кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}$ и их проявление в спектре комбинационного рассеяния света // Оптика и спектроскопия. 2014. Т. 116, №2. С. 306-315. doi: 10.7868/s0030403414010206
21. Способ получения борсодержащего монокристалла ниобата лития: пат. 2777116 Рос. Федерация. 2022. Бюл. №22.
22. Титов Р. А., Сидоров Н. В., Теплякова Н. А., Воскресенский В. М., Бирюкова И. В., Палатников М. Н. Новый способ повышения стехиометрии и структурного совершенства нелинейно-оптического кристалла ниобата лития // Вестник Кольского научного центра РАН. 2021. Т. 2, №14. С. 16-28. doi: 10.37614/2307-5228.2021.13.2.002
23. Черная Т. С., Волк Т. Р., Верин И. А., Симонов В. И. Пороговые концентрации в допированных цинком кристаллах ниобата лития и их структурная обусловленность // Кристаллография. 2008. Т. 53, № 4. С. 612-617.
24. Abrahams S. C., Reddy J. M., Bernstein J. L. Ferroelectric lithium niobate. 3. Single crystal x-ray diffraction study at 24°C // J. Phys. Chem. Solids. 1966. V. 27, I. 6-7. P. 997-1012. doi:10.1016/0038-1098(66)90217-1
25. Akhmadullin I. Sh., Golenishchev-Kutuzov V. A., Migachev S. A. Electronic structure of deep centers in LiNbO_3 // Phys. Solid State. 1998. V. 40, I. 6. P. 1012-1018. doi: 10.1134/1.1130478
26. Azuma Y., Uda S. Electric current induced compositional variation in LiNbO_3 fiber crystal grown by a micro-pulling down method // J. Cryst. Growth. 2007. V. 306, I. 1. P. 217-224. doi: 10.1016/j.jcrysgro.2007.04.051
27. Blumel J., Born E., Metzger T. Solid state NMR study supporting the lithium vacancy defect model in congruent lithium niobate // J. Phys. Chem. Solids. 1994. V. 55, I. 7. P. 589-593. doi: 10.1016/0022-3697(94)90057-4
28. Can H., Shichao W., Ning Y. Subsolidus phase relations and the crystallization region of LiNbO_3 in the system $\text{Li}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Nb}_2\text{O}_5$ // J. Alloys Compd. 2010. V. 502, I. 1. P. 211-214. doi: 10.1016/j.jallcom.2010.04.146
29. Emond M. H. J., Wiegel M., Blasse G., Feigelson R. Luminescence of stoichiometric lithium niobate crystals // Mater. Res. Bull. 1993. V. 28, I. 10. P. 1025-1028. doi: 10.1016/0025-5408(93)90140-9

30. Gopalan V., Mitchell T. E., Furukawa Y., Kitamura K. The role of nonstoichiometry in 180° domain switching of LiNbO_3 crystals // *Appl. Phys. Lett.* 1998. V. 72, № 16. P. 1981-1983. doi: 10.1063/1.121491
31. Lengyel K., Peter A., Kovacs L., Corradi G., Palfalvi L., Hebling J., Unferdorben M., Dravecz G., Hajdara I., Szaller Z., Polgar K. Growth, defect structure, and THz application of stoichiometric lithium niobate // *Appl. Phys. Rev.* 2015. V. 2, I. 4. P. 040601 (1-28). doi: 10.1063/1.4929917
32. Lerner P., Legras G., Dumas J. P. Stoechiométrie des monocristaux de métaniobate de lithium // *J. Cryst. Growth.* 1968. V. 3-4. P. 231-235. DOI: 10.1016/0022-0248(68)90139-5
33. Lyi N., Kitamura K., Izumi F., Yamamoto J. K., Hayashi T., Asano H., Kimura S. Comparative study of defect structures in lithium niobate with different compositions // *J. Solid State Chem.* 1992. V. 101, I. 2. P. 340-352. doi: 10.1016/0022-4596(92)90189-3
34. Megaw H. D. Ferroelectricity and crystal structure II // *Acta Cryst.* 1954. V. 7. P. 187-194. doi: 10.1107/S0365110X54000527
35. Palatnikov M. N., Sidorov N. V., Kadetova A. V., Titov R. A., Biryukova I. V., Makarova O. V., Manukovskaya D. V., Teplyakova N. A., Efremov I. N. Growing, structure and optical properties of $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ crystals, a material for laser radiation transformation // *Materials.* 2023. V. 16, I. 2. P. 732(1-17). doi: 10.3390/ma16020732
36. Polgar K., Peter A., Kovacs L., Corradi G., Szaller Z. Growth of stoichiometric LiNbO_3 single crystals by top seeded solution growth method // *J. Cryst. Growth.* 1997. V. 177, I. 3-4. P. 211-216. doi: 10.1016/S0022-0248(96)01098-6
37. Raksanyi K., Peter A., Szaller Z., Forizs I., Erdei S. The distribution of metaphosphate ion. A new critical impurity in LiNbO_3 single crystals growth by the Czochralski technique // *Acta Physica Hungarica.* 1987. V. 61, № 2. P. 213-216. doi: 10.1007/BF03155894
38. Sánchez-Dena O., Villalobos-Mendoza S. D., Farías R., Fierro-Ruiz C. D. Lithium niobate single crystals and powders reviewed – Part II // *Crystals.* 2020. V. 10, I. 11. P. 990 (1-33). doi: 10.3390/cryst10110990
39. Shannon R. D. Revised Effective Ionic Radii and Systematic Studies of Interatomic Distances in Halides and Chalcogenides // *Acta Crystallogr. A.* 1976. A. 32. P. 751-767. doi: 10.1107/s0567739476001551
40. Sidorov N. V., Serebryakov Y. A. The structural orderings and photorefractive in lithium niobate admixed crystals // *Ferroelectrics.* 1994. V. 160, I. 1. P. 101-105. doi: 10.1080/00150199408007699
41. Sidorov N. V., Teplyakova N. A., Makarova O. V., Palatnikov M. N., Titov R. A., Manukovskaya D. V., Biryukova I. V. Boron influence on defect structure and properties of lithium niobate crystals // *Crystals.* 2021. V. 11, I. 5. P. 458 (1-37). doi: 10.3390/cryst11050458
42. Smyth D. M. Defects and transports in LiNbO_3 // *Ferroelectrics.* 1983. V. 50, I. 1. P. 93-102. doi: 10.1080/00150198308014437
43. Volk T., Wohlecke M. Lithium niobate. Defects, photorefractive and ferroelectric switching. Berlin: Springer, 2008. 250 p. doi: 10.1007/978-3-540-70766-0
44. Xue D., Kitamura K., Wang J. Atomic packing and octahedral linking model of lithium niobate single crystals // *Opt. Mater.* 2003. V. 23. P. 399-402. doi: 10.1016/S0925-3467(02)00326-9
45. Zotov N., Boysen H., Frey F., Metzger T., Born E. Cation substitution models of congruent LiNbO_3 , investigated by X-ray and neutron powder diffraction // *J. Phys. Chem. Solids.* 1994. V. 55, I. 2. P. 145-152. doi: 10.1016/0022-3697(94)90071-X

АНГАРМОНИЗМ КОЛЕБАНИЙ АТОМОВ В СТРУКТУРАХ НОВЫХ ГАЛОГЕН-СОДЕРЖАЩИХ БОРАТОВ СЕРЕБРА

С. Н. Волков^{1,2}, Д. О. Чаркин¹, Р. С. Бубнова², С. М. Аксенов¹

¹Лаборатория Арктической минералогии и материаловедения КНЦ РАН, Апатиты,

²Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН

s.volkov@ksc.ru

В статье представлен обзор работ авторского коллектива в области кристаллохимии и рентгеноструктурного анализа галоген-содержащих боратов серебра. Так, в период 2020–2022 годов были открыты новые семейства боратов $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$, $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$. Новые соединения были охарактеризованы широким комплексом физико-химических методов исследования. Кристаллическая структура всех этих боратов может быть представлена как структура солевого включения, где в ковалентную B–O подрешетку встроена ионная Ag–X, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ подрешетка. Характерной особенностью последней является ярко выраженный ангармонизм параметров тепловых смещений, который был описан путем разложения структурного фактора в ряд Грамм-Шарлье. В работе также обсуждаются методические особенности при МНК уточнении параметров тепловых смещений атомов в ангармоническом приближении.

Ключевые слова:

бораты, ангармонизм, кристаллохимия, рентгено-структурный анализ

ANHARMONISM OF VIBRATIONS OF ATOMS IN THE STRUCTURES OF NEW HALOGEN-CONTAINING SILVER BORATES

S. N. Volkov^{1,2}, D. O. Charkin¹, R. S. Bubnova², S. M. Aksenov¹

¹Laboratory of Arctic Mineralogy and Materials Science, KSC RAS, ²Institute of Silicate Chemistry RAS,

s.volkov@ksc.ru

The article provides an overview of the work of the team of authors in the field of crystal chemistry and X-ray diffraction analysis of halogen-containing silver borates. Thus, in the period 2020–2022, new families of borates $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$, $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ were discovered. The new compounds were characterized by a wide range of physicochemical research methods. The crystal structure of all these borates can be represented as a salt inclusion structure, where the ionic Ag–X, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ sublattice is embedded in the covalent B–O sublattice. A characteristic feature of the latter is the pronounced anharmonicity of the thermal displacement parameters, which was described by expanding the structure factor into the Gram-Charlier series. The work also discusses methodological features in the least squares refinement of the parameters of thermal displacements of atoms in the anharmonic approximation.

Keywords:

borates, anharmonicity, crystal chemistry, X-ray diffraction analysis

Введение

Бораты представляют значительный интерес как материалы для нелинейной оптики (НЛО). Широко известны такие НЛО бораты, β -BaB₂O₄ [Chen et al., 1985], BiB₃O₆ [Hellwig et al., 1998] LiB₃O₅ [Chen et al., 1989]. Особый интерес представляет кристаллохимия одновалентных металлов, т.к. именно в них борокислородный каркас демонстрирует наивысшую степень полимеризации. Принимая во внимание, что кристаллохимия боратов щелочноземельных металлов изучена довольно неплохо, мы обратили внимание на малоизученную область – кристаллохимию боратов серебра. Кристаллохимия галоген-содержащих боратов сейчас активно развивается, что вызвано открытием ряда перспективных НЛО соединений, таких как K₃B₆O₁₀Cl [Wu et al., 2011] и Pb₂BO₃I [Yu et al., 2018]. Ранее [Plachinda et al., 1994] на примере хильгардитов, Pb₂[B₅O₉]X, X = Cl, Br, I был показан рост сигнала второй оптической гармоники в ряду Cl→Br→I. Именно в этой связи наше внимание привлекла одна из наименее изученных областей кристаллохимии боратов – галоген-содержащие бораты серебра. Ионнообменные свойства соединений серебра известны довольно хорошо, и именно с этим связана одна из главных особенностей рентгеноструктурного анализа этого элемента – его резкий ангармонизм параметров тепловых смещений, который, как правило, описывается путем разложения структурного фактора в ряд Грамм-Шарлье [Kuhns et al., 1992]. Соли серебра представляют значительный интерес как твердые ионные проводники [Hull, 2004]. В чистом виде AgI демонстрирует суперионный полиморфный переход $\beta \rightarrow \alpha$ при 180 °С. Аналогичные суперионные переходы ранее были описаны во многих галидах щелочных металлов [Hull et al., 2002]. В этой связи особый интерес привлекают бораты, содержащие структуры солевых включений. В этой работе мы представляем мини-обзор работ авторского коллектива [Leonyuk et al., 2020; Volkov et al., 2020; Volkov et al., 2022a; Volkov et al., 2022b; Volkov et al., 2023], посвященный исследованиям галоген-содержащих боратов серебра.

Экспериментальные методики

Главной особенностью работы с соединениями серебра является высокая склонность к восстановлению. Чтобы предотвратить это, необходимо использование закрытых систем, а также устранение присутствия света и органических/водосодержащих сред. Другой особенностью работы с боратами серебра (как, впрочем, и других одновалентных металлов) является высокая склонность к стеклованию. Принимая все это во внимание, синтез велся с использованием прекурсоров номинального состава «AgB₃O₅» и «Ag₂B₇O₁₂», которые в различных соотношениях смешивали с AgX, X = Cl, Br, I (рис. 1). Полученные образцы подвергали термобработке при 300–550 °С, а также изготавливали из этих образцов стекла. Для получения стекла образец плавил при 700–900 °С и затем выливали на холодную металлическую поверхность. Далее стекло разламывали на кусочки и кристаллизовали при 400 °С. Все манипуляции с образцами проводили в вакуумированных запаянных кварцевых и боросиликатных ампулах. Полученные образцы изучали под оптическим микроскопом, из них отбирали монокристаллы, при-

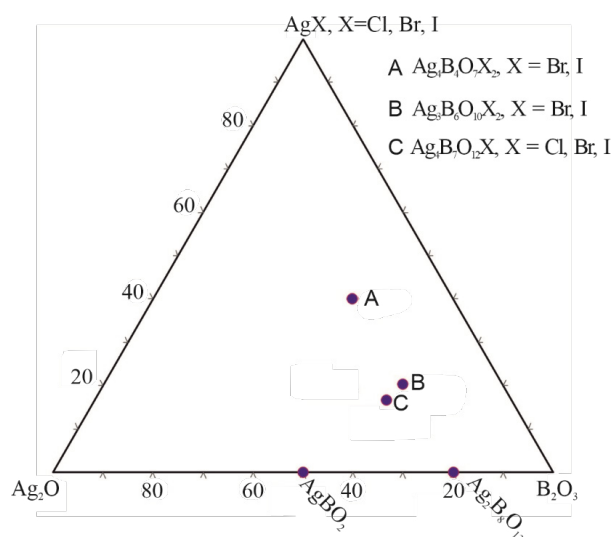


Рис. 1. Фигуративные точки, соответствующие новым семействам Ag₄B₄O₁₀X₂, Ag₄B₇O₁₂X, Ag₃B₆O₁₀X в системах Ag₂O–B₂O₃–AgX, X= Cl, Br, I.

годные для рентгеноструктурного анализа. Рентген-дифракционные эксперименты проводили с использованием монокристалльных дифрактометров Bruker Smart Apex II и Rigaku Oxford Synergy. В результате были обнаружены первые галоген-содержащие бораты серебра, $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$, $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$, $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$, $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{X}$, $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$ (всего – 7 новых соединений). Гомогенные образцы полученных соединений были исследованы методами порошковой и монокристалльной рентгенографии, терморентгенографии, термического анализа, импедансной спектроскопии, генерации второй оптической гармоники, зонная структура смоделирована методом функционала плотности, проводили также их топологический анализ.

Подходы к уточнению параметров тепловых смещений в ангармоническом приближении

При определении и уточнении кристаллических структур $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$, $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$ [11], $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$, [12,14] $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{X}$, $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$ [Volkov et al., 2022b] особенностью было наличие значительных максимумов на картах разностной электронной плотности вблизи атомов серебра и галоген-иона. Наличие таких характерных «шашлыкообразных» карт электронной плотности свидетельствует о необходимости введения ангармонического описания для параметров тепловых смещений соответствующих атомов. Описание ангармонизма колебаний выполнено путем разложения структурного фактора в ряд Грамм-Шарлье [Kuks, 1992, 2006]

$$(u) = \frac{\det U_{ij}^{-\frac{1}{2}}}{8\pi^3} \exp \left(-\frac{1}{2} (U_{11}^{-1}x^2 + U_{22}^{-1}y^2 + U_{33}^{-1}z^2 + 2U_{12}^{-1}xy + 2U_{13}^{-1}xz + 2U_{23}^{-1}yz) \right) \times$$

$$+ \frac{1}{3!} c^{jkl} H_{jkl}(x, y, z) + \frac{1}{4!} d^{jklm} H_{jklm}(x, y, z)$$

где $c^{jkl} = \frac{C^{jkl}}{a^{*j}a^{*j}a^{*j}}$, $d^{jklm} = \frac{D^{jklm}}{a^{*j}a^{*j}a^{*j}a^{*m}}$

Здесь $H_{jkl}(x, y, z)$ и $H_{jklm}(x, y, z)$ – полиномы Эрмита:

$$H_{jkl}(x, y, z) = w_j w_k w_l - w_j U_{kl}^{-1} - w_k U_{jl}^{-1} - w_l U_{jk}^{-1} = w_j w_k w_l - 3w_j U_{kl}^{-1}$$

$$H_{jklm}(x, y, z) = w_j w_k w_l w_m - 6w_j w_k U_{lm}^{-1} + 3U_{jk}^{-1} (w_l w_m)$$

где $w_j = U_{j1}^{-1}x + U_{j2}^{-1}y + U_{j3}^{-1}z$

Вектор асимметрии был определен как свертка: $v^i = g_{jk} c^{ijk}$

где g_{jk} – метрический тензор. Вектор кривизны и расстояние между максимумом функции плотности вероятности и атомным положением было использовано для определения и характеристики ангармонического распределения плотности вероятности.

Нецентросимметричные галоген-содержащие бораты серебра со структурой солевого включения $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{I}$

Новые бораты $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{Br}_2$ и $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{I}_2$ изоструктурны, их структура описывается в пространственной группе $R\bar{6}_2$. Кристаллическая структура образована двумя взаимопроникающими каркасами, один – ковалентный, образованный треугольниками BO_3 и тетраэдрами BO_4 , а другой – ионный, образованный непра-

вильными группами IAg_4 и IAg_5 . Боратная часть в структуре $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$ может быть рассмотрена как образованная из связанных между собой пентаборатных групп или т.н. «кернитовых» цепочек $5\text{B}:2\Delta 3\Box:(\langle\Delta 2\Box\rangle-\langle\Delta 2\Box\rangle-\infty)$, которые, связываясь по вершинам, формируют каркас, который в равных долях образован треугольниками BO_3 и тетраэдрами BO_4 . Кроме того, эти цепочки могут быть рассмотрены как образованные триборатными группами B_3O_8 $3\text{B}:\langle\Delta 2\Box\rangle$, связываясь через общий тетраэдр. Эти относительно жесткие цепочки ориентированы параллельно плоскости ab и связаны через вершины треугольников BO_3 с формированием открытого 3D каркаса с каналами шириной $\sim 9 \text{ \AA}$ внутри которых располагается «гостевая» ионная часть структуры. Последняя образована сильно искаженными иодид-центрированными полиэдрами, связанными по ребрам и вершинам с формированием неправильных спиралей. На интервалах $2/\text{с}$ они декорированы группами XAg_4 , которые, связываясь по вершинам, дополняют каркас. Этот каркас менее плотный, чем борокислородный и может быть рассмотрен как «гость» внутри боратного «хозяина». Обе составляющих связаны вместе относительно слабыми связями $\text{Ag}-\text{O}$. Все атомы кислорода в структуре являются мостиковыми, что типично для боратов одновалентных металлов. Они координируют атомы бора и серебра, в то время как атомы иода координированы только атомами серебра. Кратчайшие расстояния между ионами серебра составляют $2.8727(18)$ и $2.846(3) \text{ \AA}$ для $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{Br}_2$ и $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{I}_2$ при 25°C , соответственно. Эти расстояния короче, чем расстояния $\text{Ag}-\text{Ag}$ в металлическом серебре ($2.89 \text{ \AA}$). Эти короткие расстояния указывают на возможное присутствие аргентофильных взаимодействий $\text{Ag}\cdots\text{Ag}$, которые в свою очередь могут объяснять наличие окраски кристаллов $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$.

Насколько нам известно, структуры, демонстрирующие два взаимопроникающих каркаса разной природы очень редки. Традиционное представление о структурах солевого включения предполагает присутствие одновременно 0D мерной ионной составляющей, встроенной в пористую ковалентную матрицу. Примеры

1D мерных структур солевого включения представлены, например, структурами боратов $\text{Na}_3\text{B}_4\text{O}_7\text{X}$ ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$) [Bai et al., 2015], в структуре которых присутствуют цепочки из связанных по вершинам октаэдров XNa_6 , аналогичных тем, которые наблюдаются в соединениях со структурой поваренной соли NaX . Чередование преимущественно ковалентного и ионного слоя, которое может быть рассмотрено как 2D структур солевого включения наблюдались ранее в редкоземельных селенитных и теллуридных галоген-соединениях. Соединения $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$ ($\text{X} = \text{Br}, \text{I}$) относятся к относительно небольшому семейству 3D соединений со структурами солевого включения, представленному, например, $\text{Pb}_2\text{B}_5\text{O}_9\text{Br}$ [Yakubovich et al., 2004] и $\text{Ni}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$ [Thornley et al., 1976]. Примечательно, что Ni и I в структуре $\text{Ni}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$ также проявляют ангармонизм параметров тепловых смещений. Ранее ангармонизм серебра наблюдался в таких соединениях, как Ag_3SbS_3 [Laufek et al., 2012], $\gamma\text{-Ag}_8\text{GeTe}_6$ [Boucher et al., 1993], $\text{Ag}_4\text{MnSb}_2\text{S}_6$ [Bindi et al., 2007], $(\text{Ag,Cu})_{16}(\text{As,Sb})_2\text{S}_{11}$ [Bindi et al., 2007], $\alpha\text{-AgI}$ [Hull et al., 2004]. Таким образом, наблюдение ангармонизма серебра и галоген-иона в структурах $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$, $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$ не является чем-то необычным.

Новые слоистые бораты $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$

В основе кристаллической структуры $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ лежит уникальный слоистый боратный анион (рис. 2), который можно описать следующей структурной схемой: $7:\infty^2[(4:2\Delta+2\text{T})+(3:2\Delta+\text{T})]$. Подобный слой впервые встречен среди боратов. Слои, параллельные (001) , состоят из двух частей, состоящих из три- и тетраборатных групп и имеют толщину $\sim 7 \text{ \AA}$. Внутреннее пространство слоев заполнено катионной подрешеткой $[\text{Ag}_4\text{Br}]^{3+}$, обладающей беспорядком и ангармонизмом тепловых смещений атомов серебра (рис. 3). Новое соединение было также охарактеризовано с помощью термического анализа, высокотемпературной порошковой дифрактометрии, колебательной спектроскопии и спектроскопии в ближней ИК области, а также квантовохимическими расчетами. Были

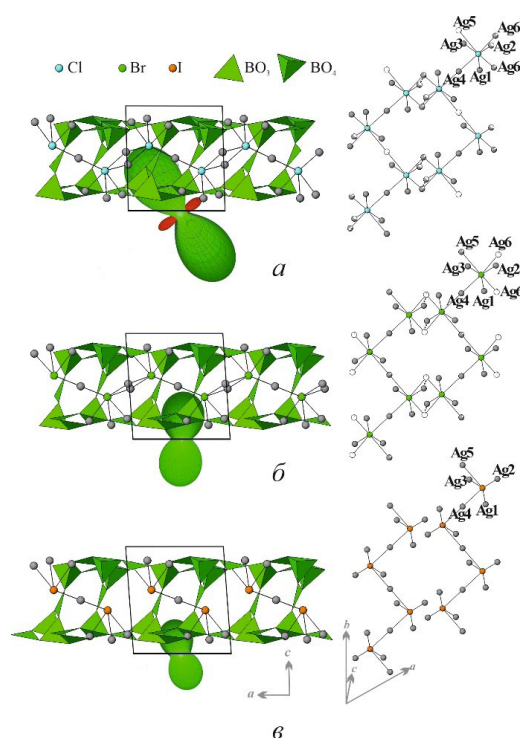


Рис. 2. Общий вид кристаллической структуры $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ вдоль параметра b (а) и соответствующие фигуры тензора теплового расширения. Справа нарисованы Ag-X подрешетки. Короткие контакты $\text{Ag}\cdots\text{Ag}$ показаны точками

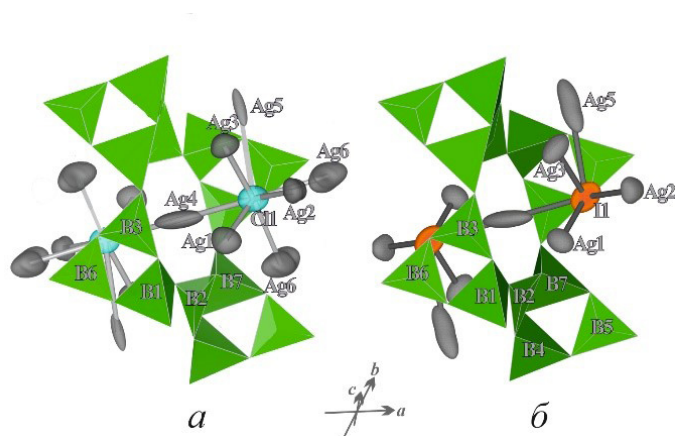


Рис. 3. Ангармонические изоповерхности плотности вероятности для XAg_5 полиэдров в кристаллических структурах $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{Cl}$ (слева) и $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{I}$ (справа).

