



ФИЦ
КНЦ
РАН

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

ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

1/2024



ВЕЕСТНИК

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

Д. А. ДАВЫДОВ, д.б.н.

В. В. ЕФРЕМОВ, к.х.н.

Г. В. КОБЫЛИНСКАЯ, к.э.н.

Р. И. КОРНЕЙКОВ, к.х.н.

Д. В. МОИСЕЕВ, к.г.н.

С. В. МУДРУК, к.г.-м.н.

О. В. НАГОВИЦЫН, д.т.н.

И. А. РАЗУМОВА, д.и.н.

Н. Ю. ЧЕРНОВА

Н. В. ЩУР

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В. В. ДЯДИК, к.э.н.

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

Н. Е. КОЗЛОВ, д.г.-м.н., проф.

С. В. ЛУКИЧЕВ, д.т.н.

Д. В. МАКАРОВ, д.т.н.

М. В. МАКАРОВ, д.б.н.

Г. Г. МАТИШОВ, академик РАН, д.г.н., проф.;

В. В. МЕГОРСКИЙ, к.м.н.

И. В. МИНГАЛЕВ, д.ф.-м.н.

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

А. Г. ОЛЕЙНИК, д.т.н.

В. Н. СЕЛИВАНОВ, к.т.н.

И. Г. ТАНАНАЕВ, чл.-корр. РАН, д.х.н., проф.

С. В. ФЕДОСЕЕВ, д.э.н.

Ответственный редактор выпуска

Е. А. БОРОВИЧЕВ

Выпускающий редактор Н. В. ЩУР

Корректор Н. Ю. ЧЕРНОВА

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>

Подписано в печать 25.05.2024

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

D. A. DAVYDOV, Dr. Sci. (Bio)

V. V. EFREMOV, PhD (Chem.)

G. V. KOBYLINSKAYA, PhD. (Econ.)

R. I. KORNEIKOV, PhD (Chem.)

D. V. MOISEEV, PhD (Geography)

S. V. MUDRUK, PhD (Geol. & Mineral.)

O. V. NAGOVITSYN, Dr. Sci. (Eng.)

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

N. Yu. CHERNOVA

N. V. SHCHUR

EDITORIAL COUNCIL

V. V. DYADIK, PhD (Econ.)

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

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

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

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

M. V. MAKAROV, Dr. Sci. (Bio)

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

V. V. MEGORSKY, PhD (Medicine)

I. V. MINGALEV, Dr. Sci. (Phys. & Math.)

A. I. NIKOLAEV, Corr. Member of RAS, Dr. Sci. (Chem.),

Honoured Scientist of the RF, Prof

V. N. SELIVANOV, PhD (Eng.)

I. G. TANANAEV, Corr. Member of RAS, Dr. Sci. (Chem.), Prof

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

Executive Editor: E. A. BOROVICHEV

Proofreader: N. Yu. CHERNOVA

Issuing Editor: N. V. SHCHUR

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>

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СТАТЬИ

И. А. Горбунов, В. В. Балаганский	КИНЕМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В КЕЙВСКОМ ТЕРРЕЙНЕ, СЕВЕРО-ВОСТОК ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА	7
Р. А. Титов, А. В. Кадетова, М. В. Смирнов, Н. В. Сидоров, М. Н. Палатников	ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ СЛЕДОВЫХ КОЛИЧЕСТВ КАТИОНОВ БОРА В СТРУКТУРЕ БОРОСОДЕРЖАЩИХ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ	22
Ю. В. Заика	МЕЖДУНАРОДНОЕ АРКТИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОЛЬСКОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕН	35
И. И. Булыгина	ГРИБНЫЕ И ЯГОДНЫЕ ТУРЫ В МУРМАНСКУЮ ОБЛАСТЬ: РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ	44
Э. Б. Грушенко	МАРКИРОВАННЫЕ ТРОПЫ МУРМАНСКА. ПЕРСПЕКТИВЫ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПРОЕКТ РУТРЕЙЛ	51
О. А. Бодрова, Я. А. Стогова	ЛЕТОПИСЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. 2017 ГОД	59

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ХРОНИКИ

ИНСТИТУТЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ПРЕДСТАВИЛИ ОТЧЕТ ЗА 2023 ГОД	69
ДЕНЬ НАУКИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ КРЕМЛЕВСКОМ ДВОРЦЕ ДЛЯ НАШИХ УЧЕНЫХ	70
ОТКРЫЛИ МУЗЕЙ, НАГРАДИЛИ ЛУЧШИХ И ПОДВЕЛИ ИТОГИ. УЧЕНЫЙ СОВЕТ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ПРОВЕЛ ПРАЗДНИЧНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	71
В АПАТИТСКОМ АКАДЕМГОРОДКЕ ОТКРЫЛСЯ ЦЕНТР ПО ИЗУЧЕНИЮ ТРУДНООБОГАТИМЫХ РУД	76

ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

К ЮБИЛЕЮ ЛЮДМИЛЫ ВИКТОРОВНЫ ИВАНОВОЙ	79
К ЮБИЛЕЮ НИКОЛАЯ ВАСИЛЬЕВИЧА СИДОРОВА	80
К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ЮРЬЕВНЫ ПРОХОРОВОЙ	82
К ЮБИЛЕЮ АНАТОЛИЯ ИВАНОВИЧА НИКОЛАЕВА	83
К ЮБИЛЕЮ МАРИИ ЮРЬЕВНЫ НОВОЖИЛОВОЙ	85
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА АЛЕКСЕЕВИЧА МАСЛОБОЕВА	85
К ЮБИЛЕЮ ВИКТОРА ВЛАДИМИРОВИЧА СНЕГОВА	87
К ЮБИЛЕЮ СЕРГЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА КУЗНЕЦОВА	88
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ПАВЛОВИЧА КОВАЛЕВСКОГО	90
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ПОРФИРЬЕВИЧА ГУМЕННИКОВА	91

СОДЕРЖАНИЕ

РЕЦЕНЗИИ. БИБЛИОГРАФИИ

«УДИВИТЕЛЬНАЯ ДЕНДРОЛОГИЯ» – НОВАЯ КНИГА БОТАНИКОВ ИЗ ПАБСИ	92
ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ: КТО И КАК ИСКАЛ ИХ НА КОЛЬСКОМ	93
УЧЕННЫЕ ИНСТИТУТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНО ПОДГОТОВИЛИ КНИГУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ	96
АПАТИТОВЫЙ ВЕК. ЕВГЕНИЙ ШТАЛЬ – О ЛЮДЯХ ХИБИН	97

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ПАМЯТИ ЛЮДМИЛЫ БОРИСОВНЫ САЗЫКИНОЙ	100
ПАМЯТИ НАТАЛЬИ ЕВГЕНЬЕВНЫ КОРОЛЕВОЙ	101
ПАМЯТИ ГЕННАДИЯ ИВАНОВИЧА СОКОЛОВА	102
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»	104

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В КЕЙВСКОМ ТЕРРЕЙНЕ, СЕВЕРО-ВОСТОК ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА

И. А. Горбунов, В. В. Балаганский

Геологический институт КНЦ РАН

В статье обобщаются данные о кинематике тектонических движений в Кейвском террейне, полученные на основе как изучения известных в литературе кинематических индикаторов, так и выделения их новой разновидности. Обсуждается палеопротерозойский возраст деформаций, связанных с этими движениями. Обосновывается наличие (1) крупномасштабных надвиговых движений в Кейвском террейне как северо-восточном форланде палеопротерозойского Лапландско-Кольского коллизионного орогена, происходивших во время главной стадии коллизии, направленных на север и северо-восток от ядра орогена, (2) встречных движений к югу со стороны Мурманской провинции, происходивших на поздней стадии коллизии, и (3) разнонаправленных движений, связанных с посторогенным коллапсом.

Ключевые слова:

структурная геология, кинематические индикаторы, зоны сдвигового течения, Фенноскандинавский щит

PALEOPROTEROZOIC KINEMATIC RECONSTRUCTION IN THE KEIVY TERRANE, NORTHEASTERN FENNOSCANDIAN SHIELD

Iliia A. Gorbunov, Victor V. Balagansky

Geological Institute of the KSC RAS

The article summarizes data on the kinematics of tectonic movements in the Keivy terrane, obtained on the basis of both a study of kinematic indicators known in the literature and the identification of their new variety. The Paleoproterozoic age of deformations linked with these movements is discussed. Arguments are provided that (1) large-scale thrust movements occurred in the Keivy terrane as the northeastern foreland of the Paleoproterozoic Lapland-Kola collisional orogen at the main stage of the collision, directed north and northeast from the core of the orogen, (2) back-thrust movements to the south from the Murmansk province occurred at the later stage of collision, and (3) multidirectional movements took place at the post-orogenic collapse.

Keywords:

structural geology, kinematic indicators, shear zones, Fennoscandian shield

Введение

Исследования древних орогенов являются актуальной задачей современной геологии, так как они позволяют понять эволюцию тектонических процессов, протекавших на Земле в различные геологические периоды. Ключевым для понимания тектоники прошлого является палеопротерозой, так как он считается переходным периодом от специфической геодинамики архея к тектонике литосферных плит в современном виде. Важным направлением исследований орогенов, как древних, так и молодых, являются кинематические реконструкции, которые позволяют оценить направления тектонического транспорта и их вариации, что важно для построения конкретных тектонических моделей.

В северо-восточной части Фенноскандинавского щита находится Кольская провинция, являющаяся северо-восточным форландом глубокоэродированного палеопротерозойского Лапландско-Кольского коллизионного орогена (ЛКО) [Балаганский и др., 2006; Daly et al., 2006]. В составе этого форланда выде-

ляется Кейвский террейн, в котором информативным объектом для изучения коллизионных деформаций, проявившихся на уровне средней коры, является Кейвский парасланцевый пояс (КПП). Эти деформации в пределах КПП были охарактеризованы в серии работ [Балаганский и др., 2011; Balagansky et al., 2012; Мудрук и др., 2013, Мудрук, 2014; Mudruk et al., 2022, Gorbunov, Balagansky, 2022; Горбунов, 2023]. В данной статье приводится обобщение полученных кинематических данных, а также проводится попытка связать эти данные с региональными событиями Кольского региона.

Геологическая характеристика. Наиболее примечательные породы Кейвского террейна – это высокоглиноземистые кианитовые, гранатовые и ставролитовые парасланцы, которые обнажаются непрерывной полосой запад–северо-западного простирания в северо-восточной краевой части Кейвского террейна [Бельков, 1963] (рис. 1б). Парасланцы интерпретируются как метаморфизованные переотложенные коры глубокого химического выветривания [Бельков, 1963; Предовский,

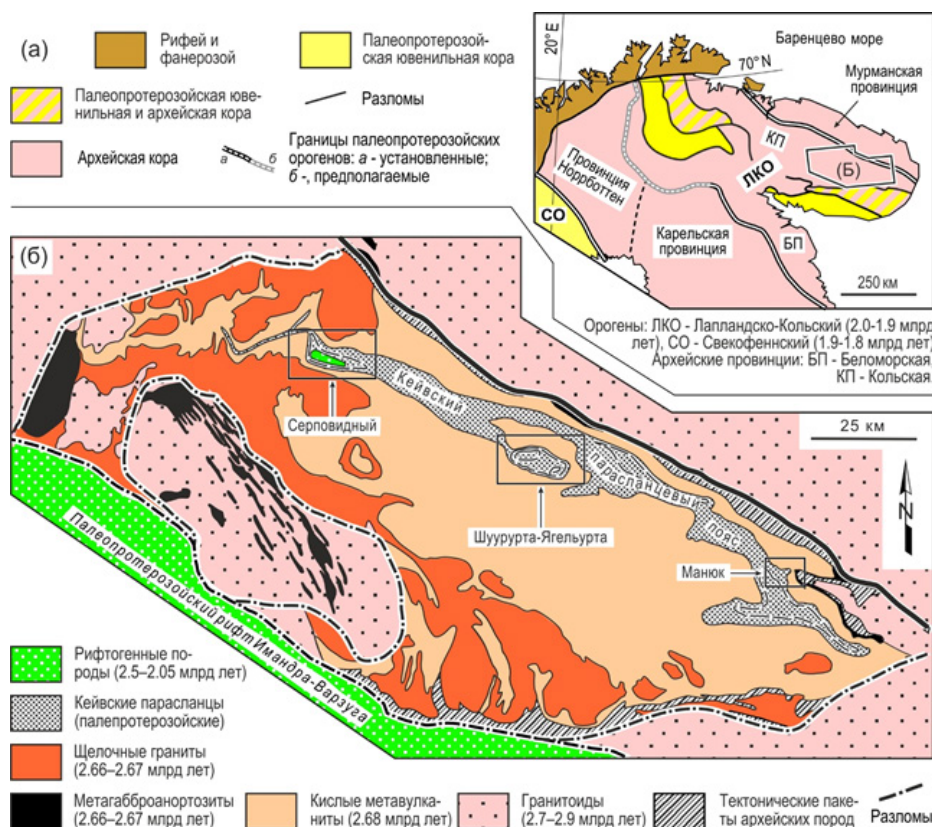


Рис. 1. (а) Главные тектонические единицы северной части Фенноскандинавского щита (по работе [Балаганский и др., 1998; Мудрук и др., 2013; Lahtinen, Nuhma, 2019; с упрощениями]). (б) Схематическая геологическая карта Кейвского террейна (по работе [Геологическая карта..., 1996; с упрощениями])

1980; Загородный, Радченко, 1983], которые испытали интенсивную метасоматическую переработку [Бушмин и др., 2011]. Возраст исходных для них осадков изначально был оценен как архейский [Бельков, 1963; Предовский, 1980; Загородный, Радченко, 1983], однако более поздние работы указывают на то, что осадконакопление могло происходить в палеопротерозое [Миц и др., 2010в; Melezhik, Hanski, 2013], и эта точка зрения принимается авторами [Gorbunov, Balagansky, 2022]. Кейвские парасланцы испытали метаморфизм в условиях средней коры при $T = 500\text{--}650\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 4.0\text{--}6.5$ кбар [Глазунков, Петров, 1990]. На парасланцах в западной части пояса, в районе хребта Серповидный (рис. 16), залегает останец палеопротерозойских супракрустальных рифтогенных пород, известный как Серповидная синклиналь [Беллолипецкий и др., 1980; Загородный, Радченко, 1988] или синформа [Балаганский и др., 2011; Мудрук и др., 2013].

Кейвские парасланцы залегают на кислых метавулканитах лебяжинской толщи, занимающих большую часть площади террейна (рис. 16). Возраст метавулканитов составляет 2.68 млрд лет [Balagansky et al., 2021]. В Кейвском террейне также широко развиты щелочные граниты (рис. 16) [Батиева, 1976], которые являются уникальным примером неоархейского щелочного магматизма, проявившегося в спокойной тектонической обстановке 2.67 млрд лет назад [Баянова, 2004; Ветрин, Родионов, 2009; Zozulya et al., 2005], и неоархейские габброанортозиты (рис. 16), практически одновозрастные щелочным гранитам (2.6–2.7 млрд лет) [Баянова, 2004].

Считается, что ЛКО является результатом проявления тектоники альпийского типа [Мудрук и др., 2013]. Характеризующие её деформации в Кейвском террейне обнаруживаются главным образом в парасланцах КПП и выражаются в рассланцевании, развитии линейности, погружающейся к северу и северо-востоку, и образовании складок сдвигового течения северной и северо-восточной вергентности. Кроме этого, коллизийные деформации привели к образованию палеопротерозойской Серповидной синформы в западной части

КПП, которая интерпретируется как гигантская колчановидная складка. Эти деформации также привели к образованию складок с криволинейными шарнирами на всем протяжении КПП. Степень криволинейности шарниров этих складок соответствует начальной стадии образования колчановидных складок [Балаганский и др., 2011; Mudruk et al., 2022]. Ядро Серповидной синформы, сложенное рифтогенными породами, классифицируется как ныряющая антиклиналь в подошве Серповидного тектонического покрова, выдвинутого из рифтогенной структуры Имандра-Варзуга к северу и надвинутая на кейвские парасланцы [Mudruk et al., 2022]. Важной особенностью Серповидной колчановидной складки является асимметрия распределения деформации относительно её осевой поверхности: её верхнее крыло почти недеформировано, а нижнее, расположенное в подошве Серповидного покрова, достигает величины деформации $R_{xz} \sim 25$ [Мудрук и др., 2013; Горбунов, 2023]. Такая асимметрия деформации указывает на сходство Серповидной синформы с ныряющими антиклиналями в Гельветских покровах в Альпийском орогене [Ramsay, 1981]. Здесь следует подчеркнуть, что складки с криволинейными шарнирами развиты на протяжении всего КПП, причем есть основания полагать, что и в центральной, и в западной части пояса присутствуют крупные складки с криволинейными шарнирами и даже колчановидные складки такого же размера. Поэтому КПП в структурном отношении выделяется как Кейвский пояс колчановидных складок и надвигов [Балаганский и др., 2011]. Таким образом, вывод о сходстве КПП с гельветскими покровами основан не только на одной гигантской Серповидной колчановидной складке, но и на структурных особенностях пояса на всем его протяжении более 150 км.

Деформационные структуры в породах Серповидной синформы. Серповидная синформа представляет собой ныряющую антиклинальную складку с пережатым ядром колчановидной морфологии с длиной «колчана» 7 км и его погружением на глубину до ~ 2.5 км (см. рис. 10 в [Mudruk et al., 2022]). Рифтоген-

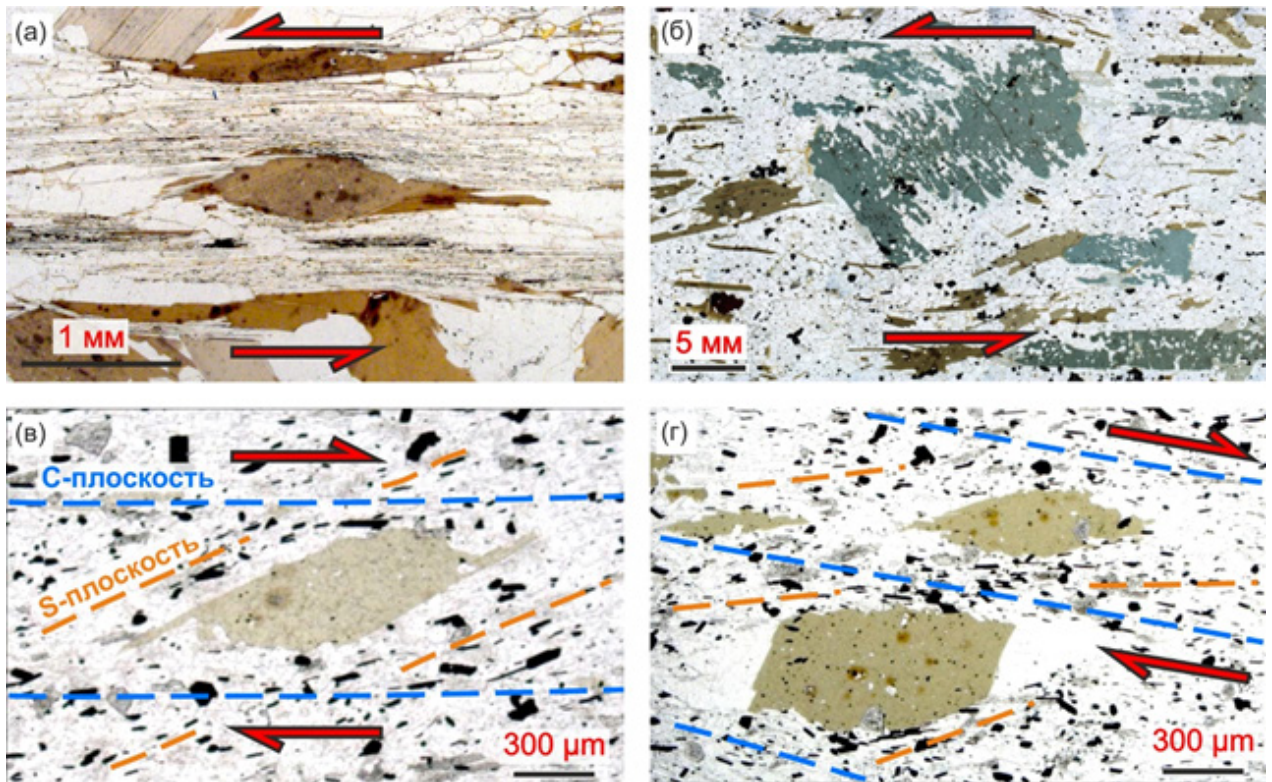


Рис. 2. Кинематические индикаторы в породах Серповидной колчановидной складки: (а) Порфиробласт биотита сигмоидальной морфологии. (б) Реликт роговой обманки с асимметричным хвостом. (в) Структура "книжной полки" в кристалле биотита. (г) Кристалл биотита с асимметричными кварцевыми "хвостами".

ные породы, слагающие Серповидную синформу, характеризуются падением под средними углами к северу, линейность погружается также под средними углами к северу. В этих породах установлены микроструктуры с моноклинной симметрией [Balagansky et al., 2012; Мудрук и др., 2013; Горбунов, 2023], которые могут быть использованы как кинематические индикаторы (рис. 2) [Passchier, Trouw, 2005]. Главным образом это (1) S-C-структуры, маркируемые предпочтительной ориентировкой чешуек биотита, мусковита, хлорита, и амфиболами тремолит-актинолитового ряда; (2) структуры «книжной полки» и σ -структуры, сложенные порфиробластическим биотитом; (3) структуры, сложенные порфиробластическим биотитом с асимметричными кварцевыми «хвостами»; (4) структуры сигмоидальной морфологии, сложенные порфиробластическим биотитом, хлоритом, либо роговой обманкой [Горбунов, 2023]. Минералы, слагающие эти индикаторы,

образовались на разных стадиях метаморфизма, и установленная последовательность их кристаллизации позволила выделить три этапа деформации простого сдвига (рис. 3). Первая – тектонические движения к северу, они зафиксированы индикаторами, образованными роговой обманкой и сохранившиеся в виде единичных реликтов. Вторая стадия – движения к югу, они зафиксированы хорошо развитыми индикаторами, сложенными биотитом, который образовался после роговой обманки. Индикаторы, образованные самыми поздними метаморфическими минералами – хлоритом и амфиболом тремолит-актинолитового ряда, – в равной степени указывают на движения и к северу, и к югу.

Деформационные структуры в кейвских парасланцах. Деформационные структуры установлены в западной, центральной и восточной частях Кейвского парасланцевого пояса [Balagansky et al., 2012; Мудрук и др.,



Рис. 3. Кинематика тектонических движений в Серповидной колчановидной синформе, реконструированная по индикаторам знака простого сдвига.



Рис. 4. Складки с изначально криволинейными шарнирами в кейвских парасланцах, вергентность которых указывает на надвиговые движения к северу.

2013; Горбунов, 2023]. В западной части пояса ориентировка структурных элементов в парасланцах, обрамляющих рифтогенное ядро Серповидной синформы, комплементарна ориентировке в самом ядре синформы. Кинематические индикаторы здесь представлены главным образом S-C-структурами, сложенными мусковитом. Большинство из них указывает на движения к северу.

В центральной части КПП, в районе гг. Шууртурта-Ягельурта, широко проявлена линейность, образованная игольчатыми кристал-

лами кианита и полого погружающаяся к югу. Парасланцы здесь смяты в складки сдвигового течения северной вергентности (рис. 4). Шарниры складок криволинейны и в целом ориентированы субперпендикулярно линейности. Кинематические индикаторы здесь представлены главным образом S-C структурам (рис. 5), в которых S-плоскости выражены в главной предпочтительной ориентировке кианита, а C-плоскости отвечают полосчатости и подчиненной ей ориентировке кианита. Подавляющее большинство индикаторов (включая складки сдви-

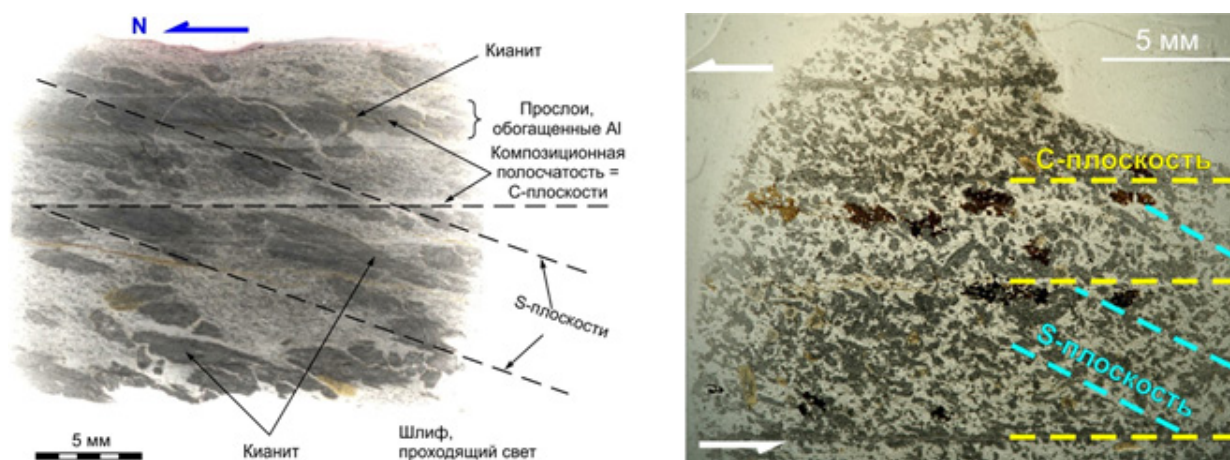


Рис. 5. Кинематические индикаторы в кейвских парасланцах (микрофото шлифов кианитовых парасланцев без анализатора).



Рис. 6. Направления надвиговых движений на участке Шуурурта-Ягельурта, установленные по микроструктурным кинематическим индикаторам.

гового течения) указывают на тектонические движения к северу и северо-востоку (рис. 6).

В восточной части КПП, в районе г. Манюк, наблюдается слабо выраженная полого погружающаяся к северо-востоку линейность. Породы здесь смяты в сжатые до изоклинальных складки с преимущественно пологими осевыми поверхностями, причем их шарниры также демонстрируют начальную степень искривления [Горбунов, 2023]. Наличие этих складок указывает на то, что на данном участке проявлены те же процессы сдвигового течения, что и на участке Шуурурта-Ягельурта, однако направление вергентности этих складок не установлено. Также не выявлено достоверных микроструктурных кинематических индикаторов. Тем не менее, ориентировка линейности предполагает траекторию тектонических движений по линии юго-запад – северо-восток.

Таким образом, кинематические индикаторы в КПП указывают на тектонические движения к северу – северо-востоку.