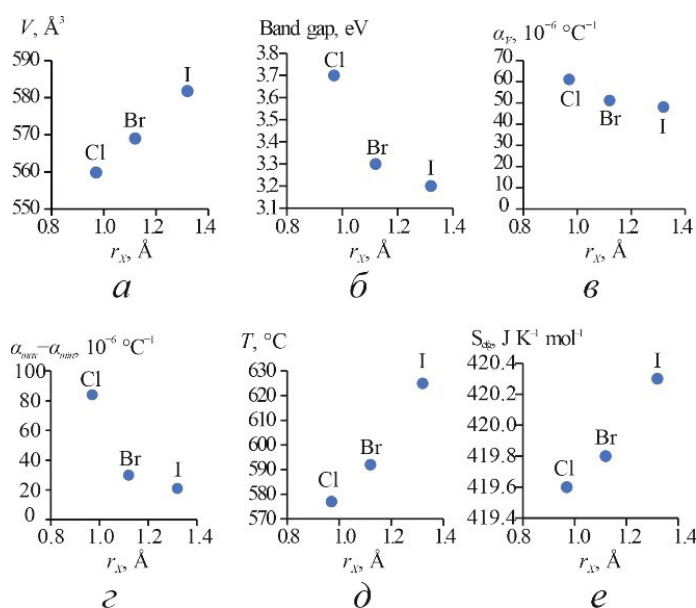


Рис. 4. Зависимости (а) объема элементарной ячейки, (б) ширины запрещенной зоны, (в) объемного коэффициента теплового расширения, (г) степени анизотропии теплового расширения, (д) температуры плавления и (е) конфигурационной энтропии от ионного радиуса галогениона (X) в семействе $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$.

определены собственные значения тензора теплового расширения и его ориентация относительно кристаллографических осей.

Тепловое расширение $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$ сильно анизотропно, что обусловлено сдвиговыми деформациями, так как угол β быстро уменьшается с температурой. По данным ДСК, $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{I}$ плавятся инконгруэнтно; процессы

проявляются двумя близкими тепловыми эффектами при $557+577^\circ\text{C}$ и $589+625^\circ\text{C}$ соответственно. Объем ячейки $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$ увеличивается почти линейно в ряду, в соответствии с увеличением радиуса галогенид-аниона (рис. 4а). Ширина запрещенной зоны уменьшается в том же ряду (рис. 4б). Тем не менее, некоторые другие свойства ведут себя по-сво-

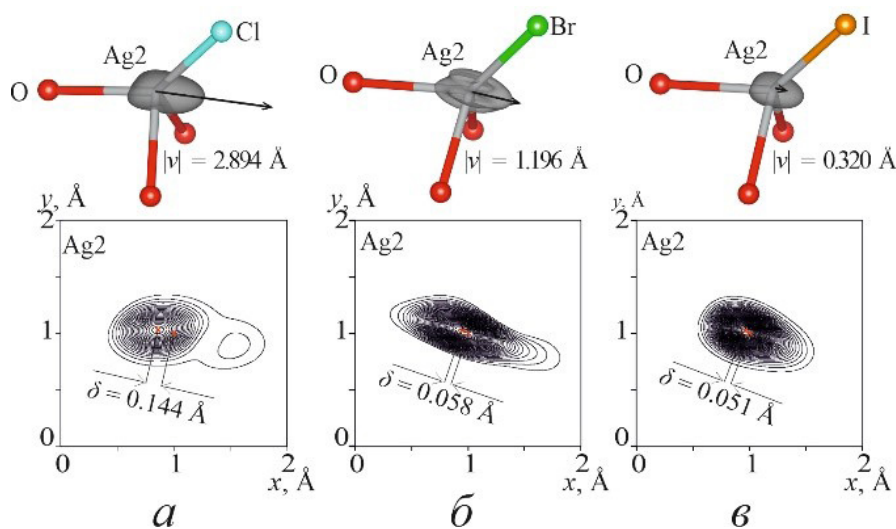


Рис. 5. Ангармонизм в позициях Ag2 в структуре $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$.
Сверху: вектор асимметрии, v , и его длина. Снизу показаны соответствующие карты плотности вероятности. Стрелки показывают положение атома и максимум распределения и δ , расстояние между ними.

ему: тепловое расширение и его анизотропия уменьшаются (рис. 4в, г), а температура плавления увеличивается (рис. 4д), что несколько противоречит здравому смыслу. Тем не менее, проявление ангармонизма для $\text{X} = \text{Cl}$ гораздо сильнее по сравнению с $\text{X} = \text{I}$. Это проявляется в том числе в изменении расстояния между положением атома Ag2 и максимумом распределения (δ) а также величиной вектора асимметрии. В этом случае $\delta=0.144 \text{ \AA}$, $|v|=2.894$ для 1, $\delta=0.058 \text{ \AA}$, $|v|=1.196 \text{ \AA}$ для $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{Br}$ и $\delta=0.051 \text{ \AA}$, $|v|=0.320 \text{ \AA}$ для $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{I}$ (рис. 5). Мы предполагаем, что проявление ангармонизма может быть связано с дестабилизацией кристаллической структуры в ряду $\text{I} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{Cl}$, что объясняется уменьшением энтропии в этом ряду (рис. 4е). Основная причина такого проявления, скорее всего, связана с нарастающим несоответстви-

ем размеров решетки «хозяина» $[\text{B}_7\text{O}_{12}]^{3-}$ и «гостевой» $[\text{Ag}_4\text{X}]^{3+}$ подрешеток.

Новые борат-галогениды $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{X}$, $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$.

Новый борат йодид серебра $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ представляет потенциальный твердотельный электролит, характеризующийся каскадом изосимметричных суперионных $\delta \leftrightarrow \gamma \leftrightarrow \beta \leftrightarrow \alpha$ фазовых переходов. Его кристаллическая структура состоит из двух подрешеток: ковалентно связанного борокислородного каркаса, формирующего «матрицу», и ионной частью, образованной атомами серебра и йода. Основу борокислородного каркаса составляют гексаборатные B_6O_{13} -группы со структурную формулой $6\text{B}:3\Delta 3\Box: [\phi] < \Delta 2\Box > | < \Delta 2\Box > | < \Delta 2\Box > |$ (рис. 6). Су-

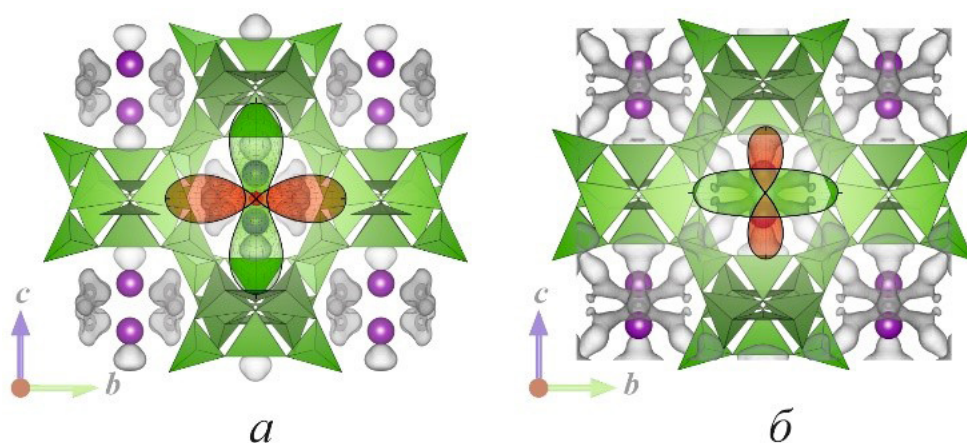


Рис. 6. Кристаллическая структура $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ при (а) 25 °C и (б) 400 °C.

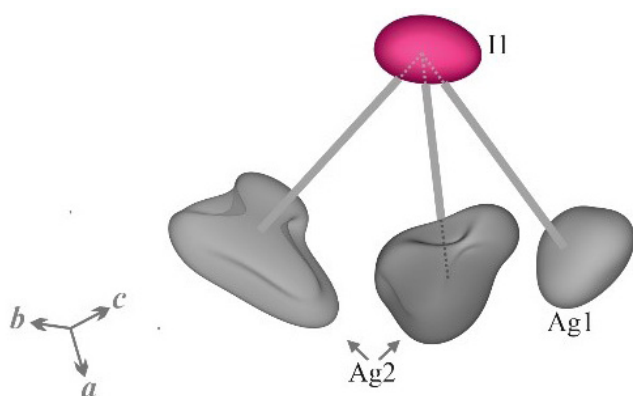


Рис. 7.
Полиэдр $\text{I}Ag_3$ в структуре $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ при комнатной температуре.

персионные фазовые переходы связаны с перестройками в «гостевой» части структуры и, в частности, со ступенчатым «плавлением» серебряной подрешетки, что дает увеличение электропроводности до 0.005 См см^{-1} при температуре 99°C . При этом, атомы серебра характеризуются сильным ангармонизмом атомных смещений при комнатной температуре, что приводит к отрицательному тепловому расширению в интервале температур $25\text{--}400^\circ\text{C}$. Бром-содержащий аналог $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{Br}$ демонстрирует частично разупорядоченную кристаллическую структуру, симметрия которой понижена до нецентросимметричной (пр. гр. $\text{Pna}2_1$).

Суперионное поведение было ранее установлено для $\text{AgI-Ag}_2\text{O-B}_2\text{O}_3$ стекол [Chiodelli et al., 1983], однако пути миграции серебра предметно не обсуждались. В случае $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ суперионные фазовые переходы стали воз-

можны благодаря совокупности факторов: удивительной эластичности материала с необходимой «прочностью на разрыв» боратного каркаса, а также распад подрешетки йодида серебра на дискретные Ag_3I^{2+} группы, которые оставляли свободное пространство для миграции ионов. Кинетика фазовых переходов в $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$, скорее всего, зависит от скорости нагрева, и возможно, высокотемпературная α -фаза может быть закалена при комнатной температуре.

Исключительно сильный ангармонизм атома Ag2 был описан при комнатной температуре в структуре $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ (рис. 7). Для описания потребовалось использование коэффициентов до 5 порядка в разложении Грамм-Шарлье. Вывод о необходимости использования столь высоких членов в разложении сделан из анализа карт разностной электронной плотности (рис. 8). При нагревании, $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ демонстрирует каскад су-

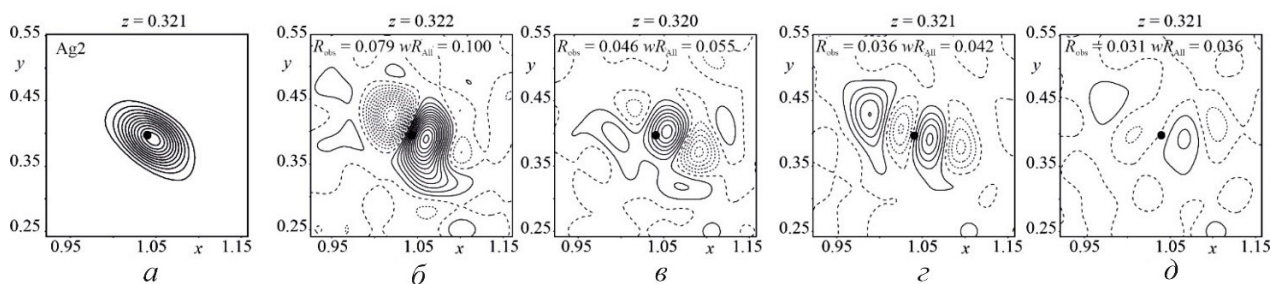


Рис. 8. (а) Наблюдаемая карта Фурье-синтеза для $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ в области атома Ag2 и разностные карты Фурье-синтеза для того же атома для модели (б) анизотропного уточнения, (в) ангармонического уточнения с использованием коэффициентов до третьего порядка, (г) ангармонического уточнения с использованием коэффициентов до четвертого порядка и (д) ангармонического уточнения с использованием коэффициентов до пятого порядка.

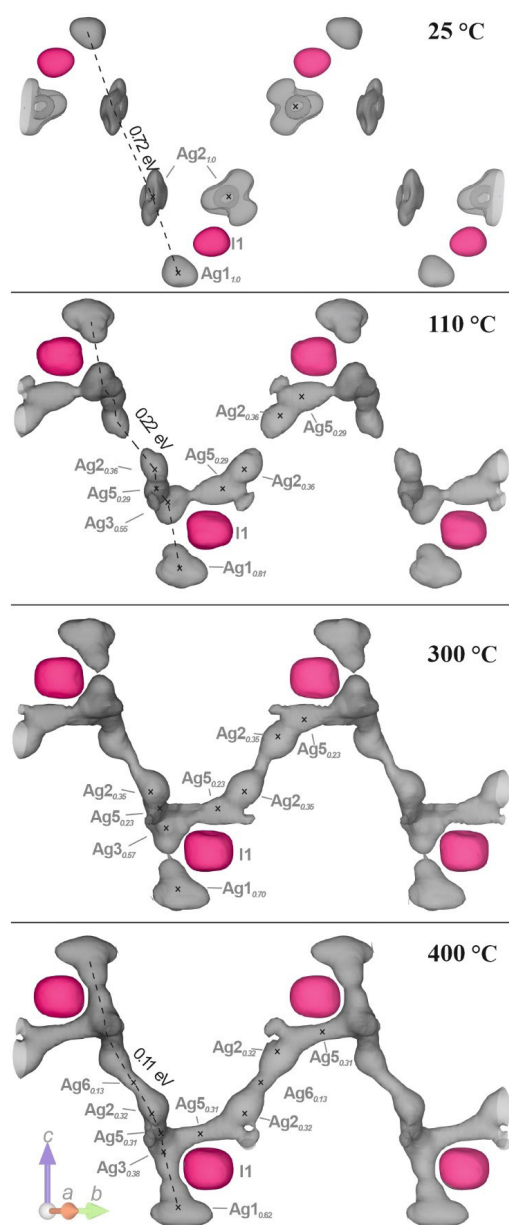


Рис. 9. Ангармоническая функция плотности вероятности для атомов серебра и иода в кристаллической структуре $\text{Ag}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{I}$ при разных температурах.

Позиции атомов серебра помечены крестиком, заселенность позиций серебра показана подстрочным курсивом.

перионных изосимметричных полиморфных переходов, что связано с «плавлением» Ag-подрешетке и перераспределением атомов серебра по 6 частично заселенным позициям, параметры тепловых смещений которых были описаны в ангармоническом приближении (рис. 9). Важной особенностью, которую дает ангармоническое описание, является возможность описания системы каналов, по которым распределены атомы серебра через функцию плотности вероятности их наблюдения.

Заключение

Галоген-содержащие бораты серебра демонстрируют исключительное структурное разнообразие. Будучи долгое время «белым пятном», кристаллохимия соединений в системе $\text{AgX}-\text{Ag}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$, была тщательно разработана в работах автора и рассмотрена в этом мини-обзоре. Отличительной особенностью этих соединений является исключительный ангармонизм колебаний атомов серебра и галогена. Проведенные исследования демонстрируют возможности современной кристаллографии для описания ангармонизма тепловых колебаний и процессов ионного обмена.

Исследования выполнены в рамках гранта РФФ № 22-23-01133 и темы НИР 122011300125-2.

Список литературы:

1. Bai C., Han S., Pan S., Zhang B., Yang Y., Li L. and Yang Z. $\text{Na}_3\text{B}_4\text{O}_7\text{X}$ ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$): two new borate halides with a 1D Na-X ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$) chain formed by the face-sharing XNa_6 octahedra RSC Adv 2015. 5. 12416.
2. Bindi L., Evain M. and Menchetti S. Temperature dependence of the silver distribution in the crystal structure of natural pearceite, $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}(\text{As}, \text{Sb})_2\text{S}_{11}$ Acta Crystallogr B 2006. 62. 212.
3. Bindi L. and Evain M. Gram-Charlier development of the atomic displacement factors into mineral structures: The case of samsonite, $\text{Ag}_4\text{MnSb}_2\text{S}_6$ American Mineralogist 2007. 92. 886.
4. Boucher F., Evain M. and Brec R. Distribution and Ionic Diffusion Path of Silver in $\gamma\text{-Ag}_8\text{GeTe}_6$: A Temperature Dependent Anharmonic Single Crystal Structure Study J Solid State Chem 1993. 107. 332.
5. Chen, C.T., Wu, B.C., Jiang, A.D., You, G.M. A new-type ultraviolet SHG crystal $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ Sci. Sin. 1985, 18. 235–43

6. Chen C., Wu Y., Jiang A., Wu B., You G., Li R. and Lin S. New nonlinear-optical crystal: LiB_3O_5 Journal of the Optical Society of America B. 1989. 6. 616.
7. Chiodelli G., Flor G., Magistris A., Campari Vigano' G. and Villa M. Stable and metastable phases in AgI-containing silver borate glasses Journal of Thermal Analysis 1983. 28. 273.
8. Hellwig H., Liebertz J. and Bohatý L. Exceptional large nonlinear optical coefficients in the monoclinic bismuth borate BiB_3O_6 (BIBO) Solid State Commun. 1998. 109. 249–51.
9. Hull S., Keen D. A., Sivia D. S. and Berastegui P. Crystal Structures and Ionic Conductivities of Ternary Derivatives of the Silver and Copper Monohalides J Solid State Chem 2002. 165. 363.
10. Hull S. Superionics: crystal structures and conduction processes Reports on Progress in Physics 2004. 67. 1233–314.
11. Kuhs, W. F. Generalized atomic displacements in crystallographic structure analysis. Acta Cryst. 1992, A48, 80–98.
12. Kuhs, W.F. Atomic displacement parameters. In: International Tables for Crystallography, D: Physical Properties of Crystals; Authier, A. Eds., IUCr, Kluwer: Dordrecht, 2006; Ch. 1.9, 228–242.
13. Laufek F., Sejkora J. and Dušek M. The role of silver in the crystal structure of pyrargyrite: single crystal X-ray diffraction study Journal of Geosciences 2012. 161.
14. Leonyuk N. I., Maltsev V. V. and Volkova E. A. Crystal Chemistry of High-Temperature Borates Molecules 2020. 25. 2450.
15. Plachinda P. A., Dolgikh V. A., Stefanovich S. Yu. and Berdonosov P. S. Nonlinear-optical susceptibility of hilgardite-like borates. Solid State Sci 2005. 7. 1194.
16. Thornley F. R., Kennedy N. S. J. and Nelmes R. J. Structural studies of boracites. IV. Thermal motion in cubic $\text{Ni}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$ at 77K Journal of Physics C: Solid State Physics 1976 9 681–92
17. Volkov S. N., Charkin D. O., Arsent'ev M. Y., Povolotskiy A. V., Stefanovich S. Y., Ugolkov V. L., Krzhizhanovskaya M. G., Shilovskikh V. V. and Bubnova R. S. Bridging the Salt-Inclusion and Open-Framework Structures: The Case of Acentric $\text{Ag}_4\text{B}_4\text{O}_7\text{X}_2$ (X = Br, I) Borate Halides Inorg Chem 2020. 59. 2655.
18. Volkov S. N., Charkin D. O., Arsentev M. Y., Aksenov S. M., Manelis L. S., Krzhizhanovskaya M. G., Sinelshchikova O. Y., Ugolkov V. L., Povolotskiy A. V., Shilovskikh V. V., Antonov A. A. and Bubnova R. S. Where the extraordinary meet: a cascade of isosymmetrical superionic phase transitions and negative thermal expansion in a novel silver salt-inclusion borate halide CrystEngComm 2022a. 24. 4174.
19. Volkov S. N., Charkin D. O., Manelis L. S., Arsent'ev M. Y., Yuhno V. A., Povolotskiy A. V., Ugolkov V. L., Krzhizhanovskaya M. G., Firsova V. A., Aksenov S. M. and Bubnova R. S. A new salt-inclusion compound, $[\text{Ag}_4\text{Br}]@[\text{B}_7\text{O}_{12}]$, with a novel type of the porous double-layered borate anion and strong anharmonicity of the "guest" sublattice Solid State Sci. 2022b. 125.
20. Volkov S. N., Charkin D. O., Firsova V. A., Manelis L. S., Banaru A. M., Povolotskiy A. V., Yuhno V. A., Arsent'ev M. Yu., Savchenko Y., Ugolkov V. L., Krzhizhanovskaya M. G., Bubnova R. S. and Aksenov S. M. $\text{Ag}_4\text{B}_7\text{O}_{12}\text{X}$ (X = Cl, Br, I) Heptaborate Family: Comprehensive Crystal Chemistry, Thermal Stability Trends, Topology, and Vibrational Anharmonicity Inorg Chem 2023. 62. 30.
21. Wu H., Pan S., Poeppelmeier K. R., Li H., Jia D., Chen Z., Fan X., Yang Y., Rondinelli J. M. and Luo H. $\text{K}_3\text{B}_6\text{O}_{10}\text{Cl}$: A New Structure Analogous to Perovskite with a Large Second Harmonic Generation Response and Deep UV Absorption Edge J Am Chem Soc 2011. 133. 7786–90.
22. Yakubovich O. V., Mochenova N. N., Dimitrova Olga V. and Massa W Reinvestigation of the $\text{Pb}_2[\text{B}_5\text{O}_9]\text{Br}$ structure based on single-crystal data Acta Crystallogr Sect E Struct Rep Online 2004. 60. i127.
23. Yu H., Koocher N. Z., Rondinelli J. M. and Halasyamani P. S. $\text{Pb}_2\text{BO}_3\text{I}$: A Borate Iodide with the Largest Second-Harmonic Generation (SHG) Response in the $\text{KBe}_2\text{BO}_3\text{F}_2$ (KBBF) Family of Nonlinear Optical (NLO) Materials Angewandte Chemie International Edition 2018. 57. 6100.

УДК 39.

ЙОГА-ТРЕНЕР ИЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЕГО СЕЙДОЗЕРО

А. С. Давыдова¹, С. А. Штырков^{2,3}

¹Центр гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН, Апатиты, ²Groupe Sociétés, Religions, Laïcités, CNRS-EPHE-PSL, Париж, Франция, ³Европейский университет в Санкт-Петербурге, Россия, a.davidova@ksc.ru

В статье на основании данных из сети Интернет был проведен анализ материалов, связанных с путешествиями к Сейдозеру. Авторы показывают, как йога-тренер из Санкт-Петербурга, рекламируя и оказывая свои услуги проводника по «местам силы», работает с воображением духовных туристов и как эта работа определяет их впечатления от поездки. Результаты показали, что некоторые проекты в области духовного туризма на Сейдозере практически не нуждаются в локальных контекстах, а могут быть представлены в качестве оригинального продукта. При этом репрезентация этого продукта опирается на типовые схемы и интерпретации, распространенные в индустрии нью-эйдж туризма.