Спиральные поды участка Шуурурта-Ягельурта. В кейвских парасланцах в районе возвышенностей Шуурурта и Ягельурта обнаружен и описан новый тип кинематических индикаторов – спиральные поды [Gorbunov, Balagansky, 2022; Горбунов, 2023]. Это линейные структуры веретенообразной морфологии, которые слегка уплощены (рис. 7). В разрезах, перпендикулярных их длинной оси, наблюдается спиральная геометрия, образованная намотанными друг на друга кварц-мусковитовыми микрослойками (рис. 8). Размер спиральных подов в поперечном сечении составляет приблизительно 1.5–2 см, а минимальная длина их длинных осей составляет около 3 см и может превышать 10 см. Ориентировка длинных осей

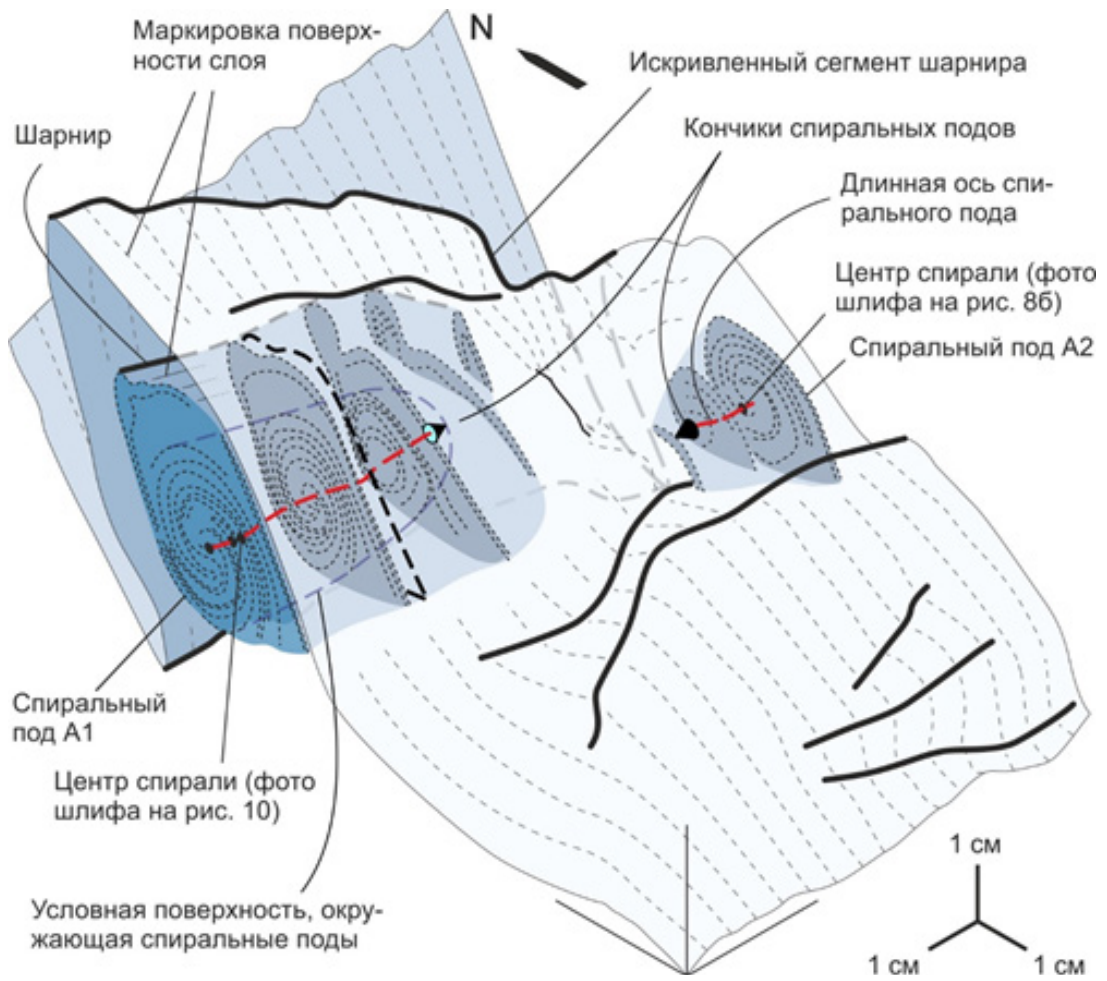


Рис. 7. Блок-диаграмма спиральных подов кейвском парасланце.

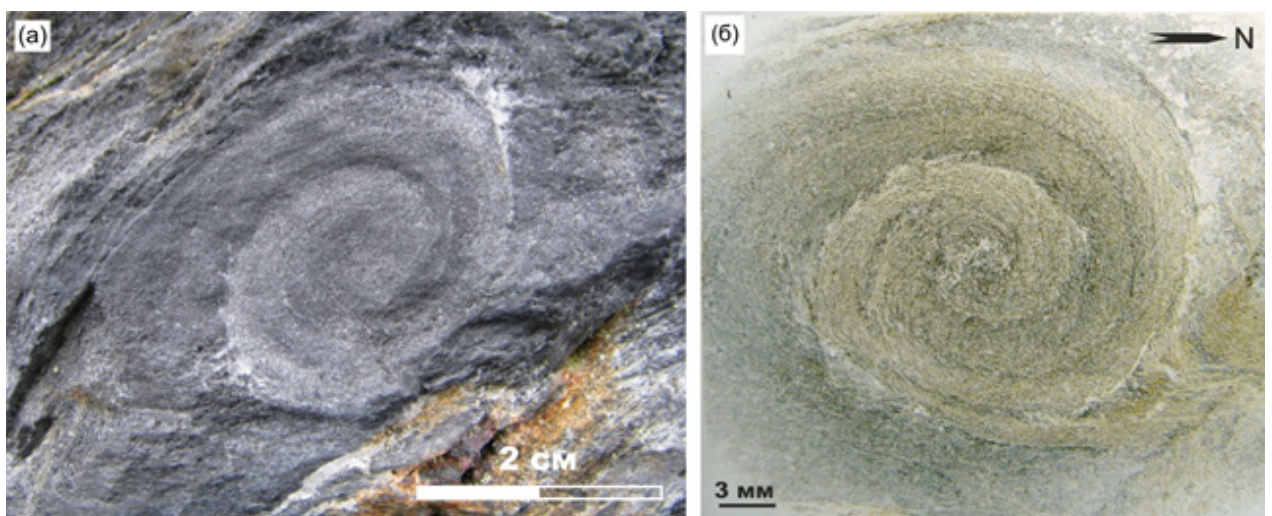


Рис. 8. Спиральная геометрия, наблюдаемая в плоскости, которая почти перпендикулярна длинной оси спирального пода в обнажении (а) и в шлифе (б).

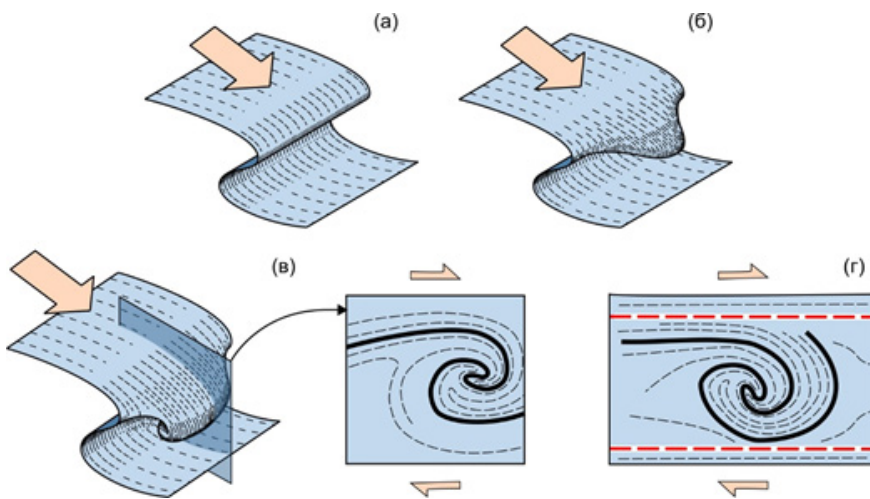


Рис. 9.
Модель образования
спиральных подов

близка таковой шарниров складок, а оси расположены субперпендикулярно либо под острыми до средних углов к линейности. Установлено [Gorbunov, Balagansky, 2022], что спиральные поды образовались во время сдвигового течения в условиях метаморфизма амфиболитовой фации ($T = 500\text{--}650\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 4.0\text{--}6.5$ кбар [Глазунков, Петров, 1990]) из складок с криволинейными шарнирами, которые, в свою очередь, эволюционировали из прямых микроскладок продольного изгиба. Во время сдвигового течения степень искривления шарниров складок увеличивалась, и одновременно с этим искривлялись и их осевые поверхности (рис. 9). В некоторых подах наматывание слоев было инициировано обособлениями овальной формы, которые предоставляют собой будинированные кварцевые микрослойки, смятые в микроптитовые складки. Вращение этих обособлений привело к наматыванию на них менее компетентных кварц-мусковитовых слоев, при этом сами они сохранились только в центральной части подов (рис. 10). Подобный механизм предлагается в литературе для порфиробластов, вращающихся в пластичной матрице во время сдвигового течения [Passchier, Trouw, 2005].

Возраст деформаций. Актуальным вопросом является возраст деформаций, проявленных и в пределах Кейвского парасланцевого пояса, и в рифтогенных породах ядра Серповидной синформы. Рассматривать их палеопротерозойскими и связанными с ла-

пландско-кольской коллизией позволяют следующие данные.

Образование рифтогенных пород ядра должны было происходить в палеопротерозое. На это указывает возможность их корреляции с породами умбинской свиты палеорифта Имандра-Варзуга [Белолипецкий и др., 1980; Загородный, Радченко, 1988], имеющими возраст 2.05 млрд [Martin et al., 2013], а также Sm-Nd изотопные данные [Мыскова и др., 2014]. Следовательно, метаморфизм и деформации рифтогенных пород ядра Серповидной синформы должны были происходить в палеопротерозое,

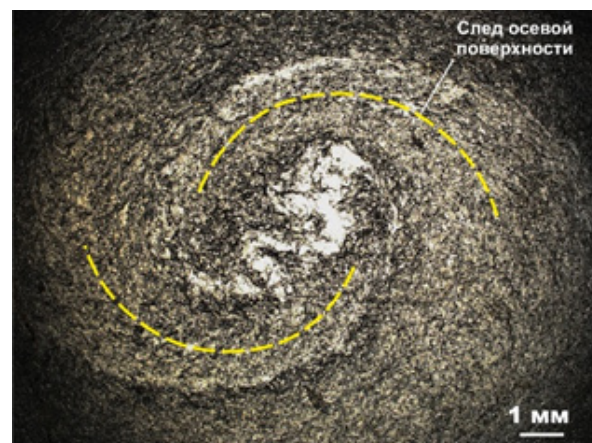


Рис. 10. Микрофотография обособления, образованного смятым в птитовые микроскладки и будинированным кварц-мусковитовым микрослойком в центре спирального пода

во время надвигания Серповидного покрова из палеорифта Имандра-Варзуга в северо-восточном направлении [Негруца и Негруца, 2007; Мудрук и др., 2013; Mudruk et al., 2022].

Возраст осадочных протолитов кейвских парасланцев – архейский или палеопротерозойский – остается неясным, однако имеются следующие данные, которые позволяют определить возраст рассматриваемых деформаций независимо от возраста осадочных пород, исходных для кейвских парасланцев.

1. В пределах северо-востока Фенноскандинавского щита (Кольский регион и смежная Беломорская провинция) проявились две главные орогении – архейская (2.8–2.6 млрд лет) и палеопротерозойская (2.0–1.9 млрд лет) [Загородный, Радченко, 1983; Ранний докембрий..., 2005; Козлов и др., 2006; Минц и др., 2010б, 2010в; Слабунов и др., 2021].
2. Осадочные протолиты кейвских парасланцев рассматриваются как переотложенные коры глубокого химического выветривания и относятся к образованиям осадочного чехла, накопленного после завершения более поздней архейской орогении [Бельков, 1963; Предовский, 1980; Загородный, Радченко, 1983; 1988; Ранний докембрий..., 2005].
3. Многолетние исследования метаморфических процессов в Кейвском террейне, показывают, что кейвские парасланцы испытали только один региональный метаморфизм, с которым были сопряжены складчатые деформации, наблюдаемые в кейвских парасланцах [Глазунков, Петров, 1990].
4. Щелочные граниты в Кейвском террейне являются посторогенными А-гранитами, которые внедрились 2.67–2.66 млрд лет назад [Баянова, 2004; Ветрин, Родионов, 2009; Zozulya et al., 2005]. В них повсеместно наблюдается слабовыраженная линейность, ориентировка которой в целом совпадает с таковой в кейвских парасланцах [Бельков, 1963; Батиева, 1976]. Образование этой линейности должно быть связано

с одним этапом деформации, охватившим весь Кейвский террейн [Мудрук и др., 2013; Мудрук, 2014].

5. Исследования лебяжинских кислых метавулканитов, перекрываемых кейвскими парасланцами, показали, что эти породы по их петро- и геохимическим характеристикам идентичны щелочным гранитам и являются, как и они, посторогенными кислыми магматическими породами А-типа [Balagansky et al., 2021].

Палеопротерозойские орогенные события в Кольском регионе Фенноскандинавского щита связаны с проявлением лапландско-кольской коллизионной орогении в период примерно с 2.0 до 1.9 млрд лет [Балаганский и др., 2006, 2011, 2016; Daly et al., 2001, 2006]. Таким образом, и кейвские парасланцы, и рифтогенные породы ядра Серповидной синформы были деформированы в результате именно палеопротерозойской этой орогении.

Связь образования кинематических индикаторов в Кейвском террейне с деформациями в Кольском регионе. В строении Кольского террейна установлены две системы надвигов, образовавшихся во время лапландско-кольской коллизии при сжатии вдоль линии северного и северо-восточного простирания [Балаганский и др., 2006; Daly et al., 2006]. Первая система является главной и сформировалась при надвигании ядра ЛКО к северу и северо-востоку на северо-восточный форланд орогена [Балаганский и др., 2016, и ссылки там]. Вторая система является дополнительной и сформировалась при надвигании Мурманской провинции на Кейвский террейн к юго-западу [Минц и др., 2010а, 2010б], во время которого также образовались надвиги в юго-восточной части Кейвского террейна [Геологическая карта..., 1996]. Надвиги этой системы интерпретируются как обратные надвиги, комплементарные надвигам в северном и северо-восточном направлениях в Кейвском террейне и возникшие, по-видимому, на поздней стадии лапландско-кольской коллизии. Представляется, что кинематические индикаторы в ядре Серповидной колчановидной складки, указывающие на движения к югу и юго-востоку,

отражают надвигание Мурманской провинции на Кейвский террейн. Предшествовавшие им движения к северу и северо-востоку согласуются с движением Серповидного покрова в этом же направлении и его надвиганию на кейвские парасланцы, во время которого была окончательно сформирована Серповидная колчановидная складка [Mudruk et al., 2022]. Разнонаправленные движения, запечатленные кинематическими индикаторами, которые сложены самыми поздними метаморфическими минералами, скорее всего, связаны с посторогенным коллапсом ЛКО.

Существенная часть региональных палеопротерозойских деформаций в Кольском регионе была вызвана сжатием земной коры во время лапландско-кольской коллизии [Балаганский и др., 2006; Daly et al., 2006]. Это сжатие привело к развитию тектонических покровов, выдвинутых из ядра ЛКО к северо-востоку и юго-западу и надвинутых соответственно на северо-восточный и юго-западный форланды орогена, при этом геометрия покровов придает всему ЛКО пальмовидную морфологию [Балаганский и др., 2016]. Движения к юго-западу зафиксированы надвиганием Лапландского и Умбинского гранулитовых террейнов, а также Стрельнинского террейна на Беломорскую провинцию [Балаганский, 2002; Балаганский и др., 2016; Daly et al., 2006 и ссылки там] (рис. 11а). Надвиги к северо-востоку установлены в рифтогенных структурах Печенга и Имандра-Варзуга (рис. 11а) [Загородный и др., 1982; Сейсмологическая модель..., 1998] и в Стрельнинском и Кейвском террейнах [Мудрук, Балаганский, 2009; Daly et al., 2006; Mudruk et al., 2022]. Постколлизийный гравитационный коллапс ЛКО характеризуется структурами растяжения, описанными в Стрельнинском и Умбинском террейнах [Мудрук, Балаганский, 2009; Daly et al., 2006] (рис. 11а).

Сравнение кинематических реконструкций в КПП на основе кинематических индикаторов, используемых в микротектонике (рис. 11б) [Passchier, Trouw, 2005], с реконструкциями, описанными в литературе и выполненными главным образом на основе региональных надвигов (рис. 11а), показывает их принципиальное сходство. Главная стадия лапландско-кольской коллизии в северо-восточном форланде ЛКО – реги-

ональное надвигание к северу и северо-востоку – наиболее ярко зафиксирована в центральной части КПП в кейвских парасланцах, тогда как обратные надвиговые движения к югу и юго-западу хорошо документируются в рифтогенных породах ядра Серповидной колчановидной складки. Самые поздние деформации простого сдвига удовлетворительно коррелируются с постколлизийным гравитационным коллапсом ЛКО. Таким образом, кейвские парасланцы на всем их более чем 150-километровом протяжении испытали деформации простого сдвига, направление и знак которых согласуется с общей кинематикой всего ЛКО.

Заключение

Кинематические индикаторы, изученные в парасланцах КПП и в рифтогенных породах ядра гигантской Серповидной колчановидной складки, образуют единый структурный парагенезис, который возник во время лапландско-кольской коллизийной орогении. Установлено, что структурная эволюция Серповидной колчановидной складки, в отличие от всего КПП, включала несколько наложенных друг на друга этапов деформаций. Реконструированная кинематика тектонических движений в западной, центральной и восточной частях КПП хорошо согласуется с региональной кинематикой палеопротерозойской лапландско-кольской орогении. Изучение микроструктурных кинематических индикаторов позволяет получить дополнительные данные о кинематике тектонических процессов, а в ряде случаев такая информация является единственной доступной.

Благодарности

Авторы выражают благодарность С.В. Мудруку за конструктивные замечания о работе. Получение и обработка материалов о кинематических индикаторах, которые легли в основу написания статьи, стало возможным благодаря финансовой поддержке РФФИ (гранты № 09-05-00160-а и 14-05-31137-мол-а), программы ОНЗ-6. Обобщение данных материалов было проведено в рамках темы НИР Геологического института КНЦ РАН (FMEZ-2024-0006).

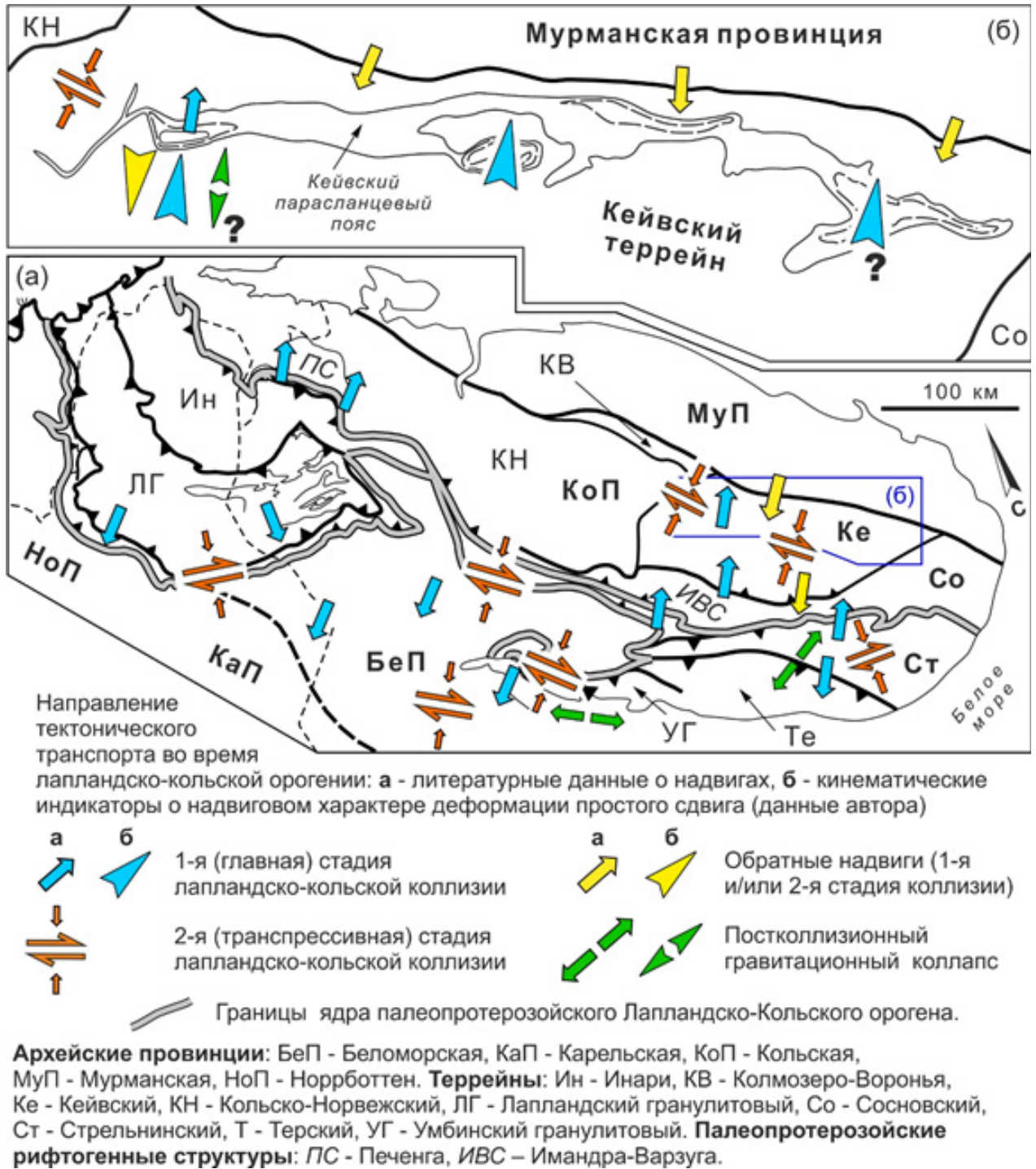


Рис. 11. Кинематика тектонических движений во время лапландско-кольской коллизионной орогении в Кольском регионе (по [Мудрук, Балаганский, 2009; Балаганский и др., 2016] и ссылки там; [Mudruk et al., 2022]) (а) и в КПП [по Горбунов, 2023] (б).

Список литературы

1. Балаганский В. В. Главные этапы тектонического развития северо-востока Балтийского щита в палеопротерозое. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук. 2002. СПб. 32 с.
2. Балаганский В. В., Глазнев В. Н., Осипенко Л. Г. Раннепротерозойская эволюция северо-востока Балтийского щита: террейновый анализ // Геотектоника. 1998. № 2. С. 16–28.
3. Балаганский В. В., Минц М. В., Дэйли Дж. С. Палеопротерозойский Лапландско-Кольский ороген // Строение и динамика литосферы Восточной Европы: результаты исследований по программам ЕВРОПРОБы. М.: ГЕОКАРТ–ГЕОС. 2006. С. 142–155.
4. Балаганский В. В., Горбунов И. А., Мудрук С. В. Палеопротерозойские Лапландско-Кольский и Свекофеннский орогены (Балтийский щит) // Вестник Кольского научного центра РАН. № 3. 2016. С. 5–11.
5. Балаганский В. В., Раевский А. Б., Мудрук С. В. Ранний докембрий Кейвского террейна, Балтийский щит: стратиграфический разрез или коллаж тектонических пластин? // Геотектоника. 2011. № 2. С. 32–48.
6. Батиева И. Д. Петрология щелочных гранитоидов Кольского полуострова. Л.: Наука. 1976. 224 с.
7. Баянова Т. Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. СПб.: Наука. 2004. 174 с.
8. Белолипецкий А. П., Гаскельберг В. Г., Гаскельберг Л. А. и др. Геология и геохимия метаморфических комплексов раннего докембрия Кольского полуострова. Л.: Наука. 1980. 238 с.
9. Бельков И. В. Кианитовые сланцы свиты Кейв. М.–Л.: изд. АН СССР. 1963. 322 с.
10. Бушмин С. А., Глебовицкий В. А., Прасолов Э. М. и др. Происхождение и состав флюида, ответственного за метасоматические процессы в зонах сдвиговых деформаций тектонического покрова большие Кейвы Балтийского щита: изотопный состав углерода графитов // Доклады Академии наук. 2011. Т. 438. № 3. С. 379–383.
11. Ветрин В. Р., Родионов Н. В. Геология и геохронология неоархейского магматизма Кейвской структуры, Кольский полуостров // Петрология. 2009. Т. 17. № 6. С. 578–600.
12. Геологическая карта Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита). Масштаб 1:500000 / Гл. ред. Ф. П. Митрофанов. Апатиты: ГИ КНЦ РАН. 1996.
13. Глазунков А. Н., Петров В. П. Кейвский мегаблок // Эндогенные режимы метаморфизма раннего докембрия. Л. 1990. С. 110–131.
14. Горбунов И. А. Кинематика палеопротерозойских тектонических движений в Кейвском террейне, северо-восток Фенноскандинавского щита. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Апатиты. 2023. 246 с.
15. Загородный В. Г., Предовский А. А., Басалаев А. А. и др. Имандра-Варзугская зона карелид (геология, геохимия, история развития). Л.: Наука. 1982. 280 с.
16. Загородный В. Г., Радченко А. Т. Тектоника раннего докембрия Кольского полуострова. Л.: Наука. 1983. 93 с.
17. Загородный В. Г., Радченко А. Т. Тектоника карелид северо-восточной части Балтийского щита. Л.: Наука. 1988. 111 с.
18. Козлов Н. Е., Сорохтин Н. О., Глазнев В. Н. и др. Геология архея Балтийского щита. СПб.: Наука. 2006. 329 с.
19. Минц М. В., Конилов А. Н., Докукина К. А. и др. Беломорская эклогитовая провинция: уникальные свидетельства мезо-неоархейской субдукции и коллизии // Доклады Академии наук. 2010а. Т. 434. № 6. С. 776–781.

20. Минц М. В., Сулейманов А. К., Заможняя Н. Г. и др. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС: В 2 т. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010б. Т. 1. 408 с.
21. Минц М. В., Сулейманов А. К., Заможняя Н. Г. и др. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС: В 2 т. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010в. Т. 2. 400 с.
22. Мудрук С. В. Главные этапы палеопротерозойских деформаций в Кейвском и Стрельнинском террейнах северо-востока Балтийского щита. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Апатиты. 2014. 145 с.
23. Мудрук С. В., Балаганский В. В. Структурный анализ серговской толщи палеопротерозоя юго-востока Кольского полуострова, Балтийский щит // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12, № 3. С. 492–502.
24. Мудрук С. В., Балаганский В. В., Горбунов И. А., Раевский А. Б. Альпинотипная тектоника в палеопротерозойском Лапландско-Кольском орогене // Геотектоника. 2013. № 4. С. 13–30.
25. Мыскова Т. А., Балаганский В. В., Глебовицкий В. А., Львов П. А., Мудрук С. В., Скублов С. Г. Первые изотопные данные о палеопротерозойском возрасте амфиболитов хребта Серповидный (Кейвский террейн, Балтийский щит) // Доклады Академии наук. 2014. Т. 459. № 4. С. 484–489.
26. Негруца В. З., Негруца Т. Ф. Литогенетические основы палеодинамических реконструкций нижнего докембрия: восточная часть Балтийского щита. Апатиты: КНЦ РАН. 2007. 281 с.
27. Предовский А. А. Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л.: Наука. 1980. 152 с.
28. Ранний докембрий Балтийского щита / Отв. ред. В. А. Глебовицкий. СПб.: Наука. 2005. 711 с.
29. Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Баренц регион. Часть 1. // Под ред. Ф. П. Митрофанова и Н. В. Шарова. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. 236 с.
30. Слабунов А. И., Балаганский В. В., Щипанский А. А. Мезоархей-палеопротерозойская эволюция земной коры Беломорской провинции Фенноскандинавского щита и тектоническая позиция эклогитов // Геология и геофизика. 2021. Т. 62. № 5. С. 650–677.
31. Balagansky V. V., Mudruk S. V., Gorbunov I. A., Raevsky A. B. Tectonics of detached middle crust in the north-eastern foreland of the Palaeoproterozoic Lapland-Kola collisional orogen, north-eastern Baltic Shield // Proceedings of the Murmansk State Technical University. 2012. Vol. 15. No. 2. P. 300–310.
32. Balagansky V. V., Myskova T. A., Lvov P. A., Larionov A. N., Gorbunov I. A., Neoproterozoic A-type acid metavolcanics in the Keivy terrane, northeastern Fennoscandian shield // Lithos. 2021. Vol. 380–381. 105899.
33. Daly J. S., Balagansky V. V., Timmerman M. J. et al. Ion microprobe U–Pb zircon geochronology and isotopic evidence supporting a trans-crustal suture in the Lapland Kola Orogen, northern Fennoscandian Shield // Precambrian Res. 2001. Vol. 105. Nos. 2–4. P. 289–314.
34. Daly J. S., Balagansky V. V., Timmerman M. J., Whitehouse M. J. The Lapland-Kola Orogen: Palaeoproterozoic collision and accretion of the northern Fennoscandian lithosphere // European Lithosphere Dynamics. Geological Society. London, Memoirs. Vol. 32. No 1. 2006. P. 579–598.
35. Gorbunov I. A., Balagansky V. V. Spiral-shaped fabrics in metamorphic rocks: A new example of rotation during progressive deformation // J. Struct. Geol. 2022. Vol. 159. 104590.
36. Lahtinen R., Huhma H. A revised geodynamic model for the Lapland-Kola Orogen // Precambrian Res. 2019. Vol. 330. P. 1–19.
37. Martin A. P., Condon D. J., Prave A. R., Melezhik V. A., Lepland A., Fallick A.E. Dating the termination of the Palaeoproterozoic Lomagundi-Jatuli carbon isotopic event in the north Transfennoscandian Greenstone belt // Precambrian Res. 224. P. 160–168.