Ключевые слова:

Сейдозеро, духовный туризм, воображение

THE YOGA INSTRUCTOR FROM ST. PETERSBURG AND HIS SEYDOZERO

A. S. Davydova¹, S. A. Shtyrkov^{2,3}

¹Barents Centre of the Humanities, KSC RAS, ²Groupe Sociétés, Religions, Laïcités, ³European University at St. Petersburg, a.davidova@ksc.ru

The article analyses data related to travelling to Seydozero Lake on the basis of materials from the Internet. In this essay we show how a yoga coach from St. Petersburg, advertising and providing his services as a guide to places of power, works with the imagination of spiritual tourists and how this work determines their impressions of the trip. The results showed that some spiritual tourism projects on Seydozero Lake need almost no local contexts, but can be presented as an original product. At the same time, the representation of this product relies on typical schemes and interpretations common in the new-age tourism industry.

Keywords:

Seydozero, spiritual tourism, imagination

Сюжет, на котором мы остановимся в этой статье, появился в ходе нашей работы по изучению «духовного туризма» или, проще говоря, путешествий к «местам силы». Этот проект задумывался как достаточно компактный, но начал со временем разрастаться, и в поле нашего зрения, кроме местных проводников, помогающих туристам совершать походы на Сейдозе-

ро, стали попадать те люди, которые не живут в Мурманской области, но тоже в качестве проводников (и иногда духовных наставников) водят туда группы.

Чтобы лучше понять, что происходит во время подготовки и проведения таких путешествий, мы используем два аналитических понятия. Во-первых, это «воображение», которое

побуждает человека отправиться в путь и определяет его восприятие того, что с ним (нею) происходит во время похода (поездки). Здесь мы опираемся, с одной стороны, на концептуальный аппарат, строящийся на метафоре технологии воображения [Sneath, Holbraad, Pedersen, 2009] и с другой стороны, на концепт «воображенного» (imageneries), используемый в антропологии туризма [Salazar, 2010]. Во-вторых – это «опыт», — прежде всего, телесное и эмоциональное мастерство пребывания в особых местах, приобретаемое в ходе подобных путешествий. Туристы стремятся такой опыт получить, проводники стремятся обеспечить им такую возможность. Особенно важным для нас оказывается вопрос о том, как образы прошлого тех мест, в которые приезжают духовные туристы, работают в воображении путешественников и создают их впечатления. Именно эти образы прошлого во многом порождают репутацию того или иного места как «места силы» и заставляют духовных туристов искать возможность прикоснуться к истории, часто в буквальном смысле этого слова.

Образы этого прошлого могут быть конкретными или размытыми, транслироваться в виде больших исторических нарративов, описания этнографических деталей из жизни местного населения или же в виде вещей, которые можно потрогать, а то и унести с собой в кармане куртки, часто испытывая при этом смешанные чувства страха, вины и удовлетворения. Они возникают из непривычной для неподготовленного уха фонетики местных топонимов, проступают в деталях скальных образований, напоминающих жадному на подобные пейзажи глазу мегалитические сооружения, и проявляются в спонтанных ритуальных практиках, отсылающих к туманной, но по своему притягательной области этники с ее могущественными шаманами, древними цивилизациями, духами урочищ и звуками варгана. Момент контакта воображения туриста и материального носителя объекта, который может или должен ответить на предвкушение переживания чего-то особого (это может быть не только касание, но визуальный контакт или услышанный звук) и производит искомый опыт. Свой способ работы с прошлым и произ-

водства из контакта и с ним особого опыта выработал и тот человек, который является героем нашего рассказа.

Недавно нам попалась на глаза реклама поездки на оз. Сейдозеро, расположенное в центре Мурманской области и имеющее репутацию одного из мощнейших «мест силы» в России. Эта реклама нас заинтересовала потому, что в этот момент мы были погружены в работу над схожими сюжетами, но на других материалах. Нас интересовало, как в туристической индустрии реализуется образ Сейдозера как священного озера саамов. Мы исходили из того, что гиды и проводники должны активно использовать местное знание о культуре народа, населявшего эту землю, как это делается в других «саамских» туристических дестинациях Норвегии, Швеции и Финляндии [Olsen, 2003; Mathisen, 2010]. Более того мы не думали, что для кого-то перспектива разработки саамской темы будет совсем неинтересна (бесполезна) хотя бы в контексте Гипербореи, когда мощная система образов прошлого, а именно история про обнаружение в окрестностях Сейдозера остатков древней высокоразвитой цивилизации, связывается с системой верований индигенного народа. Но в случае с этой рекламой мы увидели, что некоторые проекты в области духовного туризма на Сейдозере не нуждаются ни в какой местной фактуре, представляя в качестве оригинального продукта привезенные путешественниками из дома универалистские «образы» некоей общей традиции или, лучше сказать, древней, но при этом вневременной традиционности.

Организатором упомянутой поездки был петербургский инструктор по йоге (имя мы не используем в тексте по этическим соображениям). Он обращался к посетителям своего сайта и страниц в социальных сетях с предложением присоединиться к нему в планируемом путешествии, которое обещало быть захватывающим и полезным.

“ Скорее, с 11.09 по 19.09 [2020] я отправлюсь в ежегодную экспедицию в заповедники к Сейдозеру. Цель — прокачка бизнескачества на местах силы, подъемах на гору Шамана и к Цирконозеру. Нетвор-

кинг в чуме, обшитом оленьими шкурами, там же практика йоги. В остановках на длинном пути мастер-классы, йога, решение медитативных бизнесзадач. Это самая красивая пора в ловозерских тундрах, заставляющая влюбиться в русский Север с первого взгляда. Желающих присоединиться тестим [т. е. проверяем] на крепость характера и тела, слабакам там не место [Запись на странице, 2020]. ”

Именование этого мероприятия экспедицией показалось нам несколько высокопарным и даже не совсем уместным, тем более что автор легко находил совсем другие слова, чтобы емко обозначить суть предлагаемого им путешествия по этому маршруту. Например, в 2019 году он называл его «Транс-кармический энерджи-туром». Тогда обещалось, что это путешествие «навсегда изменит сознание» тех, кто в него отправится [Запись на странице, 2019]. В 2017 году путешествие определялось с помощью специального термина, происходящего из индуизма, но сейчас прочно обосновавшегося в словаре духовности Нью-Эйджа: «Кундалини-йога-тур» [Запись на странице, 2017]. Приглашение присоединиться к группе в 2023 году предлагало «отправиться в энерджи-тур на Сейдозеро, чтобы стать другим человеком». В этом обращении развивалась намеченная в нескольких предыдущих рекламных объявлениях тема (само)трансформации, и утверждалось, что «человек, побывавший на Сейдозере, становится Человеком» [Энерджи-тур].

Особые качества этих мест вместе с профессиональным мастерством самого проводника должны были гарантировать, что искомые изменения в личности человека, решившегося сюда приехать, непременно произойдут. В рекламных текстах этот трансформационный потенциал прямо увязывается с древней историей этого северного края:

“ Со времен Гипербореи на Кольском полуострове сохранилось немало священных мест, где Небо соприкасается с Землей, образуя своеобразные порталы для переходов в другой мир, с одной стороны,

и где можно воздействовать на жизнь (удачную охоту, рыбалку), используя энергии тонкого мира, с другой. Сейчас такие места называют местами силы, находясь в которых и используя определенные психотехники, можно влиять на течение жизненных ситуаций [Запись на странице, 2015]. ”

Размышляя над тем, почему подобные поездки называют экспедициями, мы обратили внимание на следующее. Казалось бы, само слово «тур», а также обещания оказания качественных услуг в этих и массе подобных текстов, прямо указывает на коммерческую природу этих предложений. Однако в методах презентации этих поездок часто можно встретить что-то, выходящее их за рамки практик продажи и покупки приятного / полезного отдыха. Конечно, слово «экспедиция» прямо, если не сказать прямолинейно, используется для того, чтобы в воображении потенциального путешественника возникли образы самостоятельно проведенного научного исследования. При этом эти образы призваны легитимировать и придать вес проекту, который многие профессиональные ученые посчитали бы относящимся скорее к сфере эзотерики [Lewis, 2007]. Но есть в этом объявлении что-то, что относится скорее к области продуманного туристического маркетинга и что можно обобщенно определить как обещание трудностей. Эти трудности могут описываться по-разному. Но в любом случае потенциальных клиентов будут готовить к тому, что им в поездке предстоит работать над собой и преодолевать себя, а не просто наслаждаться северной экзотикой. Другими словами, важной составляющей рекламного предложения является перспектива того, что для получения искомого опыта – новых важных знаний и ощущений – нужно будет хорошенько потрудиться. Этот опыт, выстраданный и легитимный в качестве источника знаний о мире (это же экспедиция), будет особенно ценен, поскольку он производится через расходование не только физических, но и эмоциональных ресурсов.

Последовательное именование экспедициями этих несложных маршрутов, не предполагающих, казалось бы, никакой исследовательской

составляющей, вполне характерно и показатель-но. В этих нарративах, особенно ярко представ-ленных в видеорепортажах о таких поездках, тема работы над собой и, особенно, напряжен-ного взаимодействия с местом, в которое про-водник приводит своих экскурсантов, оказыва-ется исключительно важной. Так, приведя своих спутников к одному из озер и стоя вместе с ними под сильным ветром, йога-тренер обращается к ним (и к зрителям своего видео):

“Итак, наслаждайтесь энергетикой... не то что наслаждайтесь, а выпитывайте энергетику здешних мест, редко доступ-ных. И слава Богу, что [сюда] не подве-дены ни железная дорога, ни асфальт, что так можно здесь побыть в одиноче-стве и в энергиях» [Озеро Райявр, 2017].”

По-видимому, слово «наслаждайтесь» по-казалось организатору тура слишком легким и «пассивным» для обозначения действия, ожи-даемого от его спутников (и зрителей его видео, которые могут оказаться в таком месте), и он решил немного повысить степень ожидаемой активности своих адресатов. В другом своем рассуждении он, объясняя ведомой им группе (и на видеокамеру) необходимость проявлять упорство в восхождении на перевал, уподобил усилие своих спутников трудной работе шаманов и тем самым пообещал им обретение осо-бых способностей. Для этого путешественники должны проделать тот же труд, что и шаманы, и в каком-то смысле стать шаманами:

“Впереди – нагромождение камней, ко-торые нужно преодолеть. Шаман должен быть физически крепким и выносливым, потому что его работа заключается в про-качке через себя огромных количеств энергии, то есть духов, для помощи дру-гим людям. Если он может все это здесь преодолеть, тогда он может быть и цели-телем» [Кундалини-йога тур, 2015].”

Кстати, проводник называет этот маршрут «тропой шаманов», что считывается его ау-диторией как отсылка к какому-то местному

знанию, которым, правда, как показали наши исследования, никто из местных не обладает.

Легко заметить, что наш герой прибегает к аргументам, типичным для тех гидов, которые по тем или иным причинам должны предста-вить своим клиентам сложности пути не просто как досадное неудобство, а как потенциальный источник предполагаемого важного для них опыта. Тяготы путешествия оказываются тем «вызовом», который обернется для готовых его принять безусловным благом – в данном случае, доступом к жизненно важным ресурсам (энергии) или престижной идентичности (це-лителя-шамана). Однако чтобы это благо было воспринято в качестве такового, нужно, чтобы эти ресурсы и идентичности ценились потенци-альным реципиентом этих обращений, а терми-ны, в которых они репрезентировались, были ему понятны и близки. В данном случае сомне-ваться в том, что эти смыслы были правиль-но считаны, не приходится – спутники нашего проводника были благодарной и отзывчивой аудиторией, способной разделить с ним де-кларируемые им ценности. Им был без особых разъяснений понятен особый статус удаленных от сетей современной инфраструктуры локусов. Они понимали, насколько важно получить до-ступ к недоступным для большинства их со-временников состояниям и идентичностям. И конечно, они хотели наполняться той энер-гией, которой, по умолчанию, всегда не хватает жителям мегаполисов. Комментарий к одному из постов об очередной состоявшейся поездке, оставленный одной из ее участниц, в этом отно-шении достаточно красноречив:

“Разрезав бытие на До... и После..., ворвалось в жизнь ярчайшим золотым лучом. Визит в Хибины, в страну «За севе-ром», опутанной легендами Гиперборею. Нет, то не путешествие и не приключение, то посвящение к источникам энергии... [Новый Мастер-Взгляд, 2018].”

Другими словами, это была не просто тури-стическая поездка, а инициация.

Для представления опыта поездки в каче-стве особой духовной практики йога-тренер в

своих видео-репортажах последовательно описывает организуемые им путешествия как своего рода паломничества к точкам, не известным широкому потребителю подобного продукта. Недоступность этих мест должна делать их особенно эффективными в глазах того, кому нужна «энергичная гигиена и профилактика», и выгодно их отличать от разрекламированных пустышек – всемирно известных центров духовного туризма. Заставляя работать воображение своих реальных и потенциальных клиентов, проводник создает сложные образы локусов, в которых парадоксальным образом соединяются мотивы высоких технологических достижений древних цивилизаций, представители которых добывали в этих местах таинственные ископаемые, и древних храмов, где установление прямой связи с Космосом-Богом является вещью простой и естественной:

“ Ну вот мы с вами побывали на озере Райявр. Всё первозданное – и тишина, и природа. Но первозданное с точки зрения, может быть, последних каких-то тысяч лет. До сих пор оно остается самым сильным на планете по энергетике. Здесь бывает от силы человек двадцать за год. И посчастливилось нам здесь побыть одними из этих двадцати. Видно, что это... вот сейчас вы видите бывший карьер. Ну настолько мощная энергетика тех ископаемых природных или чего-то, что здесь добывали, осталось в воздухе, что после этого еще строились здесь сакральные культовые сооружения. Здесь до сих пор напрямую связь с космосом, с Богом происходит. Такое, что ли... природный храм, где очень эффективно проходит медитации. Поэтому в следующем году уже в 2017, пожалуйста, опять такого рода посещения я буду организовывать сюда, в эти края, для того, чтобы в любую погоду – и в такую солнечную, и любую мы могли здесь с вами и маячки поставить, и энергетiku свою усилить, прочистится. Ну это, конечно же, по сравнению с раскачанными [саркастично усмехается] Стоун-Хенджами или Мачу-Пикчу в миллион раз сильнее, мощнее, круче и так далее [Озеро..., 2017]. ”

Анализируя доступные в сети материалы, можно уверенно сказать, что герой нашего повествования является весьма опытным, харизматичным проводником. Он знает потребности своих клиентов, что неудивительно, т.к. многие из них постоянно участвуют в его семинарах и тренингах, он во многом формирует предложение и хорошо ориентируется в пространстве услуг, которые мы относим к области духовного туризма. Правда, если рассматривать его туры в более широком контексте поездок на Сейдозеро и другие места силы Мурманской области, он останется скорее неким показательным исключением, своего рода резонером, который, смотря на происходящее из Санкт-Петербурга, вкладывает в Сейдозеро и в его окрестности какие-то свои оригинальные смыслы. Эти смыслы он не находит в том месте, куда везет своих спутников, он привозит их с собой и уже на месте с ними энергично работает. Так, он придумывает емкое название для одного из своих маршрутов – «тропа шаманов» [Поход от рудника на перевал Эльморайок он называет шаманской тропой – к некому Циркон-озеру], ориентируясь не на местные, а на самые общие представления о шаманских инициациях; даже складывание столбиков из камней, которые туристы охотно собирают, движимые потребностью отметить небольшим ритуалом прохождение важной точки маршрута, он трактует по-своему, а именно как особую духовную практику: строя эти пирамидки, члены его экспедиций не развлекаются, но создают энергетические фантомы – своих двойников. Для проводника создание этих вторых тел является его оригинальной техникой, а ее применение – одним из центральных моментов подобных путешествий, возможно, их главной целью. Вот как он описывает этот процесс в одном из видео:

“ Вот в чем идея этой технологии. Нужно выбрать приятное для себя место, там, где излучается энергия, и замереть в медитации, запоминая свое состояние, многомерное состояние семиуровневый кармической структуры, то есть себя самого, состоящего из физического уровня, сек-

суальной энергии, психо-эмоциональной энергии, энергии денег, энергии знаний, энергии управления собой и духовной энергии – в такой многоплановой... не матрица – в многоплановой такой комбинации и впечатать в окружающее пространство это свое состояние так, что потом, когда мы уезжаем отсюда, оставить свой фантом, то есть не человека, но остается фантом. Вот как это происходит попробую сейчас на пальцах показать.

Вот я сейчас стою и должен осознать и почувствовать все свои оболочки – как биополевые, и так энергетические все семь чакр и уровни кармы. Это сложная медитация. Происходит либо в какой-нибудь стойке цигун, либо просто может человек стоять, выпрямившись с прямым позвоночником, чтобы все-таки лучше делать энергия по главному энергетическому каналу. И вот сейчас я здесь и через несколько времени, через несколько секунд мое тело исчезает, остается только фантом [Кундалини-йога тур, 2015].

”

То есть двойники-фантомы останутся в этом месте после того, как их строители его покинут, чтобы, по словам проводника,

” можно было бы энергетику озера и всего приозерного края Сейдозера перекачивать в свою судьбу, в свои обстоятельства для помощи бизнесу, для помощи отношениям, для исцелений, в общем, для исполнения некоторых желаний, лишь бы они совпадали с мнением как благородных шаманов, так и тех высших сил природы, к источнику которых они сами присоединены – к великому космосу [Кундалини-йога тур, 2015].

”

При этом, даже говоря об испытаниях, о трудностях преодолеваемого пути, гид, конечно, не ставит своей целью проведение настоящего автономного туристического похода – его спутникам нужны трудности только в том объеме, который позволил бы им не таскать на маршруте тяжелых рюкзаков и не спать в мокрой па-

латке. Чтобы не отвлекаться на решение вопросов выживания и сосредоточиться на духовных упражнениях, они охотно пользуются местной туристической инфраструктурой – работники одной из окрестных турбаз обеспечивают гида и его группы кровом, едой, транспортом и даже знакомят с какой-то долей местного нарративного наследия. Но все же основную, критически важную для его предприятия информацию о тех местах, посещение которых является его целью, он берет не у местных, а из своего опыта духовного наставника и нью-эйдж бизнес-тренера.

” Сейдозеро... Вот почему я здесь, – подумал я. – Сейдозеро. Об этом легендарном озере знает каждый, кто хоть недолго увлекался эзотерикой или историей Гипербореи». Память перенесла меня в уютный кабинет, к столу, ярко освещенному вытянутой люминесцентной лампой. Несколько карт, около десятка книг на столе да большое увеличительное стекло – вот начало моего путешествия [«Впечатление» о Сейдозере, 2020].

”

В некотором смысле этот набор предметов и текстов не только запустил процесс этого путешествия, но и определил его ход и даже результат. При этом нельзя сказать, что саамский нарратив полностью остался вне поля зрения мастера – в одном из своих приглашений в путешествие на Сейдозеро он включил несколько абзацев из доступных интернет-источников, почти их не обработав [Сейдозеро, 2017]. Но материалы этих поездок практически не содержат отсылок к культуре саамов. Сейдозеро в них предстает как место, содержащее чистую энергию, которую просто нужно уметь собрать и транспортировать с помощью новых духовных технологий. В это место нужно приходить, чтобы

” поставив там свои энергетические фантомы, [мы] могли бы скачивать свою карму, свою структуру энергетики кармы, те энергии, которые как раз восполняют дефицит того, что города разъедают. Очень много различных.. стрессов, воз-

действий негативных. А здесь этой энергии много. И, так сказать, мы протянем такие магические, телепатические провода отсюда и будем получать от местных электростанций те энергии, которые нам так необходимы при активной жизни. ”

Итак, наше небольшое исследование показало, что есть проводники, которые водят группы людей на Сейдозеро как на «место силы», и которые практически не обращаются к историко-культурному или природному наследию края, а используют свои индиви-

дуальные модели взаимодействия с «местом силы». В дальнейшем было бы интересно изучить какие типовые схемы, также распространенные в сфере духовного туризма обыгрываются на Сейдозере.

Благодарности:

Статья выполнена при поддержке федерального бюджета по теме государственного задания Центра гуманитарных проблем Баренц-региона Кольского научного центра Российской академии наук № FMEZ-2022-0028.

Список литературы:

1. «Впечатление» о Сейдозере // Социальная сеть ВКонтакте. Дата публикации: 19. 08. 2020. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_15424
2. Запись на странице // Социальная сеть ВКонтакте. Дата публикации: 8. 09. 2015. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_2861
3. Запись на странице // Социальная сеть ВКонтакте. Дата публикации: 31. 08. 2017. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_8605
4. Запись на странице // Социальная сеть ВКонтакте. Дата публикации: 3. 08. 2019. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_15439
5. Запись на странице // Социальная сеть ВКонтакте. Дата публикации: 27. 08. 2020. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_15439
6. Кундалини-йога тур на священное Сейдозеро в 2013 году // YouTube. Дата публикации: 28. 10. 2015. URL: youtube.com/watch?v=f2JeXl2dwBE
7. Новый Мастер-Взгляд, как всегда по понедельникам! Вдохновение, мотивация и заряд энергии! Запись на странице Социальная Сеть ВКонтакте. Дата публикации: 24. 09. 2018. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_11551
8. Озеро Райявр // YouTube. Дата публикации: 2. 01. 2017. URL: youtube.com/watch?v=eVwm4xnU5-M
9. Сейдозеро. Запись на странице // Социальная Сеть ВКонтакте. Дата публикации: 22. 08. 2017. URL: vk.com/andreilevshinov?w=wall-2829111_8518
10. Энерджи-тур на Сейдозеро. URL: levshinov.ru/11-18-sentyabrya-enerdzhi-tur-na-sejdozero
11. Lewis J. R. Science and the New Age. In: Edited by Daren Kemp and James R. Lewis. Handbook of the New Age. Boston: Brill, 2007. P: 207–230.
12. Mathisen S.R. Indigenous Spirituality in the Touristic Borderzone: Virtual Performances of Sámi Shamanism in Sápmi Park // Temenos. 2010. Vol. 46(1). P: 53–72. <https://doi.org/10.33356/temenos.6941>
13. Olsen K. The Touristic Construction of the «Emblematic» Sámi // Acta Borealia: A Nordic Journal of Circumpolar Societies. 2003. Vol. 20(1). P: 3–20. doi:10.1080/08003830310001256
14. Salazar N. B. Envisioning Eden: Mobilizing imaginaries in tourism and beyond. Oxford: Berghahn. 2010. 264 p.
15. Sneath D., Holbraad M., Pedersen M.A. Technologies of the Imagination: An Introduction // Ethnos. 2009. Vol. 74(1). P. 5–30. <http://dx.doi.org/10.1080/00141840902751147>

«ФЕСТИВАЛЬНЫЙ» ВЗГЛЯД НА ГРИБНОЙ МИР: КАК УСВОИТЬ ЗНАНИЯ С МАКСИМАЛЬНЫМ УДОБСТВОМ?¹

Первый «Грибной фестиваль в Хибинах», организованный Кольским научным центром и ставший финальной точкой XVII международного рабочего совещания по изучению макромицетов, собрал не только ученых, но и горожан, которые сделали тут множество открытий. Во-первых, узнали правильные названия знакомых грибов. Во-вторых, увидели грибы, которых не встречали раньше. И, наконец, обнаружили здесь такие грибы, о которых никогда ранее не слыхивали. Вот и получается, что новые знания получил каждый, кто посетил в последние выходные августа интерактивный центр КНЦ «Хибинариум» и арт-парк «Таинственный лес».