38. Melezhik V. A., Hanski E. J. The Early Palaeoproterozoic of Fennoscandia: geological and tectonic settings // Reading the Archive of Earth's Oxygenation. Vol. 1: The Palaeoproterozoic of Fennoscandia as context for the Fennoscandian Arctic Russia—Drilling Early Earth Project. Heidelberg, etc.: Springer Verlag. 2013. P. 33–38.
39. Mudruk S. V., Balagansky V. V., Raevsky A. B., Rundkvist O. V., Matyushkin A. V., Gorbunov I. A. Complex shape of the Palaeoproterozoic Serpovidny refolded mega-sheath fold in northern Fennoscandia revealed by magnetic and structural data // J. Struct. Geol. 2022. Vol. 154. 104493.
40. Passchier C. W., Trouw R. A. J. Microtectonics. Berlin, etc.: Springer. 2005. 366 p.
41. Ramsay J. G. Tectonics of the Helvetic Nappes // Thrust and nappe tectonics. Geological Society, London. Special Publications 9. 1981. P. 293–309.
42. Zozulya D. R., Bayanova T. B., Eby G.N. Geology and age of the late Archean Keivy Alkaline Province, north-eastern Baltic shield // J. Geol. 2005. Vol. 113. P. 601–608.

УДК 535:361:456.34:882

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ СЛЕДОВЫХ КОЛИЧЕСТВ КАТИОНОВ БОРА В СТРУКТУРЕ БОРОСОДЕРЖАЩИХ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ

Р. А. Титов¹, А. В. Кадетова^{1,2}, М. В. Смирнов¹, Н. В. Сидоров¹, М. Н. Палатников¹¹Институт 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 определению локализации неметаллического элемента бора в структуре боросодержащих кристаллов ниобата лития. Методика проведения модельных расчетов включала определение энергии кулоновского взаимодействия катиона бора, локализованного в различных гранях кислородных тетраэдров, с рассматриваемым фрагментом структуры кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{B}$

Ключевые слова:

ниобат лития, точечные дефекты, легирование, бор, модельные расчеты

APPLICATION OF MODEL CALCULATIONS TO DETERMINE THE LOCALIZATION OF TRACE AMOUNTS OF BORON CATIONS IN THE STRUCTURE OF BORON-CONTAINING CRYSTALS OF LITHIUM NIOBATE

R. A. Titov¹, A. V. Kadetova^{1,2}, M. V. Smirnov¹, N. V. Sidorov¹, M. N. Palatnikov¹¹Tananaev Institute of Chemistry-KSC RAS, ²Petrozavodsk State University r.titov@ksc.ru

A brief review of works devoted to determining the localization of the nonmetallic element boron in the structure of boron-containing lithium niobate crystals is presented. The methodology for carrying out model calculations included determining the energy of the Coulomb interaction of the boron cation localized in various faces of oxygen tetrahedra with the considered fragment of the $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ crystal structure

Keywords:

lithium niobate, point defects, doping, boron, model calculations

Введение

Повышение требований к характеристикам функциональных материалов электронной техники на основе нелинейно-оптического монокристалла ниобата лития (LN, LiNbO_3) делает необходимым усовершенствование существующих и разработку новых технологий

получения номинально чистых кристаллов, обладающих низким эффектом фоторефракции, высокими структурной, оптической и композиционной однородностью. В настоящее время для практических применений в качестве преобразователей частоты лазерного излучения на периодически поляризованных

доменных структурах наиболее перспективными являются стехиометрические ($\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, $R=[\text{Li}]/[\text{Nb}]=1$) и близкие к стехиометрическим ($R \approx 1$) кристаллы ниобата лития, которые обладают более низким значением коэрцитивного поля (≈ 2.3 кВ/мм) по сравнению с кристаллом конгруэнтного состава (≈ 23 кВ/мм, $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$, $R=0.946$).

В ИХТРЭМС КНЦ РАН была разработана технология получения боросодержащих кристаллов ($\text{LiNbO}_3:\text{B}$), заключающаяся в легировании шихты ниобата лития конгруэнтного состава боросодержащими соединениями (B_2O_3 , H_3BO_3) [Sidorov, Teplyakova, Makarova et al., 2021; Сидоров, Палатников и др., 2022; Palatnikov et al., 2023; Titov et al., 2023]. Уникальность разработанного подхода заключается в том, что неметаллический элемент бор одновременно выступает как легирующая примесь и как флюс. Неметаллический элемент В имеет малый ионный радиус (0.15 \AA для В(III), 0.25 \AA для В(IV), [Shannon, 1976]), его концентрация в кристаллах $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ находится на уровне следовых количеств ($\approx 4 \times 10^{-4}$ мол. %) и сравнима с концентрацией многочисленных неконтролируемых металлических примесей [Sidorov, Teplyakova, Makarova et al., 2021]. Технология включает несколько способов легирования: прямое твердофазное легирование шихты конгруэнтного состава оксидом бора (B_2O_3) [Sidorov, Serebryakov, 1994]; прямое твердофазное легирование шихты конгруэнтного состава борной кислотой (H_3BO_3) [Палатников и др., 2015]; гомогенное легирование Nb_2O_5 борной кислотой с получением легированного прекурсора $\text{Nb}_2\text{O}_5:\text{B}$ [Masloboeva et al., 2020].

Согласно проведенным нами комплексным исследованиям [Сидоров, Палатников и др., 2022], кристаллы $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ обладают величиной стехиометрии, близкой к 1, высоким сопротивлением повреждению лазерным излучением, а также высокой структурной, композиционной и оптической однородностью. По составу, и, как ожидается, по величине коэрцитивного поля, кристаллы $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ близки к кристаллу $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$, что является крайне важным для создания функциональных нелинейно-оптических материалов для преобразо-

вания лазерного излучения на периодически поляризованных доменах микронных и субмикронных размеров [Shur et al., 2015]. Такие материалы в настоящее время изготавливаются из кристаллов, сильно легированных магнием (≈ 5.0 мол. % MgO) [Kemlin et al., 2013; Murray et al., 2017]. Однако кристаллы, легированные магнием вблизи основного концентрационного порога (≈ 5.5 мол. % MgO [Volk, Wohlecke, 2008]), обладают низкой композиционной однородностью [Sidorov, Teplyakova, Palatnikov, 2021] и большим количеством структурных дефектов [Fulei et al., 2022].

Прямые экспериментальные методы, определяющие локализацию следовых количеств легких неметаллических элементов в структуре кристаллов, к сожалению, отсутствуют. Косвенно оценить влияние бора на структуру кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ можно методом рентгеноструктурного анализа путем сравнения длин связей между атомами и параметров элементарной ячейки кристаллов, легированных бором и номинально чистых кристаллов. В работе [Palatnikov et al., 2023] было выполнено сравнение структуры близкого к стехиометрическому кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (5.5 мас.% K_2O), полученного по технологии High Temperature Top Seeded Solution Growth (HTTSSG), и кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ разного генезиса [Palatnikov et al., 2023]. Еще одним методом оценки влияния легирующей примеси бора на особенности структуры кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ является спектроскопия КРС: в работах [Sidorov, Teplyakova, Makarova et al., 2021; Sidorov, Titov et al., 2021] обнаружено искажение анионной подрешетки кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$, которое отсутствовало в номинально чистых кристаллах $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ и $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$. Следует отметить, что искажение анионной подрешетки ниобата лития обусловлено изменением длин связей $\langle \text{O}-\text{O} \rangle$ и $\langle \text{Me}-\text{O} \rangle$ кислородно-октаэдрических кластеров MeO_6 и тетраэдрических пустот O_4 , что существенно влияет на композиционную однородность, нелинейно-оптические и сегнетоэлектрические характеристики кристалла LiNbO_3 .

Модельные расчеты могут дать полезную информацию о тонких особенностях структуры, в том числе о структуре слабелегированных

кристаллов ниобата лития, к которым можно отнести боросодержащие кристаллы. Расчет кулоновской энергии является простым и эффективным способом изучения особенностей локализации точечных структурных дефектов в структуре кристалла ниобата лития, который может дать важную информацию, объясняющую полученные зарекомендовавшими себя эмпирическими методами исследования свойств и структуры вещества результаты. Используя модельные расчеты энергии кулоновского взаимодействия точечных зарядов в достаточно небольшом кластере, построенном из нескольких кислородных октаэдров (LiO_6 , NbO_6 , VO_6 , где VO_6 – вакантный октаэдр), можно качественно определить локализацию следовых количеств B^{3+} в структуре боросодержащих кристаллов. При этом, согласно стericким соображениям, катион бора может локализоваться в разных гранях тетраэдров O_4 , по сравнению с большими по размеру кислородными октаэдрами O_6 . Таким образом, в данной работе приведен краткий обзор работ, посвященных определению локализации неметаллического элемента бора в гранях вакантных тетраэдрических пустот структуры боросодержащих кристаллов ниобата лития.

Материал и методика исследований

Расчет полной энергии кулоновского взаимодействия точечных зарядов (U , эВ) фрагмента кислородно-октаэдрической структуры LN с рассматриваемым катионом B^{3+} , локализованным в гранях вакантных тетраэдрических пустот, проводили с использованием кулоновского потенциала [Sidorov, Titov et al., 2021]:

$$U = (k \cdot z_1 \cdot z_2) / r_{12} \quad (1),$$

где z_1 и z_2 – значения заряда взаимодействующих частиц; r_{12} – расстояние между центрами взаимодействующих зарядов [Å]; k – константа, которая выражается по формуле (эВ·Å) [Sidorov, Titov et al., 2021]:

$$k = e^2 / (4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot 10^{-10}) = 14.41971 \quad (2),$$

где e – заряд электрона, ϵ_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума.

Методика расчета для адаптации полученных результатов на реальные объекты, требующая учета вклада энергии кулоновского

взаимодействия каждой из рассмотренных нами позиций каждого кластера с учетом коэффициентов заполнения позиций основных катионов ($G(\text{Li})$, $G(\text{Nb})$) и точечных дефектов ($G(\text{Nb}_{\text{Li}})$, $G(\text{Nb}_{\text{V}})$), а также учета доли вакантных октаэдров (V) и вакантных октаэдров (V_{Nb}), не занятых катионом ниобия, подробно приведена в работе [Titov et al., 2023].

Рассматриваемые в данной работе системы (кластеры) состоят из шести кислородных октаэдров в двух слоях (I и II): $\text{Li}^{\text{I}}\text{O}_6$, $\text{Nb}^{\text{I}}\text{O}_6$, $\text{V}^{\text{I}}\text{O}_6$, $\text{Li}^{\text{II}}\text{O}_6$, $\text{Nb}^{\text{II}}\text{O}_6$ и $\text{V}^{\text{II}}\text{O}_6$. Каркас кластера образован 20 анионами кислорода O^{2-} . Количество и локализация в первом (I) и втором (II) слоях кластера катионов основных металлов (лития (Li^+) и ниобия (Nb^{5+})) и точечных дефектов (Nb_{Li} , Nb_{V} и V_{Nb}) различны и зависят от подхода и рассматриваемого кристалла. Взятые для рассмотрения шесть кислородных октаэдров образуют две тетраэдрические пустоты, обладающие смежной гранью. Сама система не является электронейтральной. В модельных расчетах рассматривается кластер, «вырванный» из большой электронейтральной системы для того, чтобы исследовать изменение энергии кулоновского взаимодействия катиона B^{3+} , локализованного в различных гранях тетраэдрических пустот, с ближайшим окружающим его фрагментом кристаллической структуры LiNbO_3 (в некоторых случаях с учетом точечных дефектов). Положение катиона бора принято равноудаленным от каждой из вершин занятой грани вакантной тетраэдрической пустоты.

Рентгенограммы порошковых образцов боросодержащих кристаллов регистрировали на дифрактометре ДРОН-6 (НПП Буревестник, Санкт-Петербург, Россия). В первичных пучках располагался пиролитический монохроматор (CuK α -излучение, напряжение 45 кВ, ток 25 мА). Рентгенограммы снимали более детально с шагом 0.02° в областях отражения и с шагом 0.2° в областях фона. Стабильность схемы регистрации контролировали при получении рентгенограммы. Точность определения интенсивности в каждой точке дифракционной линии составляла не менее 3%. Данные рентгеноструктурного анализа контрольного кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{стех}}$ (5.5 мас.% K_2O) приведены

в работе [Palatnikov et al., 2023]. Расчет профильных характеристик рентгенограмм проводили методом Паули: рентгенограммы разлагались на сумму интегральных интенсивностей. Структурные характеристики – координаты атомов, параметры теплового движения, коэффициенты заселенности участков – уточнялись методом Ритвельда (полнопрофильный анализ). Использовались следующие программы: MRIA и FULL PROF.

Результаты и их обсуждение

Впервые подход к расчету энергии кулоновского взаимодействия катиона бора с окружающим его фрагментом кристалла ниобата лития был применен в работе [Sidorov, Titov et al., 2021]. В расчетах нами были использованы структурные данные для кристалла $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$, в котором ион Li^+ смещен к нижней кислородной плоскости, ион Nb^{5+} – к верхней [Abrahams et al., 1966]. Выбор в качестве объекта исследования именно кристалла конгруэнтного состава был обусловлен тем фактом, что, согласно фазовой диаграмме системы $\text{Li}_2\text{O}-\text{Nb}_2\text{O}_5-\text{B}_2\text{O}_3$ [Can et al., 2010], бор не должен входить в структуру кристалла ниобата лития, поскольку фаза LiNbO_3 не имеет области растворимости бора в твердом состоянии. Таким образом кристалл, выращенный из боросодержащей шихты конгруэнтного состава, должен был обладать величиной стехиометрии, близкой к значению для кристалла конгруэнтного состава ($R=0.946$). Однако, как показали наши дальнейшие исследования, величина стехиометрии кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ приближается к 1 [Сидоров, Палатников и др., 2022].

Для проведения модельных расчетов был рассмотрен фрагмент структуры кристалла LiNbO_3 , включающий 6 кислородных октаэдров – 2 литиевых, 2 ниобиевых и 2 вакантных (рис. 1). Нами рассматривались 7 возможных расположений катиона B^{3+} в тетраэдрических гранях первого и второго октаэдрических

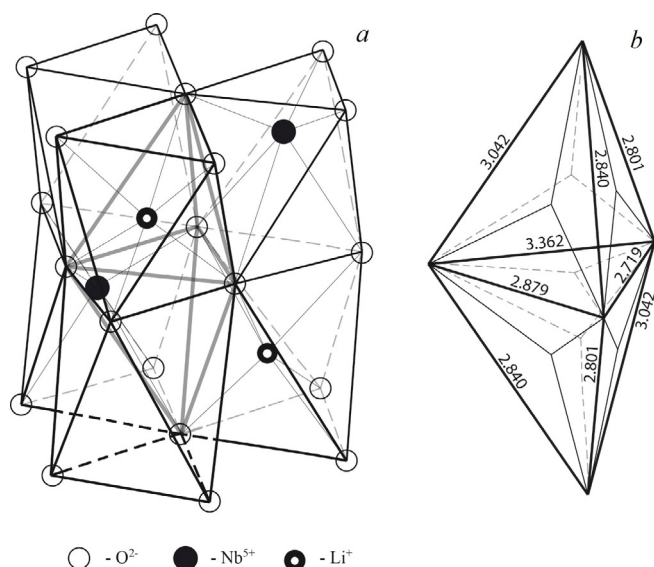


Рис. 1. Модельный кластер [Sidorov, Titov et al., 2021] (а), полученный на основе рентгеноструктурных данных $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ [Кузьминов, 1987], включающий два ниобиевых (Nb_1, Nb_2), два литиевых (Li_1, Li_2) и два вакантных (V_1, V_2) кислородных октаэдров. Длины связей $\langle\text{O}-\text{O}\rangle$ (б), формируемых октаэдрами тетраэдров, отражают размеры $\text{LiNbO}_{3\text{конг}}$ взятого для моделирования.

слоев: шесть положений, граничащих с соответствующими октаэдрами (литиевым, ниобиевым и вакантным); одно положение, где бор локализован в смежной грани (кислородная тройка, разделяющая октаэдрические слои). На начальных этапах не рассматривалась возможность формирования в рассматриваемом кластере точечных структурных дефектов.

Были смоделированы два процесса [Sidorov, Titov et al., 2021]. В первом случае рассчитывалась энергия кулоновского взаимодействия катиона B^{3+} с фрагментом структуры конгруэнтного кристалла LiNbO_3 (6 октаэдров), координаты которого соответствуют координатам базиса ячейки, изменяющимся при изменении температуры, но с неизменными параметрами решетки a и c – 5.1489 и 13.8631 Å, соответственно [Сидоров и др., 2003]. Во втором случае рассчитывалась энергия кулоновского взаимодействия катиона B^{3+} с тем же фрагментом структуры LiNbO_3 , но с различными параметрами решетки a и c . Для этого была произведена

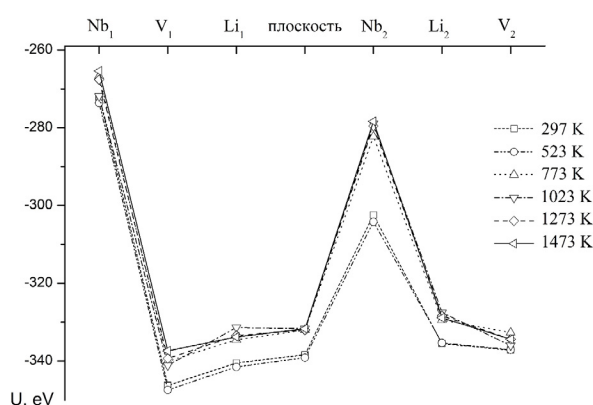


Рис. 2 – Суммарная энергия кулоновского взаимодействия точечных зарядов в кластере, состоящем из двух катионов Li^+ , двух катионов Nb^{5+} , одного катиона V^{3+} и двадцати анионов кислорода O^{2-} при постоянных параметрах a и c [Sidorov, Titov et al., 2021]. Пара $\text{Nb}_1 - \text{V}^{3+}$ расположена 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 первого слоя, и т.д.

нормировка параметров ячейки по температуре 297 K [Lehnert et al., 1997]. Отметим, что независимо от рассматриваемого процесса нами были получены аналогичные результаты.

Из результатов расчетов, приведенных на рис. 2, видно, что максимальное значение энергий для обоих случаев соответствует нахождению катиона V^{3+} в положении, граничащим с ниобиевыми октаэдрами (положения Nb_1 и Nb_2 , соответственно). Это свидетельствует о том, что нахождение иона V^{3+} в тетраэдрической пустоте рядом с ниобиевым октаэдром энергетически не выгодно. Для возможных положений иона V^{3+} в тетраэдрических пустотах, граничащих либо с литиевыми, либо с вакантными октаэдрами, либо находящегося в кислородной плоскости, разделяющей кислородно-октаэдрические слои, сумма энергий кулоновского взаимодействия значительно ниже. Таким образом, полученный в работе [Sidorov, Titov et al., 2021] результат позволил нам определить наиболее вероятные позиции, в которых может локализоваться катион V^{3+} в структуре кристалла LiNbO_3 .

Следующим этапом в развитии подхода к определению локализации катиона V^{3+} в структуре боросодержащего кристалла стало использование для модельных расчетов периодов элементарной ячейки реальных кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ и учет точечных структурных дефектов. В работе [Титов и др., 2023] был рассмотрен кристалл $\text{LiNbO}_3:\text{B}(14.4 \cdot 10^{-4} \text{ мас. \% B в конусе})$, полученный по технологии прямого твердофазного легирования шихты конгруэнтного состава борной кислотой [Палатников и др., 2015]. Данный кристалл из выращенной серии вызвал особый интерес, поскольку разница концентрации бора в конусной и торцевой частях различалась \approx в 6.5 раз ($14.4 \cdot 10^{-4}$ и $95.4 \cdot 10^{-4}$ мас. %, соответственно) [Палатников и др., 2015]. Несмотря на классическое (для металлических примесей) увеличение концентрации легирующего компонента от конуса к торцу кристалла, удовлетворяющая концентрация бора в боросодержащих кристаллах не должна превышать $\approx 4 \cdot 10^{-4}$ мол. % [Сидоров, Палатников и др., 2022].

В табл. 1 приведены уточненные значения периодов элементарной ячейки (a и c , Å), а также структурные параметры, характеризующие распределение катионов металлов (Li, Nb) по кислородным октаэдрам O_6 кристалла

Таблица 1. Периоды a и c элементарной ячейки, значения координат атомов (x/a , y/b , z/c) и коэффициентов заполнения позиций (G) в кристалле $\text{LiNbO}_3:\text{B}(14.4 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ [Сидоров, Кадетова и др., 2022; Титов и др., 2023]

G	x/a	y/b	z/c
$\text{LiNbO}_3:\text{B}(14.4 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$			
$(R_{\text{wp}} (\%)=5.24, R_p (\%)=11.49)$			
$a = 5.1543 \text{ \AA}, c = 13.8754 \text{ \AA}$			
Nb	0.96	0	0
O	1.00	0.069	0.0652
Li	0.95	0	0.2798
Nb_{Li}^*	-	-	-
$\text{Nb}_{\text{V}}^{**}$	0.028	0	0.111

* катион ниобия в положении катиона лития;

** катион ниобия в вакантном кислородном октаэдре

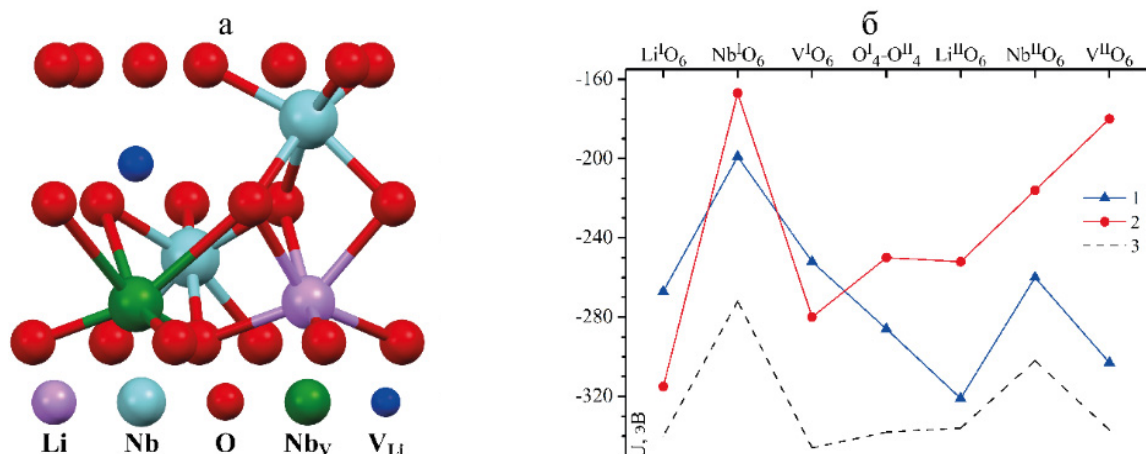


Рис. 3. Структура кластера № 1 (а) и суммарная энергия кулоновского взаимодействия катиона B^{3+} в кластерах № 1 и 2 [Титов и др., 2023], построенных на основе рентгеноструктурных данных кристалла $LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ [Сидоров, Кадетова и др., 2022], а также в кластере сравнения № 3 [Sidorov, Titov et al., 2021] (б)

$LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$. Величина стехиометрии кристалла $LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$, рассчитанная с учетом коэффициентов заполнения позиций основных катионов металлов ($G(Li)$, $G(Nb)$) и точечных дефектов структуры ($G(Nb_V)$), составила ≈ 0.96 [Титов и др., 2023], что свидетельствует о приближении состава данного боросодержащего кристалла к стехиометрическому составу.

В работах [Сидоров, Кадетова и др., 2022; Титов и др., 2023] был обнаружен практически важный факт: в кристалле $LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ полностью отсутствуют дефекты Nb_{Li} . Необходимо отметить, что подобного исчезновения дефектов Nb_{Li} при легировании ниобата лития катионами металлов можно достичь при значительно больших концентрациях допирующих примесей (3-5 мол. % MeO, где Me – Mg, Zn) [Сидоров и др., 2003]. При столь высоких концентрациях легирующих металлов Me структура кристалла является существенно композиционно неоднородной. Но и в структуре кристалла $LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ были обнаружены дефекты Nb_V в виде катионов ниобия, локализованных в вакантных октаэдрах структуры кристалла.

Присутствие в структуре кристалла $LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ точечных дефектов Nb_V не только нарушает правильное чередование основных катионов (Li, Nb) и вакан-

сий (V) вдоль полярной оси кристалла, но также вносит избыточный положительный заряд (+5) в структуру ниобата лития. Для оценки особенностей локализации катионов бора вблизи точечных дефектов Nb_V в структуре исследуемого боросодержащего кристалла на примере фрагмента его структуры нами был рассмотрен кластер, состоящий из шести кислородных октаэдров ($Li^I O_6$, $Nb^I O_6$, $V^I O_6$, $Li^{II} O_6$, $Nb^{II} O_6$, $V^{II} O_6$) и формируемых ими двух тетраэдрических пустот (O^I_4 и O^{II}_4). Наличие в кристалле $LiNbO_3:B(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ структурного дефекта Nb_V , табл. 1, определило выбор модели для описания особенностей локализации точечных собственных дефектов в исследуемом боросодержащем кристалле ниобата лития – сплит-модели (M5 [Кузьминов, 1987; Zotov et al., 1994]), совмещающей модель литиевых вакансий (M1 [Lerner et al., 1968; Zotov et al., 1994]) и модель заполнения пустых октаэдров (M3 [Кузьминов, 1987; Zotov et al., 1994]). В работе [Титов и др., 2023] были рассмотрены два различных заполнения кластеров: кластер №1 (рис. 3а), в котором дефект Nb_V локализован в нижней кислородной плоскости, а дефект V_{Li} – в верхней; кластер № 2, в котором дефект V_{Li} локализован в нижней кислородной плоскости, а дефект Nb_V – в верхней. Также был рассмотрен кластер сравнения №3 (рис. 1) [Sidorov, Titov et al., 2021], впервые смоделированный нами для расчета энергии кулоновского

взаимодействия катионов бора с фрагментом структуры кристалла ниобата лития конгруэнтного состава (кластер был заполнен катионами Li и Nb, локализованными в соответствующих позициях, и вакантными октаэдрами), построенный на основе периодов элементарной ячейки авторов работы [Кузьминов, 1987].

На рис. 3б приведены результаты расчета энергии кулоновского взаимодействия катиона бора с модельными кластерами №1 и №2 кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ ($144 \cdot 10^{-5}$ мас. % B в конусе). Согласно полученным в работе [Титов и др., 2023] данным, минимальной энергией кулоновского взаимодействия катиона B^{3+} с кластером №1 обладают два положения, в которых катион B^{3+} локализован в гранях, смежных с литиевым ($\text{V}_{\text{Li}}^{\text{II}}\text{O}_6$) и вакантным ($\text{V}^{\text{II}}\text{O}_6$) кислородными октаэдрами из второго слоя, рис. 3б. Для кластера №2 минимальное значение энергии кулоновского взаимодействия наблюдается в случае локализации катиона B^{3+} также в гранях, смежных с литиевым ($\text{V}_{\text{Li}}^{\text{I}}\text{O}_6$) и с вакантным ($\text{V}^{\text{I}}\text{O}_6$) кислородными октаэдрами, но уже первого слоя, рис. 3б. При этом положение ($\text{V}_{\text{Li}}^{\text{I}}\text{O}_6$) будет более предпочтительней по сравнению с положением ($\text{V}^{\text{I}}\text{O}_6$) по причине большой разницы в энергиях.

Комплексное рассмотрение кластеров №1, 2 и 3 показало, что в дефектосодержащих кластерах №1 и 2 наблюдается увеличение энергии кулоновского взаимодействия.

Обнаруженный практически важный факт обусловлен присутствием в малых по объему фрагментах структуры кристалла близрасположенных катионов ниобия, лития, дефекта Nb_v и катиона бора, который приносит избыточный положительный заряд в рассматриваемую систему. Подобное «концентрирование» положительно заряженных частиц приводит к повышению напряженности и нестабильности рассматриваемой системы. Таким образом, выполненный в работе [Титов и др., 2023] расчет суммарной энергии кулоновского взаимодействия катиона бора с фрагментом структуры кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ ($144 \cdot 10^{-5}$ мас. % B в конусе), содержащего структурный дефект Nb_v , показал, что есть три наиболее вероятных локализации катиона бора: при формировании дефекта Nb_v в первом слое моделируемого кластера – в гранях вакантных тетраэдрических пустот, общих с $\text{V}_{\text{Li}}^{\text{II}}\text{O}_6$ или $\text{V}^{\text{II}}\text{O}_6$; при формировании дефекта Nb_v во втором слое – в грани вакантной тетраэдрической пустоты, общей с $\text{V}_{\text{Li}}^{\text{I}}\text{O}_6$.