Конечно, фестиваль – это разнообразные развлекательные мероприятия для детей и взрослых: квесты, мастер-классы, ярмарки. Но главное тут – это возможность послушать лекции, что прочли ученые – микологи и ботаники, – и прямо на месте задать им вопросы. А вопросов было множество: от «Можно ли употреблять в пищу мухоморы» до «Плюс это или минус, если «Красная книга» становится толще?»

Надо отметить, что грибную научно-популярную тематику ученые Кольского научного центра уже поднимали – в рамках лектория «Край, в котором я живу» в 2018 году проводили для горожан грибной марафон. Но на этот раз непосредственно выставка экземпляров разрослась до необычайных размеров: несколько столов с экспонатами, красочно и со вкусом оформленные, этикетки, понятные и ученому, и неопиту, возможность прямо на месте расспросить специалистов, что именно перед нами, как оно живет, за счет чего размножается, какую пользу или вред приносит,

сорняк или деликатес, условно или безусловно съедобно или же вовсе не предназначено для питания. А главное – как же точно определить, что за находка перед нами, как правильно фотографировать грибы для опознания и куда обращаться за советом.

Все собранные грибы для выставки – труд полевого выхода трех десятков специалистов-микологов, то есть продукция наших, хибинских тундр и лесов и наметанный, совершенно особый взгляд собирателя.

“ Во-первых, наше мероприятие наглядно показывает: грибов в этом году полно, ведь то, что лежит на столах, собрано за полдня в ближайших окрестностях города Апатиты. Нужна только внимательность и пылливый ум. Ну и особенно хочу отметить, что мы проводим не просто первый фестиваль – первую в Мурманской области выставку грибов! – такими словами открыл фестиваль Евгений Боровичев, заместитель генерального директора Кольского научного центра РАН и один из основных организаторов двухдневного научно-популярного марафона.

Напомнила главный принцип тихой охоты («Не уверен – не бери!») и рассказала о том, как правильно спрашивать ученых о грибах и как максимально точно делать фото находок, Людмила Калинина, сотрудник Лаборатории систематики и географии грибов Ботанического института (Санкт-Петербург):

“ Мой первый учитель, Александр Елисеевич Коваленко, памяти которого и посвящено рабочее совещание в Апа-

1. Впервые опубликовано [на сайте ФИЦ КНЦ РАН](#)



Как выглядят плодовые тела многих макромицетов, мы знаем. Это всем известные лесные грибы и трутовики. Фото из **группы фестиваля**.

татах, в рамках которого мы здесь, проводил подобные выставки в Доме природы, еще в СССР – последняя прошла в 1991 году.

У нас в «Санкт-Петербурге существует микологическое общество, объединение профессионалов и любителей. Вот эти люди много ходят, они отлично изучили местные леса и иногда даже лучше осведомлены, чем профессионалы. Так, все вместе, с 2011 года мы проводим в Санкт-Петербурге подобные выставки. Уже отработана система подготовки экспозиции, это процесс небыстрый и самое сложное в нем – придумать концепцию, расположить экспонаты в логичные и правильные места. Но у вас все тут особенное, грибы растут вперемешку, и так же были нами собраны, так же и представлены. Кстати, здесь сбылась одна моя мечта – особый стол без этикеток встречал посетителей, на нем мы разложили просто самые красивые экземпляры. В Санкт-Петербурге до этого руки ни разу не доходили!

Людмила Калинина отметила, что вообще микологов не так много – это специфическая область знаний. И идея рабочего совещания, что прошло в Апатитах – собирать людей из разных уголков страны каждый раз в новом разном регионе, обмениваться знаниями, чтобы говорить на одном и том же языке. С первого совещания в 1984 году формат был таким, как и сейчас: с утра совместный выезд, сбор образцов, а после обеда – определение, обмен опытом. Плюс очень важный момент – в совещаниях должны принимать участие аспиранты, студенты, неравнодушная и увлеченная молодежь, потому что знания нужно передавать, а в этой области изучения макромицетов многое необходимо видеть своими глазами, чтобы понять и усвоить.

А если вернуться к грибным выставкам, то, по словам Людмилы, уникальность их грибных выставок в том, что каждая неповторима, ведь собирается она моментально, из того материала, что именно здесь и именно в это время года предоставит сама природа. Интересно, удивила ли она специалистов?

”



Ольга Петрова и Евгений Боровичев встречают гостей грибного фестиваля в музее «Хибинариум». Фото из **группы фестиваля**.

“ Да, я впервые увидела ваши летние леса. Меня удивил ваш низкий лес, маленькие елочки и совершенно потрясающая тундра! Но организаторам мероприятий всегда не хватает времени мало, а значит, мы обязательно еще раз вернемся. ”

Не менее необычной показалась наша природа иностранным участникам совещания микологов.

“ У меня нет слов, я увидел необычайно красивые горы, интересные растения, много новых для меня грибов, – говорит Илер Мустафаев, миколог Лаборатории микологии и альгологии Института ботаники в Ташкенте. – Я приехал к вам впервые и увидел прекрасные места, куда уже хочется вернуться. Увидел впервые своими глазами мухомор, лисички – все это раньше было доступно только на иллюстрации. Я очень раз возможности здесь

побывать, познакомиться и пообщаться с коллегами, и, конечно, с местными жителями, а они очень гостеприимны, великодушны – раньше я о северянах так не думал и подобного радушия не ожидал. ”

Одна из организаторов фестиваля Ольга Петрова, сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, подвела итог двухдневного научно-популярного мероприятия:

“ Основной идеей «Грибного фестиваля в Хибинах» было показать многообразие мира грибов. Что кроме «суповых» есть еще и «научные» грибы, что они окружают нас повсюду: в лесу и в тундре, на почве и на пнях, на ветках и листиках. А поскольку замечательные микологи со всей страны собрались в Апатитах, нельзя было не использовать эту прекрасную возможность.



Второй день фестиваля проходил в атмосфере игры и праздника.
Фото из **группы арт-парка «Таинственный лес»**.

Любой фестиваль – это возможность собрать под знаменем одной общей идеи множество всяких активностей, удобных и приятных для людей способов знакомства и новой информацией и ее запоминания. Мы разделили площадки специально: в апатитский «Хибинариум» пришли горожане подготовленные, прошедшие наши лектории, у них есть некая база знаний и мы старались для них презентовать наиболее экспертное представление данных. Интеллектуальная составляющая для многих, кто приходил сюда, была важна. А в «Таинственном лесу» – совсем другая аудитория, сюда приехали самые разные люди, и для них программа была более интерактивной, игровой, на-

правленной на получение знаний через позитивные эмоции. Все это создавало определенное настроение, очень благоприятный фон.

Сейчас, спустя несколько дней после завершения первого фестиваля стало понятно, что такой формат у нас будет ежегодным – есть для кого рассказывать и есть что у нас показывать. Спасибо за поддержку областному Комитету по туризму и давним нашим партнерам, «Таинственному лесу». Думаю, что на следующий год мы будем придумывать что-то не менее интересное!

”

Подготовила
Наталья Чернова



Денис Волков и Михаил Сидоров знакомили с красотой минералов детей и взрослых в апатитском Дворце культуры и в МВЦ «Апатит». Фото В. Данилиной

ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ ЗАВЕРШИЛИ НАУЧНЫМ ДНЕМ И НАУЧНОЙ НОЧЬЮ

Всероссийский фестиваль «Наука 0+» в Апатитах проводят обычно в начале ноября. Эти даты выбраны не просто так: 10 ноября отмечается Всемирный день науки за мир и развитие. Приобщают к научному взгляду на мир горожан всех возрастов, особенно самых юных, во время фестиваля все образовательные, исследовательские и культурные организации города. И конечно же, большую роль в фестивале играют сотрудники Кольского научного центра: этой осенью они провели около сотни экскурсий, лекций, викторин и других занятий для школьников и воспитанников одиннадцати детских садов города.

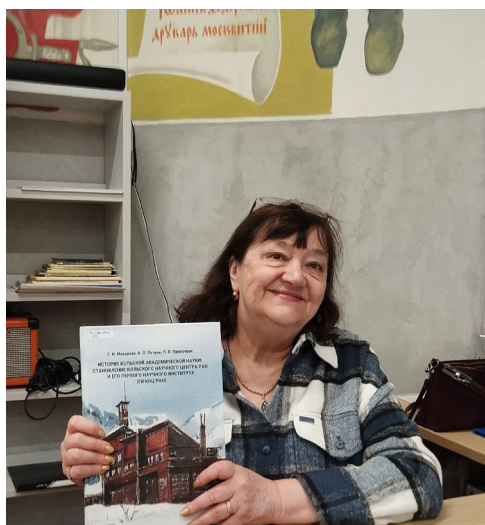
Девиз 2023 года – «Океан науки. Твое полное погружение». И участники фестиваля действительно с головой окунулись в этот увлекательный мир. Вот только некоторые темы, которые затронули ученые: «Как лес регулирует климат на Земле?», «Разрушители нефти – как микроорганизмы очищают почву», «Живые фильтры – как растения очищают воду», «Знакомство с методами изучения лесных экосистем», «Мегапроекты Кольского полуострова», «Путешествие в мир пород, минералов и изотопной геохимии», «Имитационное моделирование –

шаг в будущее», «Современные инструменты инвестирования и сбережения».

Завершилось погружение 11 ноября. В городском Дворце культуры прошла интерактивная выставка всех организаций, участвовавших в фестивале. Дети и их родители переходили от стенда к стенду, знакомясь с геологией и химией, робототехникой и медициной.

Однако этим праздник науки не закончился. В этот день библиотека им. Л.А. Гладиной провела лекционный день, а Музейно-выставочный центр АО «Апатит» – ставшую уже традиционной масштабную акцию «Ночь наук». И в той, и в другой приняли активнейшее участие представители Кольского научного центра.

Заведующая Научным архивом КНЦ РАН Елена Макарова рассказала посетителям «гладинки» об истории создания новой книги «История Кольской академической науки: становление Кольского научного центра РАН и его первого научного института (ГИ КНЦ РАН)». Старший научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера Юлия Химич предложила слушателям взглянуть на янтарь глазами биолога. Научный сотрудник Института химии и технологии редких эле-



Елена Макарова рассказала о новой книге. Фото Е. Боровичева



Юлия Химич успела за день прочитать две лекции: одну в Апатитах, вторую – в Кировске. Фото Н. Щур



Татьяна Иванова, Галина Калашникова и Дарья Грязнова «химичили» вместе с детьми. Фото Н. Щур

ментов и минерального сырья Владимир Долматов объяснил собравшимся в библиотеке, что такое электрохимия.

Акция в Кировске растянулась на пять часов, однако прошли они практически мгновенно, поскольку скучать не пришлось никому. В каждом из пяти тематических блоков, посвященных биологии, физике, химии, геологии и истории, нашлось место для ученых из Апатитов. Лекции

и интерактивные занятия провели Захар Слуковский, Евгений Боровичев, Юлия Химич, Екатерина Копеина, Иван Тананаев, Денис Волков, Павел Серов, Никита Цветов, Татьяна Иванова, Дарья Грязнова, Галина Калашникова, Григорий Ильин и Дмитрий Денисов.

Подготовили
Вероника Данилина и Надежда Щур.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С УСПЕШНОЙ ЗАЩИТОЙ ДИССЕРТАЦИЙ



Иван Розанов
и Илья
Горбунов

31 октября в Санкт-Петербургском государственном университете состоялось заседание диссертационного совета, на котором младший научный сотрудник Геологического института Илья Горбунов успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Научный руководитель работы «Кинематика палеопротерозойских тектонических движений в Кейвском террейне, северо-восток Фенноскандинавского щита» – главный научный сотрудник института, доктор геолого-минералогических наук Виктор Балаганский.

28 ноября на заседании диссертационного совета, созданного на базе Хабаровского федерального исследовательского центра ДВО РАН, состоялись успешные защиты диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. Соискатели и их руководители – сотрудники Горного института Кольского научного центра.

Диссертационная работа Владимира Лаптева называется «Исследование механизма формирования потерь и разубоживания руды на основе численного моделирования процесса торцевого выпуска». Научный руководитель Владимира Викторовича – доктор технических наук Сергей Вячеславович Лукичев.

Работа Ивана Розанова – «Исследование кинематических параметров обрушений мас-

сивов прочных скальных пород (на примере Ковдорского месторождения апатитовых и магнетитовых руд)». Научные руководители Ивана Юрьевича – доктор технических наук Эдуард Каспарьян и доктор технических наук Вадим Рыбин.

Поздравляем ученых с успехом и желаем им значимых научных открытий, востребованных коллегами публикаций и больших достижений на новом этапе научной карьеры!



Вла-
димир
Лаптев

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ АРХИВНЫЙ ФОРУМ НАУЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ СОСТОЯЛСЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

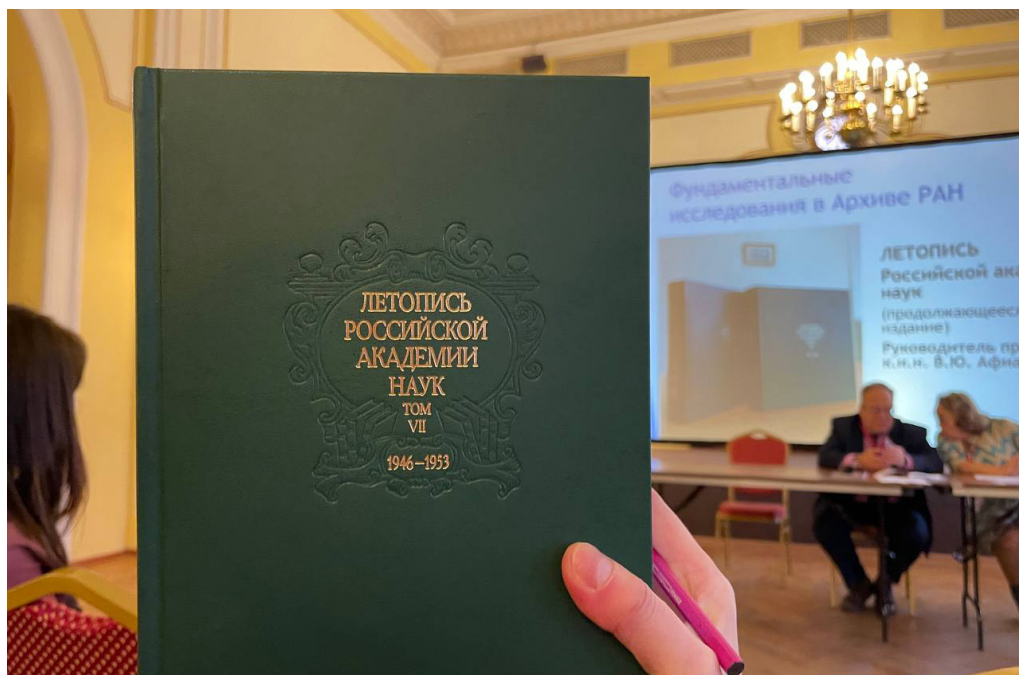


Фото
Л. Панасенко

12 октября в Санкт-Петербурге прошло знаковое для архивов научных учреждений событие – Всероссийский научно-практический архивный форум научных учреждений. Форум был организован при поддержке Архива РАН в рамках III архивного съезда, проводившегося Санкт-Петербургским государственным университетом и приуроченного к 300-летию Университета и Академии наук.

Участников форума – представителей научных учреждений и отделений РАН со всей России (от Москвы и Санкт-Петербурга до Новосибирска) – приветствовали руководитель Архивного центра СПбГУ Николай Штыков и директор Архива РАН Александр Работкевич. В своих выступлениях они выразили надежду на дальнейшее развитие диалога коллег и проведение совместных мероприятий.

После официального приветствия форум развивался в формате дискуссии, поделенной на четыре блока. Коллегам предлагалось обсудить вопросы и проблемы комплектования архивов

научных учреждений, обеспечения сохранности и учета документов, использования и популяризации научных документов и информатизацию архивных процессов. Сотрудники Архива РАН подготовили к каждому блоку выступления на интересующие всех присутствующих темы.

По первому вопросу с докладами выступили начальник отдела Архива РАН Ольга Селиванова и старший научный сотрудник Архива РАН Юлия Щепанская. Ольга Владимировна в своем выступлении осветила довольно сложный вопрос комплектования архива документами личного происхождения. Архивы научных учреждений заинтересованы в сохранении наследия своих ведущих сотрудников – ученых и организаторов науки, но не всегда удается убедить и самих ученых, и их родственников передать бесценное наследие на бережное хранение архивистам. Кроме того, необходимо юридически верно оформить процедуру передачи прав на документы и предметы и далее соблюсти все правовые тонкости при использовании ар-



Участники
форума.
Фото
предоставлено
Л. Панасенко

живных документов. Вопросы коллег касались формы договора и ответственности за нарушение прав ученого и его наследников на имущество, неприкосновенность личной и семейной тайны. Александр Работкевич заметил, что в случае возникновения конфликтных ситуаций и споров архив в любом случае остается третьей стороной и лишь исполняет волю суда и владельцев документов.

Юлия Витальевна затронула тему комплектования архивов научных учреждений служебными документами – управленческой и научной документацией. Важной составляющей формирования и оформления документов в делопроизводстве научных учреждений и при подготовке их к передаче на хранение в архивы является определение сроков хранения документов. К сожалению, изданный еще в советские годы Перечень типовых архивных документов Академии наук к настоящему времени утратил свою актуальность в силу ряда причин. Последние изданные Росархивом Перечни – отдельно по управленческой документации и отдельно по научной являются общими для всех организаций России и не учитывают специфику конкретных учреждений. В ближайшее время будет издан Перечень

документов Министерства науки и высшего образования, который должен облегчить жизнь делопроизводителям и архивистам.

Следующие доклады и обсуждения были связаны с темой учета и сохранности архивных документов и предметов. Начальник отдела Архива РАН Наталья Литвина в своем сообщении описала методы сохранения бумажных документов, применяемые в архиве, а также поделилась опытом по созданию коллекции долговечных фотоснимков по истории учреждения.

Доклад Ирины Пармузиной, старшего научного сотрудника Архива РАН, был посвящен вопросам сохранности и реставрации небумажных архивных документов. Учет предметов, являющихся частью архивных документов, вызвал живое обсуждение в зале, участники из Института восточных рукописей РАН и других учреждений охотно поделились своим опытом. Также Ирина Сергеевна рассказала про метод инфракрасной съемки для реставрации изображений на стеклянных негативах. Примечательно, что начать оцифровку негативов и опробовать новый метод реставрации решили на снимках из фонда Александра Евгеньевича Ферсмана, сделанных во время его экспедиций.

Коллеги обсудили возможности использования современных технологий для создания страхового фонда и фонда пользования архивных документов. Опытные архивисты высказали обоснованные опасения о долговечности таких «цифровых зеркал» и их доступности следующим поколениями исследователей и пользователей архивных документов. Возможно, часть вопросов, связанных с применением цифровых технологий, удастся решить благодаря поправкам в законодательство – сейчас рассматривается проект изменений в отдельные Федеральные законы в части хранения электронных документов.

После непродолжительного перерыва на обед работа форума возобновилась кратким сообщением начальника архива Сибирского отделения РАН Виктора Иштутенко. Участники форума с интересом выслушали своего коллегу. Архив переживает сложный период, но есть надежда, что изменения в законодательстве скажутся на нем в лучшую сторону.

Одна из проблем, с которыми сталкиваются научные учреждения – отсутствие стандартизированного программного обеспечения для архивных целей.

Далее с докладом об использовании архивных документов выступила заместитель директора Архива РАН по научной работе Надежда Михайловна Осипова. Продолжая тему, поднятую в первом блоке, она напомнила коллегам о необходимости юридического сопровождения при использовании архивных документов – заключении договоров на публикацию и экспозицию, а также о пользе выставок архивных документов для создания репутации архива и для повышения интереса со стороны исследователей и ученых – возможных фондообразователей.

Начальник отдела Архива РАН Светлана Лиманова поделилась опытом подготовки и публикации научных и научно-популярных изданий по документам Архива РАН. На форуме был представлен VII том Летописи Российской академии наук, в котором нашли отражения события за период с 1946 по 1953 годы. Кольский филиал АН СССР не один раз упоминается в этом томе!

Последний, четвертый, блок дискуссии был посвящен использованию информационных

технологий в архивах. Ученый секретарь Архива РАН Татьяна Лаптева провела небольшой экскурс в историю создания и внедрения специализированного программного обеспечения Информационная система «Архивы Российской академии наук» (ИСАРАН). На данный момент существуют проблемы с интеграцией баз данных ИСАРАН в системы, разработанные Росархивом. [На сайте системы](#) можно ознакомиться в числе других сервисов и с научно-справочным аппаратом к документам Кольского научного центра.

Выступление старшего научного сотрудника Санкт-Петербургского филиала Архива РАН Елены Анненковой было посвящено использованию еще одной архивной информационной системы – КАИСА. Филиал в Санкт-Петербурге приобрел систему в 2020 году и активно ее развивает. Одна из особенностей КАИСА – возможность управления сайтом архива и оперативное представление информации из баз данных системы в открытом доступе.

Подводя итоги форума, Александр Работкевич призвал коллег направлять в Архив РАН предложения в резолюцию, которая будет подготовлена по результатам дискуссии.

Несколько предложений были высказаны прямо во время заседания. Все присутствующие специалисты отметили необходимость возвращения методических функций Архива РАН и возобновление методической работы с научными учреждениями, имеющими право постоянного хранения документов Архивного фонда Российской Федерации. Кроме того, в резолюцию предложили включить пункт об изменении законодательных и подзаконных актов Российской Федерации об архивном деле с учетом современных тенденций.

Участники форума сошлись во мнении, что важно также и в будущем проводить подобные встречи, живой диалог и обмен опытом очень важен как для опытных, так и для молодых коллег, которые только начинают профессиональный путь в архивной сфере.

*Подготовила старший хранитель фондов
Научного архива Кольского научного центра
Людмила Панасенко.*



Сергей Кривовичев и Андрей Рудской. Фото: пресс-служба РАН

РУКОВОДИТЕЛЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ВОШЕЛ В СОСТАВ ПРЕЗИДИУМА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

24 октября состоялось первое общее собрание нового регионального отделения Российской академии наук. Уже существующие в стране Уральское, Сибирское и Дальневосточное отделения на деле показали эффективность объединения исследовательских центров для совместного решения исследовательских, организационных и финансовых вопросов. Для улучшения координации действий более чем 40 учреждений Академии наук, расположенных в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, 17 мая правительство России издало распоряжении о создании Санкт-Петербургского отделения РАН. Располагаться оно будет в исто-

рическом здании Петербургской академии наук, основанной Петром Первым в 1724 году.

В состав отделения вошло 76 академиков и 111 членов-корреспондентов РАН, работающих на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. На первом собрании они обсудили состав органов управления и выбрали председателя. Им стал ректор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, академик Андрей Рудской. Членом управляющего органа – Президиума СПбО РАН – стал генеральный директор Кольского научного центра, академик РАН Сергей Кривовичев. Сергей Владимирович работает не только

в Мурманской области, но и в Санкт-Петербурге. Он является профессором кафедры кристаллографии, членом Ученого совета Санкт-Петербургского государственного университета. Его научные труды в области кристаллографии и минералогии, продолжаемая и разрабатываемая им теория эволюции минералов пользуются большим авторитетом среди ученых всего мира и влияют на многие исследования современных геологов, химиков и материаловедов, имеющие не только фундаментальное, но и прикладное значение.