Дальнейшее развитие подхода к проведению модельных расчетов локализации катионов бора в структуре боросодержащих кристаллов ниобата лития нашло в увеличении количества рассматриваемых дефектосодержащих кластеров отдельно взятого кристалла и учете коэффициентов заполнения позиций кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$, полученных по разным

Таблица 2. Периоды a и c элементарной ячейки, 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; Titov et al., 2023]

	G	x/a	y/b	z/c		G	x/a	y/b	z/c
	LiNbO ₃ :B(0.02 мол. % B ₂ O ₃ в шихте)					LiNbO ₃ :B(0.547 мол. % B ₂ O ₃ в шихте)			
	(R _{wp} (%)=10, R _p (%)=7.63)					(R _{wp} (%)=12.39, R _p (%)=9.07)			
	$a = 5.1476 \text{ \AA}$, $c = 13.8594 \text{ \AA}$					$a = 5.1450 \text{ \AA}$, $c = 13.8561 \text{ \AA}$			
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

* катион ниобия в положении катиона лития; ** катион ниобия в вакантном кислородном октаэдре

технологиям. Такой подход может быть полезен с позиции более точной интерпретации эмпирических результатов, полученных с использованием физических методов исследования вещества, и изучения особенностей структуры боросодержащих кристаллов. В работах [Palatnikov et al., 2023; Titov et al., 2023] нами были приведены рентгенограммы и результаты уточнения периодов элементарных ячеек кристаллов разного генезиса: кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте), полученного по технологии гомогенного легирования прекурсора Nb_2O_5 борной кислотой (H_3BO_3), и кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), полученного по технологии прямого твердофазного легирования шихты конгруэнтного состава H_3BO_3 .

В структуре кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте) были обнаружены точечные структурные дефекты Nb_{Li} и Nb_{V} (табл. 2), которые изменяют правильное чередование основных катионов и вакансий вдоль полярной оси кристалла и дополнительно увеличивают дефектность его катионной подрешетки [Palatnikov et al., 2023; Titov et al., 2023]. Величина стехиометрии кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02

и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), рассчитанная с использованием коэффициентов заполнения позиций ($G(\text{Li})$, $G(\text{Nb})$, $G(\text{Nb}_{\text{Li}})$ и $G(\text{Nb}_{\text{V}})$), табл. 2), равна ≈ 0.985 и ≈ 1.033 , соответственно, что выше величины R кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ ($144 \cdot 10^{-5}$ мас. % B в конусе) [Титов и др., 2023] и в большей степени приближено к $R=1$, характерной для кристалла стехиометрического состава.

В работе [Titov et al., 2023] были рассмотрены несколько составов кластеров, определяемых: периодами элементарных ячеек кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), табл. 2; типом и координатами дефектов (Nb_{Li} , Nb_{V}), табл. 2; межатомными расстояниями Me-O [Titov et al., 2023]. Нами в работе [Titov et al., 2023] было рассмотрено 10 различных кластеров. Кластеры №1.1, 2.1, 2.2, 3.1 и 3.2 отражают кристаллическую структуру кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 мол. % B_2O_3 в шихте), кластеры №1.2, 2.3, 2.4, 3.3 и 3.4 отражают кристаллическую структуру кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.547 мол. % B_2O_3 в шихте). На рис. 4 приведен состав некоторых из перечисленных кластеров. Кластеры №1.1 и 1.2 демонстрируют идеальное (характерное для кристалла стехиометрического состава) чередование основных катионов Li ,

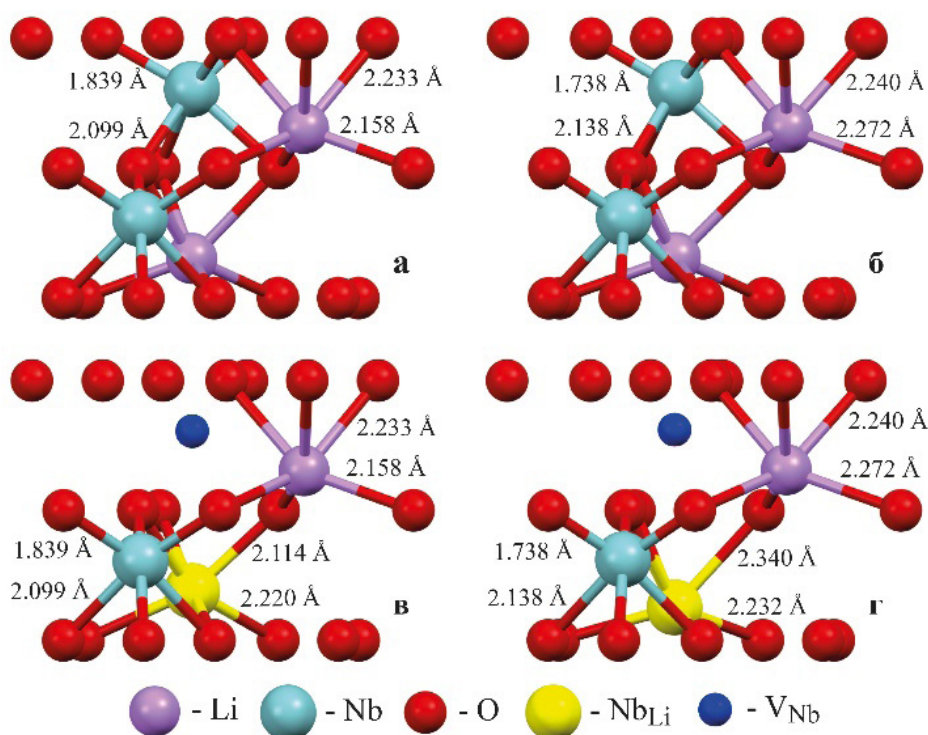


Рис. 4. Конфигурация некоторых кластеров [Titov et al., 2023] кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:B}$ (0.02 и 0.547 мол. % B_2O_3 в шихте), построенных по данным рентгеноструктурного анализа [Palatnikov et al., 2023; Titov et al., 2023]: (а) – кластер №1.1; (б) – кластер №1.2; (в) – кластер №2.1; (г) – кластер №2.3.

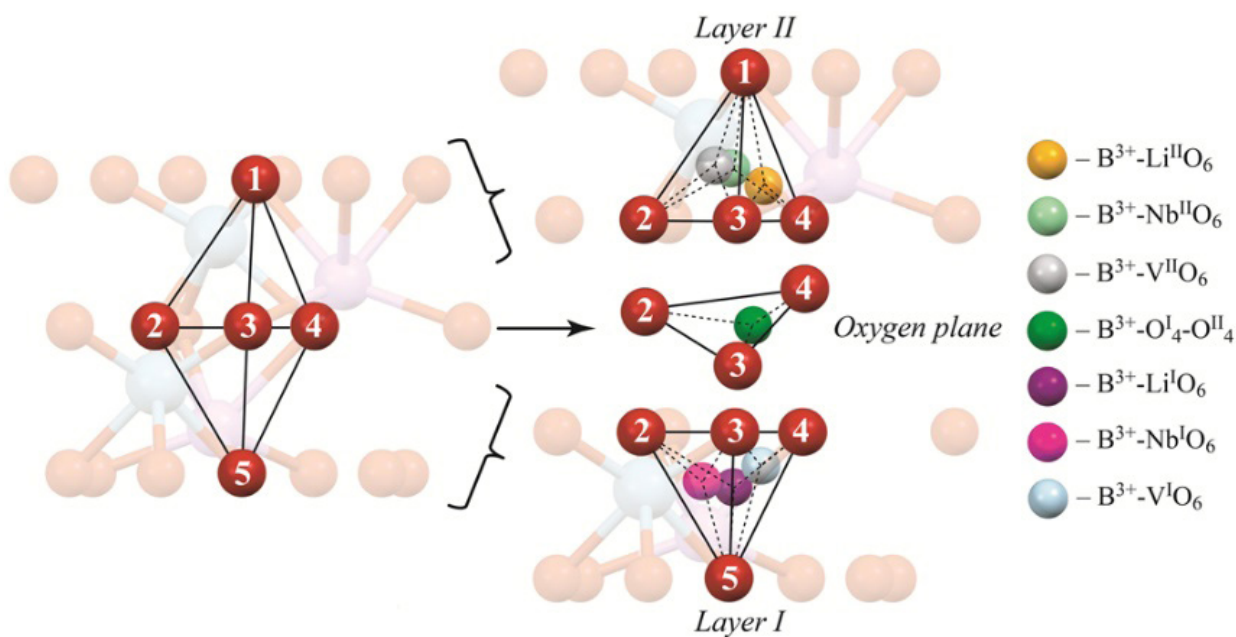


Рис. 5. Кластер 1.1. в деталях [Titov et al., 2023]. Цифрами указаны номера атомов кислорода для облегчения описания граней тетраэдров. Цветными шариками показаны рассмотренные нами положения бора в гранях тетраэдров.

Nb и вакансий вдоль полярной оси кристалла, рис. 4(а, б). Кластеры №2.1 и 2.3 содержат точечный дефект Nb_{Li} в слое I и компенсирующую его [Zotov et al., 1994; Sánchez-Dena et al., 2020] вакансию в позиции ниобия (V_{Nb}) в слое II, рис. 4 (в, г). Кластеры 2.2 и 2.4, наоборот, содержат дефект Nb_{Li} во II слое и V_{Nb} в I слое. Случай сочетания разных компенсационных моделей рассмотрен в кластерах №3.1–3.4. В этом случае модель M3 (вакансий ниобия) [Zotov et al., 1994; Sánchez-Dena et al., 2020] скомбинирована с моделью M2 (заполнения пустых октаэдров) [Кузьминов, 1987; Zotov et al., 1994], согласно которой часть катионов ниобия локализуется в вакантном октаэдре (Nb_v). Кластеры №3.1 и 3.3 содержат дефект Nb_v в слое I и V_{Nb} в слое II. Кластеры №3.2 и 3.4, наоборот, содержат дефект Nb_v в слое II, а V_{Nb} в слое I. В качестве сравнения был выбран кластер №1 (рис. 1) [Sidorov, Titov et al., 2021], построенный на основе периодов элементарной ячейки кристалла конгруэнтного состава авторов работы [Кузьминов, 1987]. Подробная конфигурация кластеров №1.1–3.4 приведена в работе [Titov et al., 2023].

На рис. 5 приведены варианты рассмотренной нами локализации катионов бора в моделируемых кластерах (на примере кластера №1.1). Кластер состоит из двух слоев: нижнего (I) и верхнего (II). Поскольку моделируемые кластеры структуры кристаллов $LiNbO_3:B$ различны по наполнению основными катионами металлов и точечными дефектами, мы ввели следующие обозначения с привязкой к типу кислородного октаэдра: $Li^I O_6$ – катион лития локализован в литиевом октаэдре I-го слоя, $Nb^{II} O_6$ – катион ниобия локализован в литиевом октаэдре II-го слоя, и т.д. Такая запись, как $Li^I O_6$, $Nb^I O_6$ и др., указывает на расположение катиона бора в гранях нижнего тетраэдра (грани 235, 345 и 245, рис. 5), обозначения $Li^{II} O_6$, $Nb^{II} O_6$ и др. – в гранях верхнего тетраэдра (грани 123, 134 и 124, рис. 5). Обозначение $O'_4-O^{II} 4$ означает, что бор занимает грань, смежную для двух тетраэдров (грань 234, рис. 5).

Результаты проведенных нами расчетов энергии кулоновского взаимодействия (E_c , эВ) катиона бора с модельными кластера-

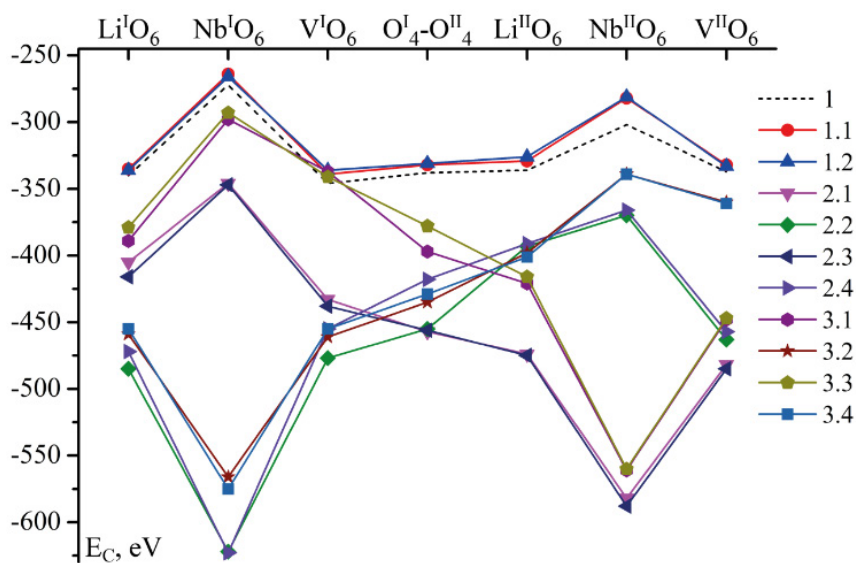


Рис. 6. Энергия кулоновского взаимодействия (E_c , эВ) в зависимости от положения катиона V^{3+} в гранях тетраэдров рассмотренных кластеров [Titov et al., 2023]. По оси абсцисс указаны позиции в кластерах №1, 1.1 и 1.2. Для кластеров №2.1-3.4 позиции соответствуют типу октаэдров ($Li^I O_6$ – литиевый октаэдр из 1-го слоя и т.д.).

ми приведены на рис. 6 [Titov et al., 2023]. Поведение зависимости E_c от положения катиона V^{3+} в кластерах №1.1 и 1.2 ($E_c(1.1)$ и $E_c(1.2)$) аналогично поведению зависимости в кластере №1 ($E_c(1)$), рис. 6. Отличие составляет более высокие (на 4–21 эВ) значения $E_c(1.1)$ и $E_c(1.2)$ по сравнению с $E_c(1)$. Несмотря на это, в кластерах №1.1 и 1.2 (рис. 6) катионы V^{3+} будут предпочтительней локализоваться в гранях тетраэдров, аналогичных для кластера №1 [Titov et al., 2023]: вблизи литиевых ($Li^I O_6$, $Li^{II} O_6$), вакантных ($V^I O_6$, $V^{II} O_6$) октаэдров, либо в смежной для двух тетраэдров кислородной грани ($O^I_4-O^{II}_4$).