Основные цели СПбО РАН – проведение и развитие фундаментальных и поисковых научных исследований, прогнозирование основных направлений научного, научно-технологического и социально-экономического развития Петербурга, Ленинградской области и страны в целом. Отделение станет главным оператором трехсотлетнего юбилея Российской академии наук в феврале 2024 года. Существуют планы в дальнейшем расширить его деятельность на весь Северо-Запад России.

ПОЗДРАВЛЯЕМ АРТЕМА СОКОЛОВА С ЗАЩИТОЙ!¹

21 декабря в Институте химии и технологии редких элементов и минерального сырья состоялась успешная защита диссертации младшего научного сотрудника института Артема Соколова на соискание ученой степени кандидата технических наук. Научным руководителем работы «Экстракция железа(III) алифатическими кетонами и спиртами из хлоридных растворов» выступил заведующий лабораторией разработки и внедрения процессов химической технологии, кандидат химических наук Александр Касиков.

Коллеги с гордостью отмечают, что Артем Юрьевич окончил аспирантуру только в июне и уже спустя полгода смог защитить диссертацию. Поздравляем диссертанта и его научного руководителя, желаем дальнейших творческих успехов и плодотворной научной деятельности! Так держать!

Артем Соколов и Александр Касиков.
Фото пресс-службы Института химии КНЦ РАН



1. Впервые опубликовано [на сайте ФИЦ КНЦ РАН](#)

К ЮБИЛЕЮ ЛЮБОВИ ЛЕОНИДОВНЫ ВИРАЧЕВОЙ

27 октября отметила юбилей старший научный сотрудник Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина Любовь Леонидовна Виравчева.

Любовь Виравчева – выпускница Ленинградского университета. Уже 49 лет она трудится в Ботаническом саду. Все эти годы она посвятила акклиматизации и интродукции растений. Большое внимание Любовь Леонидовна уделяет коллекции тропических и субтропических растений, куратором которой является с 1992 года, и репродуктивным особенностям декоративных и лекарственных интродуцентов. Провела тяжелую и кропотливую работу – детальную инвентаризацию и определение основного фонда интродуцированных растений открытого грунта.

Коллеги не могут представить себе лабораторию интродукции и акклиматизации растений без неустанного труда и теплой улыбки Любви Виравчевой. За годы работы в Полярно-альпийском ботаническом саду она стала практически родной каждому сотруднику.

Дорогая Любовь Леонидовна! В этот знаменательный день примите наши самые искренние поздравления и пожелания крепкого здоровья, успехов и благополучия!



К ЮБИЛЕЮ ЕЛЕНА ПЕТРОВНА БАШМАКОВОЙ

10 ноября отметила юбилей кандидат экономических наук, известный специалист в области региональной экономики, исследований проблем социально-экономического развития Севера и Арктики Елена Петровна Башмакова. В 2020 году Елена Петровна вышла на заслуженный отдых после многих лет работы в Институте экономических проблем им. Г. П. Лузина.

Елена Башмакова родилась в городе Ленинграде, и на первые годы ее жизни пришлось тяжелое испытание блокадой. Потом были послевоенное детство, комсомольская юность, в 1956-1961 годах – учеба в Ленинградском

горном институте им. Г. В. Плеханова и начало трудовой деятельности в Чаунском РайГРУ Магаданской области. Работая горным мастером и геологом, Елена Петровна принимала участие в разведке месторождений золота, ртути и олова. После рождения дочери она вернулась в Ленинград и работала старшим инженером горного отдела Института «Гипроиннеметаллоруд».

В 1975 году Елена Петровна приехала на Кольский Север и стала сотрудником Горного института Кольского филиала Академии наук СССР. В 1978 году перешла на работу в Отдел экономических исследований КФАН СССР,

на базе которого в 1986 году был создан Институт экономических проблем. Прошла путь от младшего научного сотрудника до заместителя директора по научной работе Института экономических проблем Кольского научного центра РАН. Практические знания и научная эрудиция позволили ей выполнять исследования в различных областях экономической науки на самом высоком уровне. Ее исследования, связанные с геологоэкономической оценкой апатитовых, редкометалльных и баритовых месторождений Кольского полуострова в 1980-е годы, способствовали расширению минерально-сырьевого потенциала Европейского Севера России и доказали целесообразность эксплуатации этих месторождений. Елена Петровна участвовала в комплексной переоценке запасов хибинских месторождений и за внедрение результатов работ была награждена дипломом лауреата конкурса, посвященного 60-летию образования СССР.

В фокусе ее научных интересов в последние годы были формирование стратегий регионального развития, производственных кластеров, развитие государственно-частного партнерства, социальная ответственность бизнеса, социальное предпринимательство, пространственное развитие северных территорий, геоэкономическое и геополитическое значение Севера и Арктики для развития России, международное сотрудничество в Баренцевом Евро-Арктическом регионе.

Елена Петровна является одним из авторов научных основ стратегии формирования и развития конкурентоспособного внешнеэкономического комплекса северного региона – в этой стратегии впервые для такого рода работ был применен кластерный подход. Она принимала активное участие в определении основных принципов международного интеграционного сотрудничества и в разработке концепции развития интеграции в рамках Баренцева Евро-Арктического региона, которые легли в основу деятельности по развитию сотрудниче-



ства в БЕАР в период председательства в нем Мурманской области. Выполняла работы по приграничному сотрудничеству на Севере и в Арктике, созданию свободных экономических зон, проблемам региональной экономической безопасности, оценке последствий для нашей области при вступлении России во Всемирную торговую организацию, участвовала в научно-практических разработках, представленных в органы власти федерального, регионального и муниципального уровня.

Много сил и времени Елена Петровна отдала педагогической и воспитательной деятельности в апатитских филиалах вузов, пользуясь большим уважением студентов.

Значительны ее заслуги в научно-организационной деятельности: являясь ученым секретарем Института экономических проблем, она была инициатором присвоения ему имени первого директора, члена-корреспондента РАН Геннадия Лузина и одним из основных организаторов регулярно проводимой конференции «Лузинские чтения». Будучи членом

Ученого совета института более двух десятилетий, она всегда была открыта новому и в то же время бескомпромиссна по принципиальным вопросам в процессе обсуждения решений и при их принятии. Активная жизненная позиция, открытость, готовность помочь: эти и многие другие качества этой удивительной женщины легли в основу большого уважения и любви к ней в институте.

Результаты научных исследований Елены Башмаковой неоднократно включались в число важнейших достижений РАН. Ею лично и в соавторстве опубликовано более ста научных трудов, посвященных проблемам социально-экономического развития российского Севера и Арктики.

За плодотворную научную и практическую деятельность она удостоилась медали «Ветеран труда», юбилейных медалей, дипломов Кольского научного центра, почетных грамот президента РАН, губернатора Мурманской области, главы города, Петрозаводского государственного университета, благодарственных писем Мурманской областной Думы, областного министерства образования и науки и других заслуженных наград.

Коллеги от всей души благодарят Елену Петровну за вклад, который она внесла в развитие института, поздравляют со славным юбилеем и желают крепкого здоровья, неугасаемой энергии и долгих лет жизни!

К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ ЮРЬЕВНЫ ШМАКОВОЙ

16 ноября отметила юбилей главный научный сотрудник Полярно-альпийского ботанического сада-института, доктор биологических наук Наталья Юрьевна Шмакова.

Наталья Юрьевна пришла на работу в Ботанический сад сразу после окончания Петрозаводского государственного университета и прошла путь от старшего лаборанта до руководителя лаборатории биогеоценологии. Здесь она не только работала, но и училась в аспирантуре. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Запас фитомассы и некоторые аспекты продукционного процесса в сообществах горной тундры Хибин» она защитила в 1990 году, докторскую, посвященную формированию и трансформации органического вещества в растительных сообществах горной тундры Хибин – в 2006 году.

На протяжении более трех с половиной десятилетий Наталья Шмакова изучает экологическую физиологию растений и биогеоценологию. В фокусе ее интересов – биологическая продуктивность и углекислотный газообмен растительных сообществ тундры, фотосинтетический аппарат, пигментный состав пластид

ассимилирующих органов растений, углеродный цикл тундровых биогеоценозов. Благодаря ее исследованиям стали понятны особенности формирования органического вещества в местных условиях, были выявлены информативные показатели для определения чистой первичной продукции растительных сообществ, удалось оценить накопление и распределение углерода в системе «атмосфера-фитоценоз-почва» в сообществах горной тундры Хибин. Много сил она также отдала изучению адаптации растений к суровым арктическим условиям на архипелаге Шпицберген – по итогам десятилетних экспедиций опубликована коллективная монография «Растения и лишайники Западного Шпицбергена». Она стала автором более 150 научных работ, в том числе трех монографий.

Сейчас Наталья Юрьевна исследует, как изменяется ассимилирующий аппарат растений, приспособляясь к разным условиям, как в растительных сообществах Кольской Субарктики формируется органическое вещество, руководит несколькими самостоятельными направлениями фундаментальных исследований, участвует в работе российских и междуна-



родных конференций. Состоит в ученых советах Ботанического сада и Кольского научного центра, в Российском ботаническом обществе и Обществе физиологов России. Ее научные заслуги отмечены Почетной грамотой РАН.

Наталья Юрьевна – человек крайне трудолюбивый и скрупулезный в планировании и проведении исследований. Ее внимание к деталям, светлый ум и ответственность вызывают искреннее уважение у всех, кому повезло ее узнать и с ней работать. Коллеги отзываются о ней как о прекрасном специалисте, любящем свою работу, доброжелательном, общительном, жизнерадостном, дружелюбном, обаятельном и позитивном человеке.

Коллектив Полярно-альпийского ботанического сада-института от всего сердца поздравляет Наталью Юрьевну с юбилеем и желает крепкого здоровья, исполнения всех желаний и новых научных успехов!

К ЮБИЛЕЮ МЕДЕИ ВЛАДИМИРОВНЫ ИВАНОВОЙ

21 ноября отмечает юбилей главный научный сотрудник Института экономических проблем им. Г. П. Лузина, доктор экономических наук Медея Владимировна Иванова.

В 1985 году Медея Владимировна начала работать в Отделе экономических исследований КФАН СССР, на базе которого в 1986 году был образован Институт экономических проблем. В 1993 году окончила Санкт-Петербургский университет экономики и финансов и поступила в аспирантуру ИЭП КНЦ РАН. Прошла путь от лаборанта до главного научного сотрудника ИЭП, вела научное направление, возглавляя сектор по изучению вопросов бюджетного федерализма. В 1997 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему «Методы формирования локальных бюджетов как инструмент реализации местной экономической политики», а в 2013 году – докторскую диссертацию на тему «Формирование региональной инновационной подсистемы: теория, методология, практика».

Сфера научных интересов Медеи Ивановой – пространственная и региональная экономика, ресурсная база Арктической зоны Российской Федерации, обобщение опыта хозяйственного освоения Севера и его влияния на традиционные формы хозяйственной деятельности и быт коренного населения. Она автор и соавтор более 140 научных публикаций, результаты которых нашли применение при разработке комплексных инновационных и инвестиционных планов развития муниципальных образований Мурманской области и других стратегических документов региона.

Много сил Медея Владимировна отдала образовательной деятельности. В 2000 году начала работу в должности доцента кафедры экономической теории и финансов на экономическом факультете Кольского филиала Петрозаводского государственного университета, впоследствии филиала Мурманского арктического государственного университета в Апатитах. Под ее руководством студенты и аспиранты ежегодно

принимали участие в конференциях и научных мероприятиях различного уровня, становились призерами Всероссийской олимпиады по экономическим и финансовым дисциплинам. Ее ученики сегодня работают в муниципалитетах, на предприятиях и в организациях Мурманской области и за ее пределами.

С 2011 по 2015 год Медея Владимировна руководила Центром дополнительного образования КФ ПетрГУ, где были разработаны и успешно реализованы около 50 программ дополнительного профессионального образования. С 2015 по 2016 год являлась директором Кольского филиала Петрозаводского государственного университета. С 2016 года работала в Центре гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН в должности ведущего научного сотрудника.

Вся профессиональная жизнь Медеи Владимировны Ивановой посвящена Кольскому Северу. Сегодня она работает в организации, где много лет назад началась ее успешный и яркий профессиональный путь, – в Институте экономических проблем им. Г. П. Лузина в должности главного научного сотрудника отдела экономической политики, морской и хозяйственной деятельности в Арктике и районах Крайнего Севера. Она также руководит кафедрой экономики, управления и социологии филиала Мурманского арктического университета в городе Апатиты.

Профессиональный опыт Медеи Ивановой, ее знания, умение решать нетривиальные задачи востребованы и в научной сфере, и в образовательной деятельности. Она является руководителем и исполнителем научно-исследовательских работ по грантам, участвует в российских и международных научных конференциях, активно работает в диссертационном совете, созданном на базе КНЦ РАН. Под ее руководством молодые ученые успешно защищают кандидатские диссертации, и многие ее ученики достигли высот и в научной карьере, и в бизнесе.



Медея Владимировна входит в состав редакционной коллегии научного журнала «Непрерывное образование: XXI век», ведет экспертную и консультативную деятельность в общественных структурах и комиссиях Мурманской области, в том числе конкурсной комиссии при Правительстве Мурманской области конкурса научных работ молодых ученых. Является членом Общественного совета при Министерстве экономического развития Мурманской области (с 2021 Министерство развития Арктики и экономики Мурманской области), избрана заместителем председателя Совета.

За многолетнюю плодотворную работу по развитию и совершенствованию учебного процесса, большой вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов, личный вклад в социально-экономическое развитие Мурманской области Медею Иванову неоднократно поощряли грамотами, дипломами, благодарностями губернатора Мурманской области, Министерства образования и науки РФ, главы города Апатиты, Мурманской областной Думы.

Личные качества Медеи, как ее часто тепло и по-дружески называют коллеги, – стремление к новому, коммуникабельность, креативность, оптимизм и жизнелюбие – ценят товарищи по работе и ее ученики.

Коллектив Института экономических проблем, сотрудники Кольского научного центра от души поздравляют Медею Владимировну с юбилеем и желают крепкого здоровья, творческой энергии, благополучия и новых успехов!

К ЮБИЛЕЮ ЮРИЯ АЛЕКСЕЕВИЧА САВЕЛЬЕВА

6 декабря исполнилось 75 лет ведущему инженеру лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья Юрию Алексеевичу Савельеву.

В Кольском научном центре Юрий Алексеевич работает с 2010 года, а до этого успел потрудиться и в Карельском филиале АН СССР, и в Кольском филиале научно-исследовательского института коммутационной техники Ленинградского НПО «Северная Заря». С 1992 по 2010 года его жизнь была связана с ОАО «Северные кристаллы»: здесь он сперва был заместителем директора по науке, а затем – генеральным директором. Под руководством Юрия Алексеевича предприятие выполнило обязательства Российской Федерации по поставке 15 тысяч сцинтилляционных элементов из вольфрамата свинца для Большого адронного коллайдера. За это время он стал соавтором двух авторских свидетельств и 40 статей, опубликованных в таких журналах как «Journal of Crystal Growth», «Nuclear Instruments and Methods in Physics Research», «Functional Materials», «Новые технологии – 21 век».

Основным направлением исследований Юрия Савельева в Институте химии является разработка и изучение электрофизических свойств варисторов на основе нанодисперсного оксида цинка. Он проявил себя инициативным специалистом, способным самостоятельно проводить научные исследования и обобщать полученные результаты, опубликовал в соавторстве 12 научных статей и получил четыре патента РФ.



Юрий Алексеевич ведет активный образ жизни и серьезно занимается настольным теннисом. Он неоднократно становился призером и победителем Спартакиады Кольского научного центра, городских и областных соревнований.

За целеустремленность, богатый профессиональный опыт, широкий кругозор научных интересов, принципиальность, настойчивость в достижении поставленных целей и благожелательность Юрий Савельев пользуется заслуженным уважением коллег.

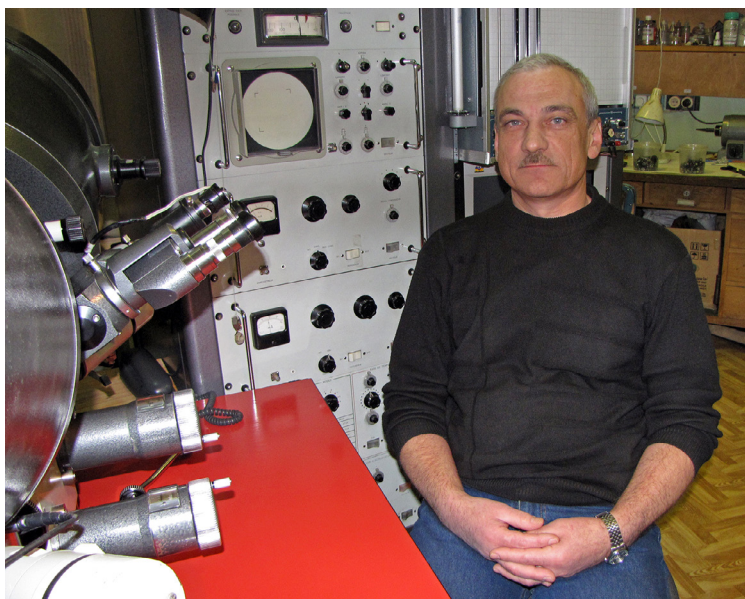
Коллектив Института химии и сотрудники Кольского научного центра поздравляют Юрия Алексеевича с юбилеем и желают здоровья, счастья, реализации намеченных планов и новых свершений!

К ЮБИЛЕЮ ЕВГЕНИЯ ЭЛЛАНОВИЧА САВЧЕНКО

12 декабря исполнилось 65 лет научному сотруднику лаборатории физических методов исследования пород, руд и минералов ГИ КНЦ РАН Евгению Эллановичу Савченко.

Евгений Элланович работает в Геологическом институте с 1984 года после окончания геологоразведочного факультета Московского Геологоразведочного института. Он является высококвалифицированным специалистом в области локального рентгеноспектрального анализа вещества, в совершенстве владеет методами сканирующей электронной микроскопии. Благодаря именно его исследованиям достигнуты значительные результаты в изучении минералогии золота, платиноидов и редких металлов. Он установил более 60 минералов и около 40 неназванных минеральных фаз элементов платинометалльной группы.

Евгений Савченко всегда проявляет творческий подход к работе, при этом все его исследования очень детальны и надежны. До-



бросовестность, трудолюбие, аккуратность и пунктуальность во всем, исключительно серьезное отношение к делу, скромность – вот его характерные черты.

Поздравляем Евгения Эллановича с его славным юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, творческих успехов и новых минералогических находок!

К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ИГОРЕВНЫ БАРАШЕВОЙ

18 декабря отмечает юбилей ведущий научный сотрудник Института экономических проблем им. Г. П. Лузина, кандидат экономических наук Татьяна Игоревна Барашева.

В 1987 году Татьяна Игоревна окончила Ленинградский гидрометеорологический институт, в 1989 году начала трудовую деятельность в отделе экономики природопользования Института экономических проблем КФАН СССР. В 1998 году окончила Санкт-Петербургскую государственную инженерно-экономическую академию. Прошла путь от стажера-исследователя до заведующего сектором

государственных и муниципальных финансов Института экономических проблем КНЦ РАН и сейчас является ведущим научным сотрудником отдела формирования финансовой политики северных регионов в ИЭП.

В 2002 году Татьяне Барашевой была присуждена ученая степень кандидата экономических наук, в 2009 году присвоено ученое звание доцента по специальности «Экономика и управление народным хозяйством».

Сфера ее научных интересов – налоговая политика и межбюджетные отношения, в том числе муниципальные последствия изменений

федеральной налоговой и бюджетной политики, проблемы создания и функционирования малых форм хозяйствования в регионах Севера и Арктики. Она – автор и соавтор более ста научных публикаций. Участвовала в выполнении научно-практических работ, представленных в региональные органы власти Российской Федерации, в том числе концепции социально-экономического развития Мурманской области на период до 2005 года, стратегии социально-экономического развития Мурманской области до 2025 года и других столь же важных для региона проектов. Подготавливала аналитические обоснования и предложения по запросу областных и федеральных органов власти по совершенствованию законодательства в области поддержки малого предпринимательства.

В течение многих лет Татьяна Игоревна успешно совмещала научную деятельность с педагогической, с 1998 по 2015 год преподавала в Апатитском филиале Санкт-Петербургского инженерно-экономического университета. Под ее руководством подготовили и защитили выпускные квалификационные работы более 30 студентов университета. За плодотворную преподавательскую работу имеет Благодарственное письмо от Филиала СПбГИ-ЭУ в Апатитах.

Татьяна Барашева ведет активную экспертную и консультативную деятельность в общественных структурах и комиссиях. С 2009 года состоит в Совете по развитию малого и среднего предпринимательства при Правительстве Мурманской области, с 2014 – в Общественном совете при областном Министерстве финансов, с 2019 – в Объединенном Общественном совете при Министерстве финансов, Комитете государственного и финансового контроля, Комитете по конкурентной политике Мурманской области.

На протяжении всей трудовой деятельности Татьяна Игоревна была активным членом профсоюзной организации ИЭП КНЦ РАН. С 2008 года она – бессменный председатель профкома ИЭП, организатор многих коллективных мероприятий в институте, работы с ветеранами ИЭП и детьми сотрудников.



Награждена почетными грамотами РАН и Профсоюза работников РАН, почетной грамотой и дипломом Президиума КНЦ РАН, благодарственными письмами главы города и губернатора Мурманской области. В 2022 году получила благодарственное письмо Общественной палаты Мурманской области за активную жизненную позицию, высокий профессионализм, большой вклад в развитие гражданского общества.

Татьяна Игоревна – яркий, активный, неравнодушный человек. Она ответственно и творчески относится к порученному делу, трудолюбива, коммуникабельна, требовательна к себе и другим, отзывчива. Ее энергию, жизнерадостность, юмор, умение внести в жизнь праздник высоко ценят друзья и коллеги.

Коллектив Института экономических проблем сердечно поздравляет Татьяну Игоревну с юбилеем и желает крепкого здоровья, успехов в работе, счастья и благополучия!

К ЮБИЛЕЮ СОФЬИ МИХАЙЛОВНЫ МАСЛОБОВОЙ

14 декабря отметила юбилей ведущий научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья Софья Михайловна Маслобоева.

Софья Михайловна с отличием окончила Московский институт тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова в 1972 году и в этом же году приступила к работе в Институте химии. В 1986 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «металлургия черных и цветных металлов».

В своей многолетней и плодотворной научной работе занималась решением важных для промышленности задач. Исследовала свойства и гидродинамику полидисперсных систем жидкость-жидкость применительно к процессам экстракционного выделения и разделения редких металлов. Внесла весомый вклад в разработку методов определения дисперсионного состава эмульсий и скоростей их расслаивания, методов расчета экстракционной аппаратуры, в создание эффективных экстракторов типа смеситель-отстойник, внедренных в производство редких металлов. Участвовала в разработке экстракционной технологии высокочистого оксида железа, лицензия на которую была приобретена австрийской фирмой «Andritz-Ruthner».

Научная деятельность Софьи Маслобоевой была также связана с разработкой гидрофторидной технологии редкометалльного сырья Кольского полуострова, решением проблем регенерации серной кислоты из маточных растворов медеплавильного цеха комбината «Североникель», разработкой отдельных процессов гидрометаллургической технологии переработки пылей медно-никелевого производства комбината. С 1999 года она занимается разработкой комплексной технологии высокочистых соединений тантала и ниобия из природного и техногенного сырья, разработкой способов получения легированной шихты ниобата (танталата) лития с целью ее исполь-



зования в технологии выращивания однородных монокристаллов высокого оптического качества и для получения функциональной керамики. Сейчас проводит исследования по разработке технологии синтеза материалов на основе редкоземельных тантало-ниобатов для получения оптоэлектронных кристаллических и люминесцентных керамических материалов электронной техники и других областей высокотехнологичной промышленности.

Софья Михайловна – соавтор более 220 научных трудов, 27 авторских свидетельств, российских и зарубежных патентов на изобретения. Она вносит большой вклад в популяризацию достижений заполярной науки, являясь секретарем трех конференций, организованных на базе института. Много лет возглавляет жюри секции «Химия и биология» в конференции школьников «Шаг в будущее».

Уже более 20 лет Софья Маслобоева ведет большую преподавательскую работу: читает

лекции и ведет практические занятия в Апатитском филиале Мурманского арктического университета. За самоотверженный многолетний исследовательский и педагогический труд, наставничество, популяризацию науки, большой вклад в социально-экономическое развитие региона ее неоднократно награждали благодарностями и почетными грамотами губернатора Мурманской области, почетными грамотами Президиума РАН, Мурманской областной думы, Петрозаводского государственного университета, благодарственными пись-

мами управления образования апатитской городской администрации.

Высокий уровень компетентности, широкий кругозор научных интересов, тщательность, коммуникабельность, неизменная вежливость и доброжелательность – это те редкие качества, за которые ее ценят и уважают коллеги.

Коллектив Кольского научного центра РАН поздравляет Софью Михайловну с юбилеем и желают крепкого здоровья, реализации намеченных планов и новых профессиональных успехов!

К ЮБИЛЕЮ ОЛЕГА ЕЛИФЕРОВИЧА ЧУРКИНА

22 декабря исполняется 80 лет ветерану труда, кандидату технических наук Олегу Елиферовичу Чуркину.

Олег Елиферович работал в Горном институте более 50 лет. Он пришел сюда в 1971 году после окончания Ленинградского горного института, в 1980 году защитил кандидатскую диссертацию. В 1990 году стал старшим научным сотрудником, с 1991 года работал в должности заведующего сектором системного моделирования горного производства, с 2004 по 2008 год заведовал лабораторией системного моделирования горного производства, с 2010 года по 2023 год был ученым секретарем института.

Работы Олега Чуркина в области технологии подземной добычи руд и технико-экономической оценки месторождений полезных ископаемых Арктического горнопромышленного региона России находят широкое применение для геологоразведочных и горных предприятий Кольского полуострова. Он обосновал и определил основные параметры технико-экономической оценки перспективных рудных месторождений Кольского полуострова с ис-



пользованием информационных технологий, проанализировал состояние и возможность практического использования неосвоенных месторождений Мурманской области, выделил наиболее привлекательные с инвестиционной точки зрения объекты, разработал

комплексную методологию и ранжирование перспективных апатитовых месторождений России по промышленной значимости и экономической эффективности. Опубликовал более 80 работ, в том числе в соавторстве – десять монографий.

За огромный вклад в развитие науки и благополучие региона Олег Елиферович отмечен знаками «Горняцкая Слава» I и II степени и «Трудовая Слава» III степени, почетными грамотами губернатора Мурманской области, РАН и профсоюза работников РАН, благодарно-

стями и грамотами института, медалью Кольского научного центра за личный вклад в исследование и развитие Севера России. Его отличает высокий профессионализм, принципиальность и ответственность, доброжелательное отношение к людям, готовность прийти на помощь, искренность и порядочность.

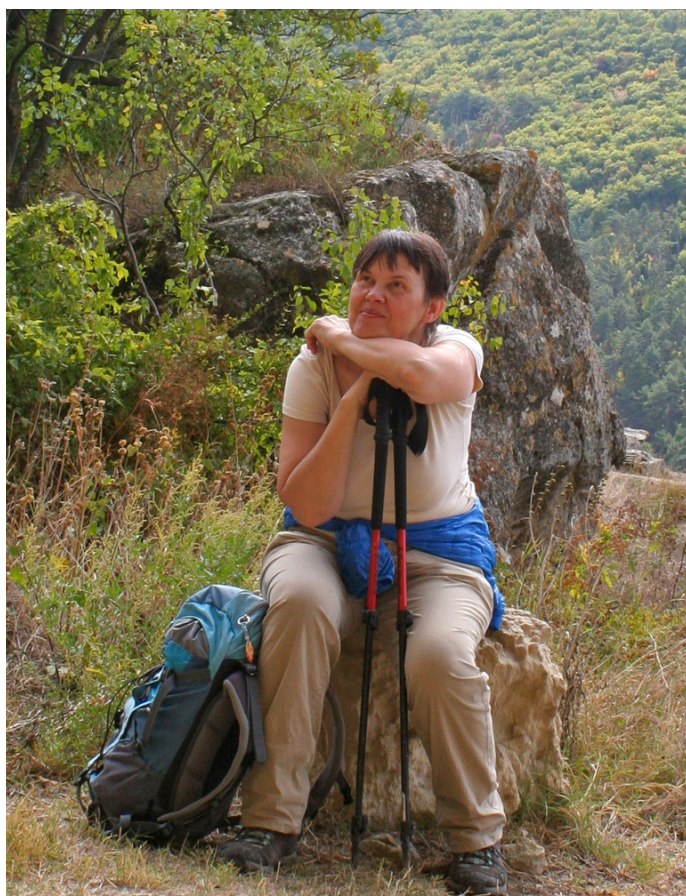
В день юбилея мы от всей души благодарим Олега Елиферовича за все, что он сделал для нас, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и оптимизма!

К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ ЕВГЕНЬЕВНЫ КОРОЛЕВОЙ

22 декабря юбилей у старшего научного сотрудника лаборатории флоры и растительных ресурсов Полярно-альпийского ботанического сада-института, кандидата биологических наук Натальи Евгеньевны Королевой.

Наталья Королева – хорошо известный в России и за рубежом исследователь северной растительности. Родившись в маленьком городке в Архангельской области и окончив школу с золотой медалью, она поступила на биофак МГУ им. М. В. Ломоносова, который успешно окончила по специальности «геоботаника» и поступила в аспирантуру Кольского филиала АН СССР, в Полярно-альпийский ботанический сад-институт. Руководителем ее работы был известный геоботаник Борис Николаевич Норин. В апреле 1990 года, практически сразу же после окончания очной аспирантуры, Наталья Евгеньевна защитила кандидатскую диссертацию, посвященную описанию растительности горно-тундрового пояса Хибин. С тех пор ее жизнь неразрывно связана с лабораторией флоры и растительных ресурсов ПАБСИ.

Почти сразу же после защиты интересы Натальи Евгеньевны вышли за пределы Мурманской области и распространились на весь



Европейский сектор Арктики. Она освоила новейшие методы изучения растительных сообществ, в том числе использование различных компьютерных программ для обработки

и анализа геоботанических описаний. Пытаясь глубже разобраться в разнообразии северных фитоценозов, закономерностях их распределения в пространстве, она сотрудничает со специалистами из самых разных областей, постоянно привлекает к своей работе бриологов и лишенологов, хотя и сама прекрасно знает основные компоненты мохово-лишайникового покрова.

Ограничиваться только академической наукой Наталья Королева не собирается. На протяжении многих лет она возглавляла Мурманское отделение Русского ботанического общества. Под ее председательством работа значительно активизировалась, а заседания отделения превратились в продуктивные встречи единомышленников. По инициативе и активном участии Натальи Евгеньевны были поданы заявки на включение ПАБСИ в работы на архипелаге Шпицберген, она же была первым исполнителем и руководителем этих работ.

Наталья Королева – талантливый популяризатор науки: проводит многочисленные экскурсии для студентов-биологов и сотрудников институтов биологического и экологического профиля, участвует в жюри областных конкурсов, публикует научно-популярные статьи в периодической печати. Она один из авторов

нескольких научно-популярных книг – «Терский берег», «Ловозерские горы», «Ботанические экскурсии по Хибинским и Ловозерским горам», «Ботанические экскурсии по северу Сёрейя», «Мохообразные, лишайники и цианопрокариоты окрестностей Пирамиды (Шпицберген): краткий путеводитель», «Хибины: природа и человек». Причем в большинстве из этих изданий она выступала и как редактор. Около десяти лет наряду с основной научной деятельностью преподавала в Апатитском филиале Мурманского государственного технического университета.

В кругу коллег ее выделяют широкий научный кругозор и активная жизненная позиция. Она непримиримо борется с разными формами невежества, профанации науки, научного и социального приспособленчества и соглашательства, много сил отдает борьбе за сохранение прекрасной, но уязвимой природы Мурманской области. Наталья Евгеньевна – доброжелательный, общительный, дружелюбный, обаятельный и позитивный человек, всегда готовый прийти на помощь коллегам.

Мы сердечно поздравляем Наталью Евгеньевну с юбилеем, желаем здоровья и только здоровья!



ЛЮДИ ДРЕВНИЕ, ЛЮДИ СОВРЕМЕННЫЕ – ОБЪЕКТЫ ИНТЕРЕСА ГУМАНИТАРНОЙ НАУКИ¹

Очередной выпуск журнала «Труды Кольского научного центра РАН» из серии «Естественные и гуманитарные науки» включает работы как сотрудников Кольского научного центра, так и их коллег из разных городов страны.

Открывает сборник статья доктора исторических наук, главного научного сотрудника Центра гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН Ирины Разумовой, посвященная памяти двух выдающихся филологов и антропологов: Елены Душечкиной и Александра Белоусова. Елена Владимировна была профессором Санкт-Петербургского университета, Александр Федорович – старшим научным сотрудником Института русской литературы РАН, затем доцентом кафедры детской литературы Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. Цель статьи,

как пишет автор, «отдать скромный долг памяти Елене Владимировне и Александру Федоровичу как своим наставникам, коллегам и близким людям, а также дань уважения научной школе, сформировавшей несколько поколений исследователей, сохраняющей способность к развитию и поддерживающей международный авторитет русской гуманитарной науки».

Очень важную для любителей саамского фольклора информацию подготовила Ольга Бодрова, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН. Ее статья рассказывает о сборнике «Саамские сказки» 1980 года – о его структуре, собирателях и исследователях фольклора, о жанровых и сюжетных особенностях саамского прозаического фольклора в целом.

Работа Ольги Бодровой посвящена памяти доктора филологических наук Георгия Керта

1. Впервые опубликовано [на сайте ФИЦ КНЦ РАН](http://na сайте ФИЦ КНЦ РАН)

и этнографа, просветителя, автора нескольких сборников саамского фольклора Евгении Пация. Сборник саамских сказок 1980 года для многих, интересующихся культурой народа, является практически настольной. Виднейший ученый-лингвист, специалист в области прибалтийско-финской филологии, руководитель сектора языкознания в Институте языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН, Георгий Мартынович Керт поддержал идею Евгении Яковлевны о таком издании, поскольку считал устное народное творчество саамов богатым и разнообразным. Евгения Пация, которая в то время работала ученым секретарем в Северном филиале Географического общества СССР в Апатитах, задумавшись над созданием сборника «Саамские сказки», заручилась поддержкой Керта: он выступил редактором издания, написал к нему вступительную статью, но главное – поделился с Евгенией Яковлевной фольклорными рассказами, собранными его студентами и сотрудниками в экспедициях. Сказки на магнитофонных лентах звучали на бабинском, йоканьгском, кильдинском диалектах, а перевел большую их часть на русский язык сам Георгий Керт. Евгения Пация, составляя сборник, проявила себя как талантливый этнограф, исследователь, страстный любитель и знаток северной культуры, специалистом в полевых изысканиях и в архивной работе с фондами. «Саамские сказки» 1980 года объединяют 173 сюжета и дополнены комментариями к текстам, указателем географических названий, объяснением саамской и поморской лексики, алфавитным указателем, а также информацией о вариантах фольклорных сюжетов, их собирателях и рассказчиках, о месте записи. Ольга Бодрова также рассказывает и о «Саамских сказках», выходявших ранее – в 1959 и 1962 годах. О том, какие именно сюжеты саамских преданий передаются из уст в уста, кто исследовал эту сферу и как проходила работа фольклористов, можно прочесть в опубликованной на страницах «Трудов» статье.

Старший научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН, кандидат исторических наук Елена Бусырева делится историей одной немецкой семьи, дан-

ные о которой были собраны по материалам обширного семейного архива – документов и записанных воспоминаний. Семья информантов автора, сразу по двум линиям, оказалась вовлечена во все этапы непростой истории советских немцев: миграции из Германии в годы правления Екатерины II, раскулачивание, политические репрессии, депортация по этническому принципу. Все эти события выступают в качестве факторов, определивших судьбу многочисленных родственников.

Еще один представитель Центра гуманитарных проблем КНЦ РАН, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник Ольга Шабалина рассказывает на страницах журнала о Владимире Михайловиче Голицыне, представителе княжеского рода, книжном иллюстраторе, графике, изобретателе детских настольных игр. Ольга Вячеславовна назвала свою статью «Он сын князя, и ему не место в семье советских художников»: с такой формулировкой отказались его зачислить в студенты Высших художественных технических мастерских.

Владимир Голицын впервые побывал в Мурманске, в Арктике как художник биологической экспедиции Зенкевича. Музей-архив истории изучения и освоения Европейского Севера в Апатитах демонстрирует несколько художественных работ А. Н. Бенуа, сделанных на Кольском полуострове во время работы экспедиции, а рядом с ними выставлен небольшой рисунок карандашом с надписью: «Карикатура на меня рисована В. М. Голицыным».

Невзирая на огромные трудности в советской стране, связанные с происхождением, потомок княжеского рода Голицыных всю жизнь работал живописцем и декоратором, хотя персональная его выставка состоялась только в 1974 году. Тем не менее, читатели журналов и книг, технической литературы обязательно встречали в ней иллюстрации художника. Анализ опубликованных мемуарных источников и архивных документов Музея-архива истории изучения и освоения Европейского Севера ЦГП КНЦ РАН позволил автору статьи реконструировать жизненный и творческий путь Голицына как типичный пример трагических судеб членов российских аристократических

фамилий в советском государстве первой половины XX века.

Вопрос о материальном достатке сельского священника на Кольском Севере в начале XIX века на примере описи вещей Андрея Адрианова поднимает на страницах журнала Юлия Кожевникова, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН. Она рассматривает материальное положение священника Понойского прихода иерея Андрея Иоанновича Адрианова (1776–1818). Основным источником информации стала составленная в связи с его смертью опись личного имущества, обнаруженная в фонде Кемского духовного правления (Национальный архив Республики Карелия). Этот редкий документ красноречиво свидетельствует как об уровне достатка (ведьма невысоком), так и в целом о специфике жизнеобеспечения священника в тот период, когда сельское духовенство еще не получало регулярное казенное жалование, а также позволяет лучше понять бытовую историю приходского духовенства на Кольском Севере в начале XIX века.

Сложной «гиперборейской» темы коснулась кандидат исторических наук, старший научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН Алена Давыдова в своей статье «Воображая Гиперборею: представления жителей Мурманской области о развитии туризма в городе Ковдоре». Алена Сергеевна занимается темой духовного туризма в Заполярье, поэтому история современного брендинга промышленного моногорода – Ковдора – ей не чужда. Автор проанализировала результаты опроса местного населения о развитии туристической деятельности на их территории, собрала разнообразные мнения и сделала вывод, что многие из опрошенных весьма скептически относятся к представлению Ковдора как места, в котором можно обнаружить следы мифической Гипербореи, поскольку такая альтернативная история имеет мало общего с промышленной историей Ковдора и образом ковдорчанина.

«...Для того чтобы успешно развивать туризм в населенных пунктах, необходимо работать в нескольких измерениях. Одно из них – это работа с местным населением. Если

горожане будут поддерживать туристическую деятельность на своей территории, то можно говорить о наличии устойчивого туризма», – пишет Алена Давыдова. Она отмечает, что иногда альтернативная история связывается с этнической (Гиперборея и саамы), и этот аспект может стать предметом отдельного антропологического анализа. Разочарование у туриста может вызвать и невозможность подтвердить существование в реальном мире воображаемого места из-за отсутствия подтверждений в топографической и исторической реальности.

Марк Шахнович, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник ЦГП КНЦ РАН совместно с независимым исследователем Эсой Суоминиеном (Кайяни, Финляндия) провел анализ интересных памятников археологии Севера – охотничьих ям-ловушек, известных в тундровой и северотаежной зонах Фенноскандии. В своей статье он рассматривает основные вопросы их изучения в Северной Финляндии. Ямы-ловушки использовались от мезолита до XVI века в основном для охоты на северного оленя и лося. В Средневековье в Фенноскандии их могли сооружать как саамы, так и карелы, и финны. При комплексном изучении такие ловчие ямы – информативные археологические объекты. Исследовали их во время полевых работ участники совместной экспедиции Музея провинции Кайнуу и Карельского государственного краеведческого музея.

Аспирант ЦГП КНЦ РАН Дмитрий Петин представил в журнале свое исследование образования и становления системы советских органов и учреждений юстиции на Кольском Севере. Для этого он воспользовался данными государственного архива Мурманской области: базой источников, которая позволяет сформировать представление об эволюции региональных судов, нотариата, адвокатуры в период существования Советского государства. При этом автор отмечает, что «Вопросы, связанные с образованием и функционированием органов и учреждений советской юстиции на территории Кольского Севера, комплексно не изучались и не являлись предметом науч-

ных исследований. В настоящее время имеют-ся отдельные публикации бывших работников советской юстиции и их совместные публикации с историками с приложением единичных архивных документов».

Материалы, хранящиеся в архиве, позволяют изучить кадровый состав, а также опыт работы первых местных органов юстиции по надзору за деятельностью судов, следователей, трибуналов, за соблюдением революционной законности советской власти на территории Мурманского уезда. Практический интерес представляет информация о характере взаимоотношений между местным центром управления юстиции и республиканским – Наркомюстом РСФСР.

Статьи для журнала предоставили и сотрудники других научных и исследовательских организаций. Елена Дубровская из Института языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН рассказала о российских военных в Финляндии в революционный период 1917 года. Доктор исторических наук Елизавета Ямаева из Горно-Алтайска делится информацией об одном из бытовых предметов алтайцев – войлочном ковре, который, будучи включенными в ритуальное поле обряда, приобретают особое, новое для себя значение. Исследователи из Санкт-Петербургского государственного университета предоставили сразу два материала: о министерстве народного просвещения в России середины XIX века и о деятельности министра С. С. Уварова. Еще одна статья о вопросах просвещения называется «Демонстрация «правой» профессуры: выборы декана физико-математического факультета Ленинградского государственного университета в 1926 году».

Кандидат биологических наук, научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники имени С. И. Вавилова РАН Екатерина Жарова рассказывает на страницах журнала о том, как были организованы, кому подчинялись и как финансировались морские и пресноводные биологические станции в Российской империи.

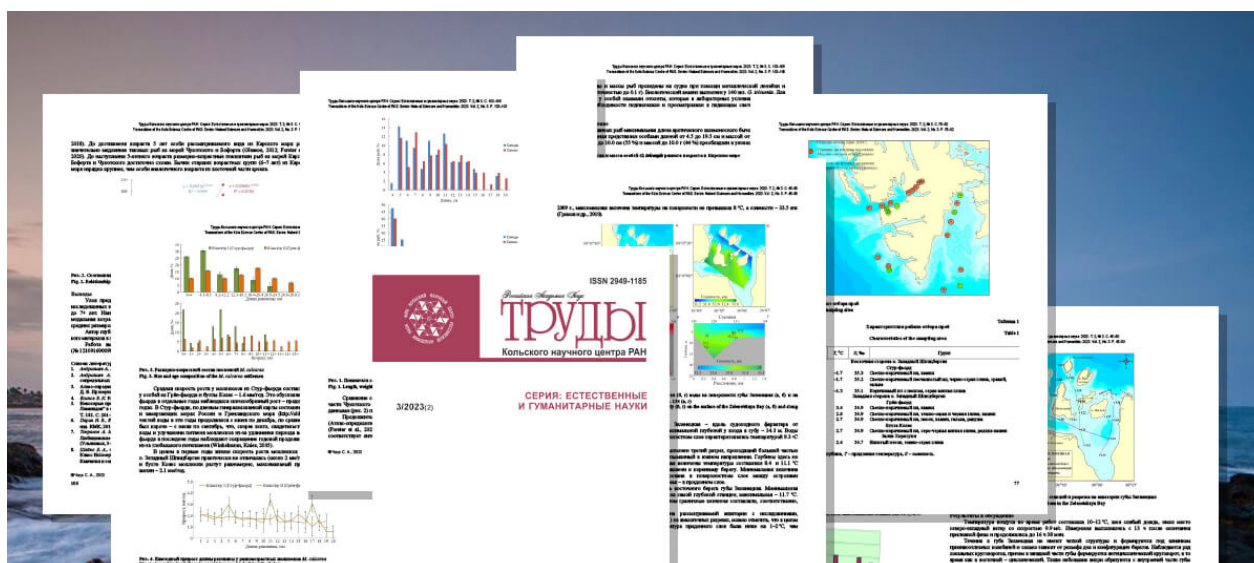
И вновь – интереснейшая информация о Заполярье, точнее, об археологической на-

уке в наших краях. Заведующий отделом экспозиционно-выставочной деятельности Мурманского областного краеведческого музея, начальник Мурманской археологической экспедиции Георгий Дзенисов делится результатами полевой работы 2019-2022 годов в окрестностях озера Ловозеро. Автор приводит краткое описание новых памятников археологии северо-западного побережья озера и верхнего течения реки Вороньей. Всего за четыре полевых сезона здесь было открыто семь новых археологических объектов с датировками от мезолита до эпохи бронзы, кроме того, удалось локализовать десять памятников, открытых в 1969–1974 годах. Все это – этапы решения актуальных вопросов древней истории центральных районов Кольского Севера, в первую очередь, особенностей хозяйственного уклада местного населения и путей заселения внутренних районов в каменном, бронзовом и раннем железном веках.

А сотрудники Института истории материальной культуры Российской академии наук (Санкт-Петербург) дают полный обзор археологии Кольского Севера по данным на 2022 год. В статье представлена краткая сводка по археологии и истории Кольского Севера с акцентом на исследования последних 25 лет. Таким образом можно считать доказанным, что инициальное заселение Кольского полуострова произошло не позднее конца 9 тыс. до н. э., как и всего Крайнего Севера Фенноскандии. Интересны результаты работ в устье реки Лива, где были раскопаны очаги относящиеся к средневековой саамской культуре конца 1 тыс. – начала 2 тыс. н. э. Упоминается в статье и памятник такого же типа – поселение Кинтшемлукхт 1 – обнаруженный в 2022 году к западу от города Апатиты.

Новый сборник «Трудов Кольского научного центра РАН» из серии «Естественные и гуманитарные науки» будет интересен студентам и состоявшимся ученым, всем, кто интересуется историей и краеведением.

*Подготовила
Наталья Чернова.*



ЧТО РАССКАЖУТ МОРСКИЕ ГЛУБИНЫ?¹

Третий номер журнала «Труды Кольского научного центра» в серии «Естественные и гуманитарные науки» целиком подготовлен сотрудниками Мурманского морского биологического института Российской академии наук. На его страницах они делятся результатами своих исследований, проведенных в последнее время как в Кольском заполярье, так и за его пределами.

Сборник открывает статья, посвященная видовому составу рыб губы Белокаменная (Кольский залив) в мае и августе-октябре 2022 года. Интересно, что в целом ихтиофауна Кольского залива насчитывает 60 видов рыбообразных и рыб, причем часть их встречается тут не постоянно, а в отдельные периоды своего жизненного цикла, а также способна проникать в акваторию из открытых участков моря только в «теплые» или «холодные» годы. Некоторые встречались лишь однажды – синий тунец или змеевидная игла-рыба, а иных находили на берегу – например, вогмера или северного веретенника. По итогам работ 2022 года в губе Белокаменной отмечено десять видов рыб, относящихся к шести семействам. Сайда и речная камбала были зарегистри-

рованы на всех этапах ихтиологических работ, встречались также пикша, трехиглая колюшка, европейская бельдюга и бычок-буйвол, а по численности и биомассе лидер – речная камбала, затем по убыванию сайда, треска и пикша.

Исследованиями разных водоемов и отдельных заливов специалисты делятся с читателями в статьях «О роли полихет рода *Pholoe* в донных сообществах Кольского залива», «Распространение раковинных брюхоногих моллюсков с длительной и короткой пелагической стадиями в открытых районах Баренцева моря», «Популяционные характеристики двустворчатого моллюска *Mascoma calcarea* во фьордах Шпицбергена с разным гидрологическим режимом», «Сведения о росте и возрасте арктического шлемоносного бычка *Gymnocanthus tricusps* в Карском море».

В отдельной статье дана характеристика прибрежной ихтиофауны губ восточного Мурмана на примере видового состава литоральной и сублиторальной ихтиофауны губ Ярнышная и Зеленецкая за лето 2020 года.

Отдельное исследование, ученые вновь посвятили губе Зеленецкой – ее изучению в лет-

1. Впервые опубликовано [на сайте ФИЦ КНЦ РАН](https://na.sci.ru)

ний период 2021 года. В журнале представлены данные океанографических наблюдений, выполненных в июле 2021 года в ходе экспедиции ММБИ РАН на научно-исследовательском судне «Дальние Зеленцы».

Морские экспедиции позволяют изучать не только подводный, но и надводный мир. В номере журнала представлены результаты орнитологических наблюдений, сделанных в ходе береговых экспедиций ММБИ РАН в 2021-22 годах. Это и маршрутные учеты морских и околоводных птиц в разных частях северного побережья Мурманской области, и сезонная динамика численности обыкновенной гаги и серебристой чайки в районе Териберки, и индекс видового богатства. В ходе наблюдений в Кольском заливе отмечено 33, в Печенгском заливе – 17, в районе Териберки 22 вида морских и околоводных птиц.

Отдельно представлены результаты изучения стабильных изотопов $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ в водах Баренцева моря весной 2021 года, а на основе этих данных получено соотношения содержания атлантических, речных и талых вод, а также объемов вод, изъятых на ледообразование на исследуемой акватории. Ранее водные массы выделялись в основном по двум параметрам – температуре и солености, однако применение изотопных параметров $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ в океанографических исследованиях при проведении балансовых расчетов имеет большое преимущество, поскольку эти параметры обладают большими консервативными свойствами. Существует открытая база данных NASA, содержащая показатели температуры, солености и $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^2\text{H}$ для вод Мирового океана. Для Баренцева моря последние общедоступные данные по этим параметрам датируются 2014 годом. Всего отобрано и проанализировано 107 проб воды на 27 станциях.

Экологическую тематику – о тяжелых металлах в морских водах – продолжает статья, в которой представлены результаты изучения содержания растворенных форм железа, марганца, хрома в поверхностном слое морской воды восточной части Баренцева моря и на участке Гренландского моря в районе архипелага Шпицберген. Материалы получены

в комплексных экспедициях ММБИ РАН в 2021 и 2022 годах, а сами измерения концентрации микроэлементов выполнены методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

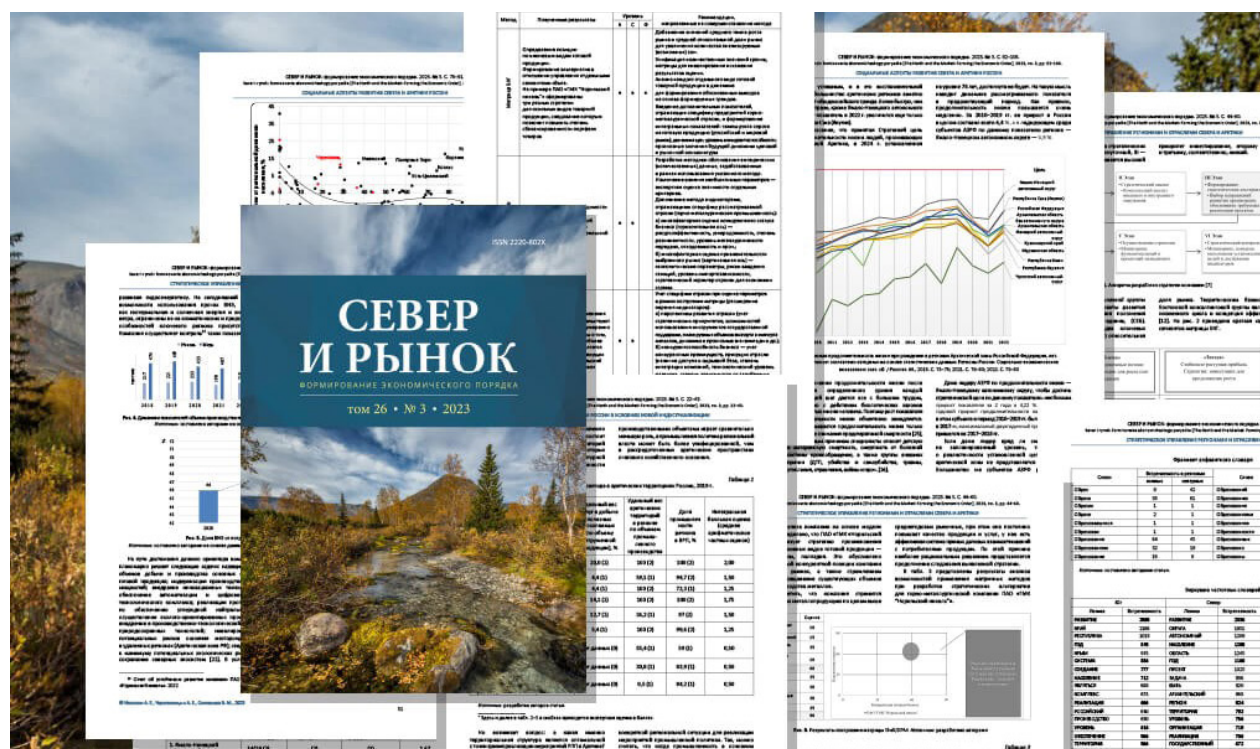
Не только вода, но и донные отложения способны рассказывать ученым интересные истории. Об этом – статья, посвященная хронологии осадконакопления в Центральной впадине Баренцева моря, которая охватывает наибольшие глубины в восточной части моря, до 286 метров, и является самой крупной по площади.

Исследования, о которых рассказывает следующая статья, проходили с января 2018 года по декабрь 2022 года. В ММБИ РАН геологической группой при активном содействии биологов и гидрохимиков была разработана и апробирована методика работ со свежеснегосыпавшим снегом, которая позволяет достоверно определять качественный (вещественный) состав аэрозолей и их количественную характеристику. Всего отобрано и проанализировано 93 пробы свежеснегосыпавшего снега, характеризующих 51 снегопад. Так были получены данные о концентрации в свежеснегосыпавшем снеге твердых нерастворимых частиц, их компонентов, таких как тяжелые металлы (цинк, медь, свинец, кадмий), биогенных элементов, нитратов, нитритов, фосфатов и силикатов, а также полимерных частиц. Установлено, что воздушные массы со стороны Баренцева моря приносили твердые атмосферные осадки с меньшим количеством нерастворимых аэрозолей, чем поступающие с континента. Оказалось, что в мурманском снеге преобладают частицы техногенного происхождения (сферы сгорания, зола, угольная пыль, микропластик), в большом количестве встречаются мелкие неопределимые частицы разных цветов, отмечены частицы природного происхождения: волокна и обрывки органического вещества, чешуйки слюды, изредка кварц и полевые шпаты.

Ознакомиться с электронной версией журнала можно **на сайте редакционно-издательского отдела Кольского научного центра**.

Подготовила
Наталья Чернова.

ТРЕТИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «СЕВЕР И РЫНОК»¹



Вышел **третий номер научно-информационного издания «Север и рынок».**

Первый раздел номера посвящен экономике севера России в условиях новой индустриализации. Открывает его статья Виталия Лаженцева «Минерально-сырьевые ресурсы северных регионов в условиях новой индустриализации». Она поднимает одну из самых актуальных сейчас тем: в связи с ограничением импорта сырья под вопросом оказалось ускоренное развитие горно-металлургической промышленности России. На примере топливно-энергетической и горно-металлургической промышленности автор рассматривает участие северных регионов в решении проблем импортозамещения и организации минерально-сырьевой базы.

Александр Пилясов и Вячеслав Цукерман продолжают тему региональной промышленной политики в Арктике. Разделив территории

девяти северных регионов на четыре группы в зависимости от уровня готовности, они дают оценку предпосылкам для реализации промышленной политики усилиями местной и региональной власти.

Следующий раздел номера касается стратегического решения проблем регионов и отраслей Севера и Арктики. Александр Неволин, Алексей Череповичин и Виктория Соловьева на примере ПАО «ГМК «Норильский никель» оценивают возможности матричных методов для прогноза вариантов развития горно-металлургических компаний. Ученые приводят результаты анализа деятельности компании и разработанные ими методические и практические рекомендации по ее совершенствованию.

Наталья Рослякова, Инна Митрофанова, Евгений Каневский и Кирилл Боярский ищут способы углубленного анализа текстов

1. Впервые опубликовано **на сайте ФИЦ КНЦ РАН**

машинными методами. Это необходимо для автоматизации и упрощения поиска в текстах стратегических региональных документов. На основе полученных данных в статье предложена комплексная методика выделения в тексте смысловых конструкций со всей сопутствующей информацией.

Несколько статей раскрывают тему проблем северных территорий страны, связанных с миграцией населения и развитием промышленного потенциала регионов.

По данным Павла Дружинина, численность населения Европейского Севера России стремительно сокращается. Его покидают выпускники школ в поисках качественного высшего образования в Москве и Санкт-Петербурге, а также пенсионеры. Автор отмечает, что удержать трудоспособное население могут более высокая зарплата и развитие средних профессиональных учебных заведений в муниципалитетах, для чего требуется поддержка предпринимательской и образовательной деятельности в северных регионах.

Людмила Липатова, Валентина Градусова и Елена Строкан проводят демографический анализ населения АЗРФ. Они предполагают, что установленный Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период 2035 года целевой уровень продолжительности жизни сейчас недостижим. Для решения этой задачи авторы предлагают усилить меры по убеждению жителей региона проходить регулярную диспансеризацию.

Семен Иванов и Светлана Теребова анализируют восприятие науки и инноваций населением Севера на региональном уровне и дают концептуальные рекомендации по повышению инновационной культуры и восприимчивости населения к достижениям отечественной науки.

В работе «Продолжительность трудовой жизни населения Арктического региона в контексте современных социально-демографических изменений» Анна Проворова ищет способы повышения эффективности трудо-

вого потенциала населения и исследует продолжительность трудовой жизни на примере Архангельской области с 2010 по 2021 год. Выявленные автором особенности могут быть использованы для совершенствования политики в сфере занятости и социального обеспечения.

В другой своей статье «Развитие портовой инфраструктуры как потенциал для увеличения грузооборота Северного морского пути» Анна Николаевна изучает результаты санкционного давления, вследствие которого сдвинулись сроки реализации многих проектов. Исследовательница обращает внимание на модернизацию северных портов и анализирует формирование их инфраструктуры для увеличения грузооборота за счет проектов по строительству и усовершенствованию портовых объектов СМП.

Эффективное использование пространства путем преодоления территориальных диспропорций является одним из ключевых условий обеспечения национальной безопасности России. Сбалансированное пространственное развитие требует консолидации потенциала разных территорий, однако сейчас разрушено множество сформированных ранее хозяйственных связей. В статье «Модернизация экономики малых городов Российского Севера на основе активизации межмуниципальных хозяйственных связей» Сергей Кожевников предлагает рассмотреть состояние экономики с точки зрения цепочек городов, градообразующие предприятия которых принадлежат к одним и тем же крупным компаниям.

Завершает выпуск статья Николая Ворошилова «Особенности, тенденции и факторы развития различных форм осуществления населением местного самоуправления в регионах Европейского Севера России». Исследователь выявляет особенности разных форм участия жителей Севера России в управлении на местном уровне.

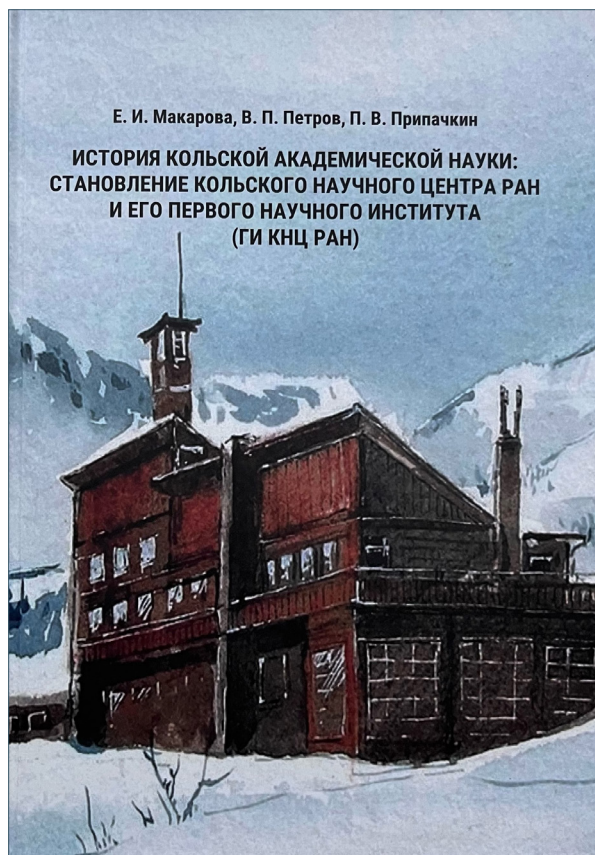
*Подготовила
Вероника Данилина*

ДО САМОЙ ПОСЛЕДНЕЙ СТРАНИЧКИ – ГОРДОСТЬ ЗА ГЕОЛОГИЮ И ЗА ИНСТИТУТ¹

Несколько недель назад вышла в свет объемная **монография** под названием «История Кольской академической науки: становление Кольского научного центра РАН и его первого научного института (ГИ КНЦ РАН)». Издание посвящено двум юбилейным датам – 90-летию со дня основания Кольского научного центра и 70-летию Геологического института. Авторы – Елена Макарова, Валентин Петров и Павел Припачкин. Как отметил во вступительном слове к книге директор Геологического института Николай Козлов, «оценка того, что уже было сделано, – это хорошая основа для понимания будущего. А упоминание фамилий и результатов работы тех, кто отдал институту многие годы своей жизни, важно и для них, если они еще живы, и для их детей и внуков, и для ныне работающих сотрудников. Всем нам в этой жизни, которая, к сожалению, не бесконечна, важно знать, что никто не будет забыт...»

Книга вмещает анализ процесса становления заполярной академической науки, начиная с Хибинской горной станции «Тиэтта», а на примере становления Геологического института – динамику ее развития вплоть до 2021 года. Дополнительно дана оценка исторического вклада кольских ученых в развитие науки и производства на Кольском Севере в военные и послевоенные годы.

Как объясняют сами авторы, написать подобную монографию было бы невозможно без большого количества материалов, собранных сотрудником научного центра Александром Токаревым. Очень помог и кандидат геолого-минералогических наук Анатолий Виноградов, а также действующие сотрудники Геологического института. Всем им большая благодарность за предоставленные документы и фотографии из личных архивов, за доступ



к архивам института и за верстку книги. За прекрасно подобранную акварель Анны Михайловой для обложки книги – благодарность Сергею Мудруку, заместителю директора ГИ КНЦ РАН по научной работе.

Основной труд по сбору материалов и работе над текстами лег на плечи кандидата исторических наук, заведующей научным архивом КНЦ РАН Елены Ивановны Макаровой. Она опиралась на научные публикации, начиная с 1920-х годов, научно-популярные издания, написанные Ферсманом и его сподвижниками, публикации краеведов и историков края, использовала материалы конференций различного уровня, особенно Ферсмановской научной сессии, эн-

1. Впервые опубликовано [на сайте ФИЦ КНЦ РАН](#)

циклопедические справочники и юбилейные издания, научные труды Ушаковских чтений. Очень помогло в работе над книгой изучение управленческой документации, постановлений и распоряжения Академии наук СССР, документов по личному составу и рассекреченных документов за 1930-50-е годы, поступивших на хранение в научный архив. Особый источник – архивные документы Совета филиалов и баз АН СССР в регионах за 1931-55 годы, а также те, которые хранит Госархив Мурманской области в Кировске.

Если говорить о личных документах, то необходимо отметить документальный фонд профессора Чирвинского, переданный в дар архиву дочерью, особенно его «Научные воспоминания» за 1943 год, а также личный фонд замдиректора КБАН СССР Терновского, переданные в архив его вдовой. И, безусловно, фонды академика Ферсмана, академика Белянкина, первого директора «Апатита» Кондрикова.

Сбором фотоархива для книги и обширной информации о кадровых перестановках последних лет в Геологическом институте занимался кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ГИ КНЦ РАН Павел Припачкин.

“ *Идея издания книги, посвященной значимым для Центра и для института датам, возникла у Елены Ивановны Макаровой и Валентина Петровича Петрова, который, помимо работы в президиуме КФАН СССР – КНЦ РАН бессменно возглавлял лабораторию метаморфизма ГИ, отдав институту много лет жизни. Наш институт был первым самостоятельным в системе центра, и поэтому решено было написать о нем подробно, – рассказывает Павел Валентинович. – С Еленой Ивановной у меня был опыт сотрудничества со времен журнала «Тиэтта», в котором я в 2018 году был главным редактором, поэтому наше руководство и предложило мне поучаствовать в отражении истории института в книге.* ”



Павел Припачкин рассказывает о работе над книгой. Фото Н. Щур

Не секрет, что все основные институты Кольского научного центра – Горный, Институт химии, а также Полярный геофизический – выходцы из Геологического, из его подразделений. Можно сказать, он был прародителем современного КНЦ, поэтому книга так легко и изящно объединила две истории. При этом стала первой настолько объемной летописью, которая дает возможность представить и оценить весь масштаб работы, сделанной геологами за 70 лет. И это далеко не один Хибинский массив, и не только апатит-нефелиновые руды! Наглядное подтверждение тому дают перенесенные в книгу очень подробные слайды, которые сотрудники института между собой называют «ГИ – популярно». На них обозначены места, издания по итогам работы и фамилии исследователей. В фокусе геологов института за 70 лет находились, кроме Хибин и Ловозера, Печенга и Алларечка, Прииман-



Полевой отряд Лаборатории минералогии на базе разведочной партии треста «Свердловскгеоинвест» на уникальном Пасковском месторождении амазонитовых руд-пегматитов, 1985 г.
Слева направо: студент-практикант из Татарии, В. Чесноков, ведущий геолог, Клемент В., лаборант, Пахомовский Я.А., начальник отряда, Болонин А.В. Фото из архива ГИ КНЦ РАН



Полевые исследования Кейвской радиометаллической провинции, Гора Юмпуруай, 1986 г.
Стоит на кабине всадника – Бельков И.В., зав. лаб. минералогии, возглавляет отряд, сидит рядом с собакой – Ковалев Н.Г., внизу стоит сотрудник лаб. магматизма Яковичук В.Н. и Батисев И.Д.
Фото из личного архива Куликова А.Н.

180



Сотрудники Геологического института и ЗАО «Пана» на полевых работах в пределах Западно- и Восточно-Панского массивов, 1995 г.
Слева направо: Осипов А.С., Петулов Р.М., Мансурова И.А., Корчагин А.В., Довгань А., водитель ЗАО «Пана» с отцом, Борисов К.А., Корчагин А.У. Фото из архива ОАО «Пана»



Сотрудники лаборатории № 23 и их физические коллеги на полевых работах в районе Пана – Куолярви (Россия), 1997 г.
Стоит слева направо: Колдзов Н.Е., Смолин А., водителя, Хейва Илюшери, Кириллов Н., Туомо Маннинен, Чикирев И.В. Сидит слева направо: Кириллова Л.Д., Ахти Сельмакюнен, Бельков А.А. с женой.
Фото из личного архива Колдзова Н.Е.

181

Разворот книги. Фото В. Данилиной

дровский, Мончегорский и Беломорский районы, Федорово-Панские тундры, Кейвы, Ковдор, Vuorijarvi, Африканда, Колмозеро-Воронья, Ена, Рыбачий и Средний, Мурманский домен, Имандра-Варзуга и Пана-Куолярви. Занимались наши специалисты и Кольской сверхглубокой, и полигоном Воче-Ламбина.

“ Это был интереснейший проект Феликса Петровича Митрофанова, который возглавлял тогда Лабораторию геодинамики, – объясняет Павел Припачкин. – В лаборатории занимались изучением движения литосферных плит, их погружений и столкновений, магматизма, перемещения крупных тектонических блоков. А Воче-Ламбина, всего в тридцати километрах от Апатитов, являет собой часть области сочленения двух литосферных плит, Беломорской и Кольской. И там Феликс Петрович с коллегами организовал полигон с хорошей

обнаженностью контакта плит, где можно видеть коренные породы, их взаимоотношения, многомиллиардную их историю. Конечно, на полигоне организовали и провели огромные работы по расчистке обнажений, а затем проводили структурные исследования, которые нам дали информацию по древнейшей истории Земли. В исследованиях на полигоне приняли участие почти все лаборатории института, полевой лагерь стоял, шли экспедиционные работы, по результатам которых состоялись научные публикации.

”

Еще два больших этапа – Федорово-Панские тундры, создание ООО «Пана», годы ажиотажа вокруг Федоровотундровского месторождения элементов платиновой группы, крупнейшего в Европе. И, конечно, создание апатитского филиала МГТУ (ныне – МАУ), нашего вуза, который со стороны Геологическо-

го института организовывали Феликс Петрович Митрофанов, Николай Евгеньевич Козлов и мой отец, Валентин Андреевич Припачкин. Они создали в Апатитах вначале кафедру геологии, а потом и горного дела, химии, экологии и так далее. Как видите, и тут геологи первые, остальные присоединяются! Сегодня два замдиректора Геологического института и ученый секретарь – выпускники этой кафедры.

“ Все эти этапы я застал лично, был их участником или свидетелем. Но была и предыдущая огромная деятельность, а ведь то поколение уходит и уже мало кому можно задать вопрос, уточнить детали, – подчеркивает Павел Валентинович. – Здесь большое спасибо стоит сказать бывшему главному ученому секретарю КФАН СССР-КНЦ РАН и заведующему лабораторией магматизма ГИ Анатолию Николаевичу Виноградову, что-то подсказывали старейшие сотрудники института, такие как Петр Константинович Скуфьин. Но что-то, к сожалению, осталось под вопросом, уточнить уже не у кого...”

Действительно, в книге много сведений об огромной геологической работе: трудилось много полевых отрядов, было много экспедиций по полуострову, которая сформировала очень подробную геологическую карту края. Так в чем же заключается работа современного Геологического института, если не брать во внимание лабораторные исследования? Правда ли, что все у нас давно разведано и уже нечего искать?

“ Конечно же, нет, – отвечает Павел Припачкин. – Открыты крупные и суперкрупные месторождения полезных ископаемых. Но в них всегда остаются горизонты, которые невозможно было взять сразу. Да, потом карьер углубляется, бурение становится совершенней, и мы можем вести дообследование, узнавать, какие еще полезные компоненты содержит известное месторождение. Возьмем Мончегорский плутон: сколько лет его изучают – и все еще

остались спорные вопросы. Словом, специалисты бурят новые скважины, проводят геофизические исследования, более точными методами исследуют образцы пород и новые месторождения открывают даже там, где, казалось бы, все уже разведано.

Очень часто все зависит от технологии извлечения полезного ископаемого. Вначале вы можете брать только крупное, только с огромным содержанием, а потом появляется инструмент, чтобы выделить полезное и нужное из мелкого. Получается, что сегодня это еще не месторождение, а завтра становится им, потому что появилась технология, которая позволяет извлекать полезный компонент из более бедных руд.

Кроме того, наступает время исследовать и техногенные месторождения, перерабатывать «хвосты».

И, наконец, самое важное – момент необходимости того или иного минерального сырья. Приведу примеры. В тридцатые годы стране был нужен никель – нашли медно-никелевые жилы на Кольском, стали отрабатывать, почти все отработали, теперь комбинат «Североникель» в Мончегорске на привозном сырье из Печенги и Норильска работает. Или хромиты – были о них упоминания, но они до поры не требовались. А когда пришла необходимость – исследовали подетальнее, подбурили – и есть Сопчеозерское месторождение! В 90-е годы настал палладиево-платиновый бум, а палладия у нас даже больше, чем платины. Начали уделять внимание элементам платиновой группы, ведь в пробах они были и раньше, просто такое сырье было не востребовано, а сегодня в Мончеплутоне поставлено на госбаланс месторождение Вуручуайвенч. То же самое относится и к литию, открытому полвека назад на Кольском. Все зависит от задачи, а она может меняться в зависимости от технологий, от востребованности для них того или иного вида полезных ископаемых. Так что у геологов всегда будет работа! И эту мысль мы по-

старались донести в нашей книге, показать, как вокруг стержня – Хибин – все обрастало и ширилось исследованиями, начали заниматься глинами, четвертичной геологией, водами... Мы хотели, чтобы у читателя было понимание, что за работа у геолога, чтобы он пролистал книгу и воскликнул: «Ух ты!»

”

В беседе с Павлом Валентиновичем нельзя было не упомянуть проблему молодых кадров. Есть ли у них интерес, идут ли в науку?

“

Здесь нужно быть реалистами, ситуация не столь хороша, – отвечает Павел Припачкин. – Сейчас молодежь вся погружена в гаджеты, в виртуальный мир. Да, у нас тоже придется работать с новой техникой, с GPS, строить компьютерные модели, но все же геология – это наука о Земле. Ты имеешь дело с породами, которым миллиарды лет, они помнят еще зарождение нашей планеты. Как когда-то написал в стихотворении мой отец – «В полевой сезон на ладони весь» – это тоже про геологов, ведь маршруты бывают сложные, взаимовыручка важна, и принцип «пошел бы с ним разведку?» у нас вполне действует.

И все же молодежь к нам идет, хотя ей приходится понимать, что в научной среде нет быстрых денег – придется поработать на перспективу, на рейтинг.

”

Павел Припачкин подчеркивает, что геология в какой-то мере отвечает за безопасность государства и его суверенитет. Какие могут быть новые технологии без полезных ископаемых? Литий-ионные батареи, новые виды энергетики, современные машины, компьютеры – везде работают минеральные компоненты, в том числе редкоземельные и редкометалльные. А их еще нужно найти, подсчитать запасы, определить кондицию, и все это дело геологов.

“

Мы занимаемся и фундаментальной и прикладной наукой. Первая поможет разобраться, как и почему все образовалось, а прикладная – сделать прогноз,

где и какое будет месторождение. Но многие не понимают, что без первой никакое прогнозирование невозможно, и именно фундаментальная наука требует хорошего и постоянного финансирования. Да, прикладная может дать сиюминутный эффект, фундаментальная – это длинная дистанция, это основа и база всего, а от нее мгновенной отдачи не потребуешь. Но прикладная без нее не работает и результатов не дает.

”

Возвращаясь к книге об институте, следует сказать о том, что тираж практически разошелся: поступил в библиотеки, музеи и архивы, стал подарком для коллег. Особое удовольствие для читателя – знакомиться с огромным фоторазделом книги, где есть снимки редкие, из личных архивов, опубликованные впервые. Есть уникальные фотографии целых лабораторий – видишь много знакомых лиц! Все собранные фото, конечно, не вошли, но возможно на их базе создать визуальный архив института.

“

Хочу заранее попросить прощения у коллег – наверняка что-то упущено, о ком-то не очень подробно рассказано, о каких-то исследованиях упомянуто фрагментарно, не все фотографии поместились, – говорит Павел Припачкин. – Но это неизбежно: не ошибается тот, кто ничего не делает. При этом без ложной скромности могу сказать, что работу мы проделали большую и хорошую, выполнили нашу основную цель – дали общее представление об истории института. Книга о Геологическом институте, конечно, скорее справочник – с датами, фамилиями, источниками... Мне самому очень хочется дополнить ее рассказами о людях, а обо всех не получится, двум-трем авторам такой объем не потянуть. Однако и сейчас закрываешь последнюю страничку, и гордость берет от того, какие люди тут работали и работают – от докторов наук до водителей!

”

Подготовила Наталья Чернова.

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ПАМЯТИ НИКОЛАЯ КУЗЬМИЧА ПЫРЯЕВА

14.09.1932 – 13.10.2023

IN MEMORY OF NIKOLAY KUZMICH PYRYAEV

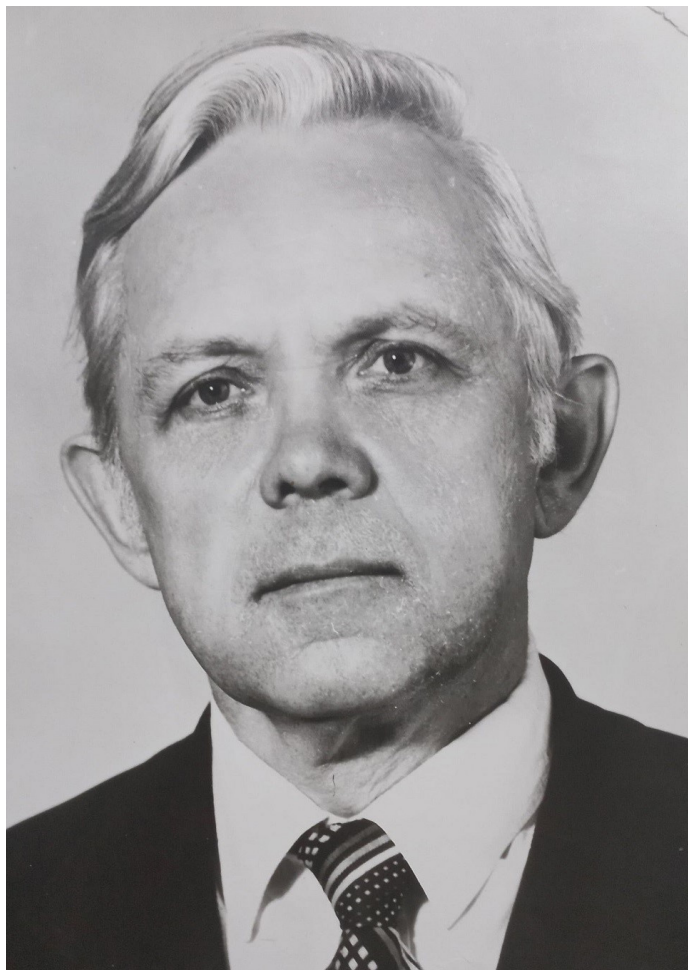
14.09.1932 – 13.10.2023

13 октября на 92-м году жизни скончался наш бывший коллега Николай Кузьмич Пыряев.

Николай Пыряев родился в селе Большой Толкай Самарской области в 1932 году в многодетной крестьянской семье и окончил четыре класса сельской школы. В военные годы работал в колхозе. После войны вся семья переехала в шахтерский подмосковный поселок – Кузьма Пыряев был направлен туда для восстановления разрушенных угольных шахт. Николай Кузьмич возобновил учебу в школе и в 1951 году поступил в Ленинградский государственный университет на спецкурс химического факультета.

Окончив университет по специальности «Аналитическая химия», Николай Пыряев поступил на работу в Кольский филиал АН СССР. За шесть лет, которые он проработал в Институте химии и технологии редких элементов и минерального сырья, он вырос с должности старшего лаборанта до заведующего лабораторией и члена ученого совета. В эти годы он участвовал в разработке и промышленных испытаниях технологии переработки лопарита, стал автором монографии «Методы анализа продуктов и полупродуктов переработки лопаритового концентрата».

В 1966 году Николай Кузьмич был направлен на Донецкий химико-металлургический завод, в 1969 году – приглашен в эстонский город Силламяэ, на завод по переработке урановых руд. За общественную деятельность и упорный труд Николай Пыряев был неоднократно награжден почетными грамотами, диплома-



ми, благодарственными письмами, удостоился почетных званий ветерана труда и ветерана атомной энергетики, а также мастера труда 1-го класса Германии.

В Кольском научном центре помнят его светлым, увлеченным человеком, настоящим специалистом своего дела. Приносим искренние соболезнования семье, друзьям и коллегам Николая Кузьмича!

ПАМЯТИ ВИКТОРА МИХАЙЛОВИЧА ТРЯПИЦЫНА

27.01.1946 – 15.10.2023

IN MEMORY OF VIKTOR MIKHAILOVICH TRYAPITSYN

27.01.1946 – 15.10.2023

5 октября на 78-м году жизни скоропостижно скончался наш бывший коллега, доктор технических наук Виктор Михайлович Тряпицын.

Виктор Михайлович окончил Ленинградский горный институт в 1977 году. Областью его научных интересов были геодинамика и сейсмология. С 1989 по 1992 год он работал в Геологическом институте Кольского научного центра в должности старшего научного сотрудника, с 1992 по 1998 год трудился ученым секретарем в Кольском региональном сейсмологическом центре КНЦ РАН.

Докторскую диссертацию на тему «Научные основы и методы оценки и прогноза природно-техногенных напряжений для обеспечения геодинамической безопасности при широкомасштабных горных работах в блочном массиве» Виктор Тряпицын защитил в 1998 году. Он написал более 65 научных работ, в том числе одну монографию.

Коллеги и друзья навсегда запомнят его вдумчивым исследователем, отзывчивым человеком, обладателем золотого характера. Выражаем глубочайшие соболезнования родным и близким Виктора Михайловича!



ПАМЯТИ ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНЫ АНДРЕЕВОЙ

22.04.1968 – 23.10.2023

IN MEMORY OF ELENA NIKOLAEVNA ANDREEVA

22.04.1968 – 23.10.2023

23 октября ушла из жизни диспетчер транспортного управления Кольского научного центра Елена Николаевна Андреева. С 2019 года ее трудовая деятельность была неразрывно связана с задачами по обеспечению и обслуживанию автотранспорта, которые она блестяще выполняла.

Елена Андреева вызывала искреннее уважение у всех, кому повезло ее узнать и с ней работать. Коллеги навсегда сохраняют светлую память о ней как о прекрасном специалисте, любящем свою работу, хорошем и верном друге, общительном, жизнерадостном, дружелюбном, обаятельном и позитивном человеке.

Коллектив Кольского научного центра выражает искренние соболезнования родным и близким Елены Николаевны. Светлая память о ней всегда будет жить в сердцах тех, кто ее знал.



ПАМЯТИ АЛЕНА ЮРЬЕВНЫ ПОПОВОЙ

23.02.1977 – 2.12.2023

IN MEMORY OF ALENA YURIEVNA POPOVA

23.02.1977 – 2.12.2023

2 Декабря в возрасте 46 лет безвременно ушла из жизни наша коллега, начальница отдела кадров Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем Кольского научного центра Алена Юрьевна Попова.

Получив широкое медицинское и юридическое образование, в течение своей не очень долгой жизни Алена Попова прошла большой и сложный путь от социального работника и медицинской сестры до ответственной должности руководителя отдела кадров НИЦ МБП КНЦ РАН, которую занимала вплоть до своей ранней кончины.

На всех должностях Алена Юрьевна показывала себя грамотным, добросовестным, требовательным к себе и ответственным специалистом широкого профиля, с большим опытом работы и обширными знаниями во всех направлениях деятельности нашего Центра. За это она была многократно отмечена различными наградами медицинской службы Кольского научного центра, Президиума КНЦ РАН и администрации города Апатиты. Постоянно совершенствуя свои профессиональные знания, она активно осваивала новые методы кадрового учета и оформления документов, и всегда творчески относилась к своей непростой и напряженной работе, отличаясь при этом постоянным спокойствием, корректностью и благожелательностью в отношении с другими сотрудниками.

В самых сложных обстоятельствах Алена Попова всегда оставалась надежной опорой руководству и всему коллективу НИЦ МБП. Вы-



сокие трудовые и человеческие качества снижали ей любовь и уважение не только сотрудников Медико-биологического центра, но и всех, кто ее знал и встречался с ней за время ее продолжительной жизни.

Коллектив глубоко скорбит в связи с безвременной кончиной нашей Алены Юрьевны и выражает искреннее соболезнование ее семье и близким. Светлая память о ней навсегда сохранится в наших сердцах.

ПАМЯТИ АНАСТАСИИ АНАТОЛЬЕВНЫ ЕНЮТИНОЙ

31.12.1977 – 26.12.2023

IN MEMORY OF ANASTASIA ANATOLYEVNA ENYUTINA

31.12.1977 – 26.12.2023

26 декабря на 46-м году жизни после тяжелой болезни, с которой она стойко боролась, ушла из жизни начальник отдела международных связей Анастасия Анатольевна Енютина.

Анастасия Анатольевна окончила Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого. В Горном институте она работала с 2005 года: организовывала прием иностранных специалистов, занималась переводом в рамках проектов и договоров института с зарубежными организациями и компаниями, переводила статьи сотрудников института для участия в российских и международных конференциях и публикаций в зарубежных изданиях, готовила документы для международных командировок научных сотрудников института.

Длительное время она работала в составе профкома института, возглавляя культурно-массовый сектор. Ее отличали инициа-

тивность, высокая требовательность к себе, тщательное выполнение взятых на себя обязательств.

Анастасия Анатольевна всегда была оптимистом, доброжелательным, коммуникабельным человеком, пользовалась заслуженным уважением коллег.

Выражаем глубокие соболезнования родным и близким. Светлая память о ней останется в сердцах сотрудников института.



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

Журнал «Вестник Кольского научного центра РАН» ориентирован на информирование широкого круга научной общественности о наиболее значимых итогах исследований ученых Кольского научного центра, популяризацию междисциплинарных работ институтов центра, которые направлены на решение фундаментальных проблем исследований по формированию базы знаний о природной среде Арктической зоны РФ, прикладных исследований по созданию научной основы разработки и реализации рациональной стратегии освоения природного потенциала Севера России в интересах хозяйственного, социально-экономического и культурного развития региона.

В журнале представлен широкий спектр материалов о научной жизни Кольского научного центра РАН и принципиально важных событиях его истории и памяти выдающихся ученых региона, внесших неоценимый вклад в развитие российской науки.

Страницы журнала предоставлены исследователям не только из академических институтов, но и из других научных организаций, вузовской науки, нашим коллегам из ближнего и дальнего зарубежья. Издается с декабря 2009 г.

Материалы для опубликования в журнале «Вестник Кольского научного центра РАН» необходимо направлять по адресу vestnik2@ksc.ru.

Полный архив номеров: rio.ksc.ru/zhurnaly/vestnik. Страница журнала: ksc.ru/issledovaniya/zhurnaly/vestnik.

Структура статьи

Статья должна быть ясно изложена и четко структурирована. При этом в ее структуру необходимо включить следующее:

- **УДК.** УДК-код подбирается с учетом тематики научного направления статьи согласно актуальным таблицам уни-

версального десятичного классификатора;

- **название статьи, фамилия и инициалы автора(ов), название и адрес учреждения**, от которого подается статья (на русском языке), **электронный адрес автора**, с кем редакция будет вести переписку;
- **аннотация** (на русском языке, объем не более 500 знаков);
- **список ключевых слов** — не более 10 (на русском языке);
- **название статьи, имя и фамилия автора(ов), название и адрес учреждения**, от которого подается статья (на английском языке);
- **аннотация на английском языке**;
- **список ключевых слов** — не более 10 (на английском языке);
- **текст статьи.** В статьях экспериментального характера должны быть следующие разделы: Введение, Материал и методика исследований, Результаты и их обсуждение, Выводы (или Заключение);
- **благодарности**, ссылки на поддержку фондов;
- **список литературы**;
- **подписи** к таблицам, рисункам и фотографиям (на русском и английском языках).

Текст набирается 12-м кеглем шрифтом Times New Roman через 1,5 интервал (без интервалов между абзацами) с полями слева, сверху и снизу – 2,5 см, справа – 1,5 см. Вмesto литеры «ё» используется литера «е». Нужно различать употребление дефиса и тире. После точки и запятой всегда следует пробел. Латинские названия видов и родов растений, грибов и животных выделяются курсивом по всему тексту (*Quercus robur*). Авторов таксонов приводить не нужно, но в разделе «Материал и методика исследований» нужно

сослаться на сводки, классификации и проч., по которым приводятся латинские названия таксонов.

Графические материалы (таблицы и рисунки) нумеруются в порядке упоминания их в тексте, если их количество больше одного.

Каждая таблица должна содержать свой заголовок, рисунок – подрисовочную подпись. Возможно использование таблиц, рисунков и фотографий только в пределах ширины страницы 170 мм.

Графический материал (таблицы и рисунки) представляются отдельным файлом/файлами. Файл с текстом статьи должен включать рисунки и таблицы.

Для рисунков тип файла рисунок jpeg или tiff разрешением не менее 300 dpi. Качество рисунка должно обеспечивать четкость передачи всех деталей. Обозначения кривых и на осях графиков должны быть набраны достаточно крупным шрифтом.

Все формулы должны быть созданы с использованием компонента Microsoft Equation или в виде четких картинок.

Абсолютно недопустимо использование Equation Editor внутри текста с целью сохранения неизменных межстрочных интервалов.

В качестве разделителя в десятичных дробях используется точка, а не запятая.

Все сокращения должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общепотребительных: названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все величины должны быть выражены в единицах измерения, утвержденных ГОСТами или в Международной системе единиц (СИ). Названия учреждений при первом упоминании их в тексте даются полностью и сразу же в скобках приводится общепринятое сокращение, при повторных упоминаниях дается сокращенное название учреждений.

Отсылки на затекстовую библиографическую ссылку в списке литературы выполняются в квадратных скобках с указанием фамилии автора и через запятую года издания. Если цитируется несколько работ, то они перечисляются в хронологическом порядке, например: [Костылева, Бонштедт, 1921 ; Цинзерлинг, 1932 ;

Макаров и др., 2018] (последний пример – если три и более авторов. Другой способ – указывать инициалы и фамилии авторов без скобок, а год издания – в квадратных скобках, например: А. Е. Ферсман [1968] указывал...

Список литературы

Все упомянутые в тексте источники должны быть приведены в конце рукописи в алфавитном порядке, сначала на русском языке и на языках с близким алфавитом (украинский, болгарский и др.), а затем работы на языках с латинским алфавитом. Надлежит использовать общепринятые сокращения названий журналов. Указываются все авторы цитируемой публикации независимо от их количества.

Используются затекстовые библиографические ссылки, внутритекстовые и подстрочные ссылки не рекомендуются (в крайнем случае, допускаются ссылки небиблиографического научного характера, например ссылка на ГОСТ, историографический акт и т. п.).

В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники.

Обязательным условием является указание в списках литературы DOI для тех работ, у которых он есть.

Для книг, в том числе монографий, приводятся фамилия автора, инициалы, полное название книги, место и год издания, общее число страниц. Если книга цитируется по названию, то авторы не приводятся, но через одну косую указывают ответственного редактора (редакторов).

Примеры

Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. М.: Молодая гвардия, 1953. 194 с.

История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита / отв. ред. С. А. Стрелков, М. К. Граве. Л.: Наука, 1976. 164 с.

Knorre D. G., Laric O. L. Theory and practice in affinity techniques / Eds. P. V. Sundaram, F. L. Eckstein. N. Y.: San-Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Статьи в журналах, трудах конференций, разделы монографий оформляются следующим образом: фамилия и инициалы автора (авторов), название работы (статьи, раздела и т. д.), две косые, название журнала (монографии, сборника материалов), год, место издания (для журнала не приводится), том, номер (для журнала), страницы от-до (т. е. первая и последняя страницы публикации).

Примеры

Статьи: Василевич В. И. Незаболоченные березовые леса Северо-Запада Европейской России // Бот. журн. 1996. Т. 81, № 11. С. 1–13.

Grove D. J., Loisesides L., Nott J. Satiation amount, frequency of feeding and emptying rate in *Salmo gairdneri* // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12, No. 4. P. 507–516. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1978.tb04195.x>

Макаров Д. В., Маслобоев В. А., Кошкина Л. Б., Сулименко Л. П., Светлов А. В., Мингалева Т. А., Денисова Ю. Л., Красавцева Е. А. Исследования по обоснованию снижения экологической опасности отходов горнопромышленного комплекса: основные результаты и перспективы научного направления // Тр. Кольского НЦ РАН. Прикладная экология Севера. Вып. 6. 2018. Т. 1, № 4. С. 104–160.

Раздел книги, монографии: Мартыненко В. Б., Широких П. С., Мулдашев А. А. Синтаксономия лесной растительности // Флора и растительность Южно-Уральского государственного природного заповедника. Уфа, 2008. С. 124–240.

Тезисы, материалы конференций: Чуракова О. В. «Великий северный путь» в проектах и мечтах художника Александра Борисова // Проблемы развития транспортной инфраструктуры Европейского Севера России: материалы Межрегион. науч.-практич. конф. (Котлас, 6–7 апр. 2012 г.). СПб., 2012. Вып. 5. С. 126–132.

Интернет-документы приводятся с указанием режима доступа и даты обращения.

Примеры

Kristinsson H., Hansen E. S., Zhurbenko M. Panarctic lichen checklist. 2006. URL: <http://archive.arcticportal.org/276/01/Panarctic-lichen-checklist.pdf> (дата обращения: 25.11.2019).

Kusber W.-H., Jahn R. Annotated list of diatom names by Horst Lange-Bertalot and co-workers. 2003. Vers. 3.0. URL: http://www.algaterra.org/Names_Version3_0.pdf (дата обращения: 24.02.2019).

Диссертации и авторефераты: после названия работы через двоеточие указывается: автореф. дис. ... канд. хим. наук (д-ра хим. наук), т. е. конструкция «на соискание ученой степени» заменяется многоточием с указанием степени и области научного знания, затем город, год и число страниц.

Примеры

Светлов А. В. Научное и экспериментальное обоснование методов повышения извлечения цветных металлов из некондиционных медно-никелевых руд и техногенного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2019. 23 с.

Лозовик П. А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: дис. ... д-ра хим. наук. Петрозаводск, 2006. 481 с.

Ссылки на патенты: Пат. РФ № 2000130511/28. 04.12.2000.

Оптико-электронный аппарат: пат. 212745 Рос. Федерация. 1998. Бюл. № 33.

Пат. 2199734 Рос. Федерация. Способ электрохимического анализа. № 2000130511/28; заявл. 04.12.2000; опубл. 27.11.2002. 2с.

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку, в том числе в название работы. В печать передаются только доработанные и отредактированные рукописи.



КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

184209, Мурманская область, г.Апатиты, ул.Ферсмана, 14

KOLA SCIENCE CENTRE

14, Fersman str., Apatity, Murmansk region, 184209, RUSSIA