$E_c(2.1-3.4)$ сильно отличается от $E_c(1)$, $E_c(1.1)$ и $E_c(1.2)$, рис. 6. Величина энергии кулоновского взаимодействия в кластерах №2.1–3.4 (до -620 эВ) существенно меньше, чем в кластерах №1, 1.1 и 1.2 (-250-350 эВ) [Titov et al., 2023]. Минимум E_c в кластерах №2.1-2.4 соответствует позиции бора близки отрицательно заряженного точечного дефекта V_{Nb} : -582 и -588 эВ в кластерах №2.1 и 2.3, -622 и -623 эВ в кластерах №2.2 и 2.4, соответственно.

Для кластеров одинаковой конфигурации, но соответствующих разным кристаллам (№2.1 и 2.3; №2.2 и 2.4; №3.1 и 3.3; №3.2 и 3.4), наблюдаются близкие значения E_c в аналогичных позициях (разница не более 13 эВ). Однако в некоторых случаях разница в значениях E_c более существенная: $V^I O_6 - E_c(2.4) - E_c(2.2) = 22$ эВ;

$O^I_4-O^{II}_4 - E_c(2.4) - E_c(2.2) = 37$ эВ; $O^I_4-O^{II}_4 - E_c(3.3) - E_c(3.1) = 19$ эВ. При этом минимальные значения E_c принадлежат кластерам кристалла $LiNbO_3:B(0.02 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$ [Titov et al., 2023]. Таким образом, при частном рассмотрении можно заключить, что технология гомогенного легирования позволяет сформировать в структуре кристалла $LiNbO_3:B(0.02 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$ наиболее оптимальное взаимное расположение структурных единиц катионной и анионной подрешеток, по сравнению с технологией прямого твердофазного легирования борной кислотой, с применением которой был получен кристалл $LiNbO_3:B(0.547 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$.

Полученные нами результаты справедливы исключительно для случая, когда мы рассматриваем каждый отдельно взятый кластер. Однако структура реальных кристаллов состоит из большого множества разных кластеров, включая кластеры, рассмотренные нами. По этой причине для дополнительной адаптации полученных результатов к реальным объектам требуется учесть вклад E_c каждой из рассмотренных нами позиций каждого кластера с учетом коэффициентов заполнения позиций основных катионов ($G(Li)$, $G(Nb)$) и точечных дефектов ($G(Nb_{Li})$, $G(Nb_V)$), табл. 2, а также учесть долю вакантных октаэдров (V) и вакантных октаэдров (V_{Nb}), не занятых катионом ниобия [Titov et al., 2023]. Подобный подход

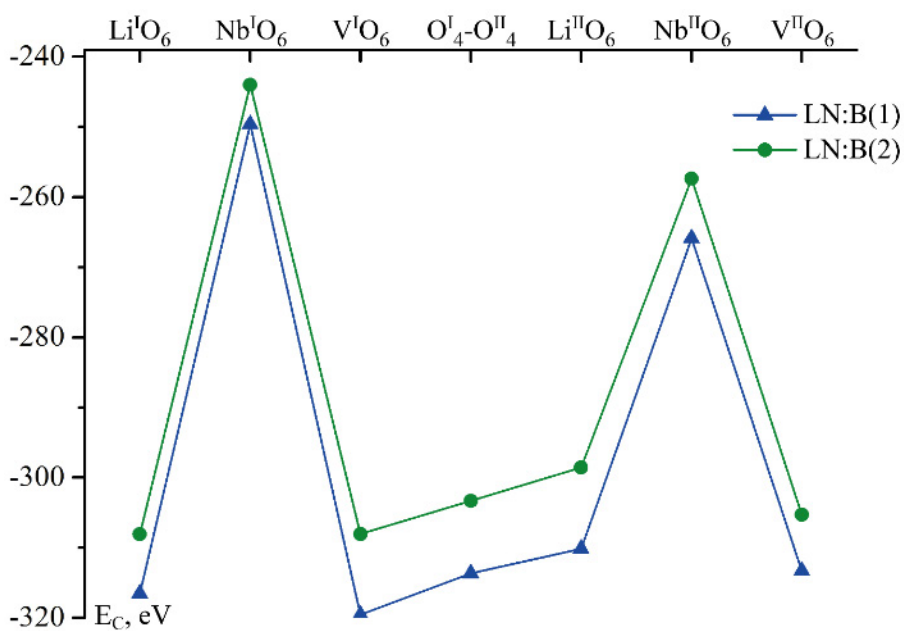


Рис. 7. Сумма кулоновских энергий взаимодействия катиона бора, расположенного в соответствующей грани тетраэдра исследуемых кластеров (E_C), с учетом коэффициентов заполнения позиций для основных катионов (Li, Nb), дефектов (Nb_{Li} , Nb_V), количества вакантных октаэдров (V) и вакантных ниобиевых октаэдров (V_{Nb}) [Titov et al., 2023]. Синяя кривая отражает данные для кристалла $LiNbO_3:B(0.02 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$, полученного по технологии гомогенного легирования, зеленая кривая – для кристалла $LiNbO_3:B(0.547 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$, полученного по технологии прямого твердофазного легирования.

дополнительно позволит определить технологию легирования, обеспечивающую образование минимальной энергии кулоновского взаимодействия катиона бора с окружающим его фрагментом структуры реальных кристаллов. Подробно предлагаемая методика расчета приведена в работе [Titov et al., 2023].

На рис. 7 приведены результаты адаптации индивидуальных расчетов для каждого отдельного кластера на реальные кристаллы $LiNbO_3:B(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$. Из рис. 7 видно, что локализация катионов B^{3+} в кристаллах $LiNbO_3:B(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$ наиболее вероятна в гранях вакантных тетраэдрических пустот: общих с литиевыми октаэдрами ($Li^I O_6$, $Li^{II} O_6$); общих с вакантными октаэдрами ($V^I O_6$, $V^{II} O_6$); смежных для двух тетраэдров ($O_4^I-O_4^{II}$). Полученные данные хорошо согласуются с результатами нашей первой работы [Sidorov, Titov et al., 2021]. При этом абсолютный минимум энергии соответствует

положению катиона B^{3+} в грани $V^I O_6$ кристалла $LiNbO_3:B(0.02 \text{ мол. \% } B_2O_3 \text{ в шихте})$, полученного по технологии гомогенного легирования [Titov et al., 2023].

Таким образом, технология гомогенного легирования по сравнению с технологией прямого твердофазного легирования приводит к общему снижению энергии кулоновского взаимодействия катиона B^{3+} с окружающим его кристаллическим фрагментом, независимо от его локализации в рассматриваемых кластерах №1.1–3.4.

Заключение

Описано развитие подхода к определению локализации следовых количеств неметаллического элемента B^{3+} в структуре кристаллов ниобата лития с разным отношением Li/Nb в трех этапах: расчет на основе только периодов элементарной ячейки кристалла ниобата лития конгруэнтного состава [Sidorov, Titov et al., 2021]

без учета возможных точечных структурных дефектов; расчет, базирующийся на величинах периодов элементарной ячейки реального боросодержащего кристалла $\text{LiNbO}_3:\text{B}(144 \cdot 10^{-5} \text{ мас. \% B в конусе})$ [Титов и др., 2023], включающий два вида кластеров кристалла и учитывающий точечные структурные дефекты (Nb_V), экспериментально обнаруженные в исследуемом кристалле; сравнительный и адаптированный на реальные кристаллы $\text{LiNbO}_3:\text{B}(0.02 \text{ и } 0.547 \text{ мол. \% B}_2\text{O}_3 \text{ в шихте})$, полученные по разным технологиям, расчет [Titov et al., 2023], выполненный с учетом периодов элементарной ячейки кристаллов, включающий рассмотрение 10 кластеров (в т.ч. содержащих точечные структурные дефекты Nb_{Li} и Nb_V).

На основе полученных результатов можно сформулировать три основных вывода. Во-первых, разработанный подход может быть использован для уточнения физических характеристик боросодержащих кристаллов, а также позволяет оценить локализацию катиона бора в структуре кристалла, что является крайне важным для понимания его вли-

яния на особенности строения и состояние дефектности катионной и анионной подрешеток боросодержащих кристаллов, изменения в которых определяют сегнетоэлектрические и нелинейно-оптические свойства кристалла. Во-вторых, катион бора предпочтительней локализуется вблизи дефекта V_{Nb} (в случае его наличия), что свидетельствует о положительном влиянии неметаллической примеси на локальную субструктуру кристалла. В-третьих, при общем рассмотрении энергии кулоновского взаимодействия катиона бора с фрагментом структуры боросодержащих кристаллов, локализация катионов B^{3+} наиболее вероятна в гранях вакантных тетраэдрических пустот: общих с литиевыми октаэдрами (LiO_6); общих с вакантными октаэдрами (VO_6); смежных для двух тетраэдрических пустот ($\text{O}_{4-}^{\text{I}}-\text{O}_{4-}^{\text{II}}$).

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (регистрационный номер FMEZ-2022-0016).

Список литературы

1. Кузьминов Ю. С. Электрооптический и нелинейнооптический кристалл ниобата лития. М.: Наука, 1987. 262 с.
2. 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.
3. Сидоров Н. В., Волк Т. Р., Маврин Б.Н., Калинин В. Т. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны. М.: Наука, 2003. 255 с.
4. Сидоров Н. В., Кадетова А. В., Титов Р. А., Теплякова Н. А., Палатников М. Н. Особенности дефектной структуры кристаллов $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. 2022. №14. С. 235-242. DOI: 10.26456/pcascnn/2022.14.235
5. Сидоров Н. В., Палатников М. Н., Теплякова Н. А., Бирюкова И. В., Титов Р. А., Макарова О. В., Маслобоева С. М. Монокристаллы ниобата и танталата лития разного состава и генезиса. М.: РАН, 2022. 288 с.
6. Титов Р. А., Кадетова А. В., Токко О. В., Сидоров Н. В., Палатников М.Н. Влияние концентрации катионов бора в кристаллах ниобата лития на тип и концентрацию точечных структурных дефектов катионной подрешетки // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2023. Т. 14. №4. С. 106-112. DOI: 10.37614/2949-1215.2023.14.4.018
7. Abrahams S. C., Levinstein H. J., Reddy J. M. Ferroelectric lithium niobate. 5. Polycrystal x-ray diffraction study between 24 and 1200°C // J. Phys. Chem. Solids. 1966. V. 27. I. 6-7. P. 1019-1026. DOI: 10.1016/0022-3697(66)90074-6

8. 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
9. Fulei W., Dehui S., Qilu L., Yukun S., Feng Z., Weijia Z., Yuanhua S., Dongzhou W., Hong L. Growth of large size nearstoichiometric lithium niobate single crystals with low coercive field for manufacturing high quality periodically poled lithium niobate // *Opt. Mater.* 2022. V. 125. P. 112058. DOI: 10.1016/j.optmat.2022.112058
10. Kemlin V., Jegouso D., Debray J., Boursier E., Segonds P., Boulanger B., Ishizuki, H., Taira T., Mennerat G., Melkonian J.-M., Godard A. Dual-wavelength source from 5% MgO:PPLN cylinders for the characterization of nonlinear infrared crystals // *Opt. Express.* 2013. V. 21. I. 23. P. 28886–28891. DOI: 10.1364/OE.21.028886
11. Lehnert H., Boysen H., Frey F., Hewat A.W., Radaelli P. A neutron powder investigation of the high-temperature structure and phase transition in stoichiometric LiNbO_3 // *Crystalline Materials.* 1997. V. 212. I. 10. P. 712-719. DOI: 10.1524/ZKRI.1997.212.10.712
12. Lerner P., Legras C., Dumas J. P. Stoechiométrie des monocristaux de métaniobate de lithium // *J. Cryst. Growth.* 1968. V. 3. P. 231-235. [https://doi.org/10.1016/0022-0248\(68\)90139-5](https://doi.org/10.1016/0022-0248(68)90139-5)
13. Masloboeva S. M., Efremov I. N., Biryukova I. V., Palatnikov M. N. Growth and characterization of a boron-doped lithium niobate single crystal // *Inorg. Mater.* 2020. V. 56. №11. P. 1147–1152. DOI: 10.1134/S0020168520110072
14. Murray R. T., Runcorn T. H., Guha S., Taylor J. R. High average power parametric wavelength conversion at 3.31–3.48 μm in MgO:PPLN // *Opt. Express.* 2017. V. 25. №6. P. 6421–6430. DOI: 10.1364/OE.25.006421
15. 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). <https://doi.org/10.3390/ma16020732>
16. 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. P. 990(1-33). DOI: 10.3390/cryst10110990
17. Shannon R. D. Revised Effective Ionic Radii and Systematic Studies of Interatomic Distances in Halides and Chalcogenides // *Acta Crystallogr. A.* 1976. V. 32. P. 751-767. DOI: 10.1107/s0567739476001551
18. Shur V. Y., Akhmatkhanov A. R., Baturin I. S. Micro- and nano-domain engineering in lithium niobate // *Appl. Phys. Rev.* 2015. V. 2. P. 040604(1-22). DOI: 10.1063/1.4928591
19. Sidorov N. V., Serebryakov Y. A. The structural orderings and photorefraction in lithium niobate admixed crystals // *Ferroelectrics.* 1994. V. 160. P. 101–105. DOI: 10.1080/00150199408007699
20. 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). <https://doi.org/10.3390/cryst11050458>
21. Sidorov N. V., Teplyakova N. A., Palatnikov M. N. Influence of the method of doping on uniformity and optical properties of $\text{LiNbO}_3:\text{Mg}$ crystals // *Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials.* 2021. V. 13. P. 383–391. DOI: 10.26456/pcascnn/2021.13.383
22. Sidorov N. V., Titov R. A., Voskresenskiy V. M., Palatnikov M. N. Localization of B^{3+} cations in the LiNbO_3 crystal structure and its effect on the crystal properties // *J. Struct. Chem.* 2021. V. 62. №2. P. 221–229. DOI: 10.1134/S0022476621020050
23. Titov R. A., Kadetova A. V., Tokko O. V., Sidorov N. V., Palatnikov M. N., Teplyakova N. A., Masloboeva S. M., Biryukova I. V., Efremov I. N., Manukovskaya D. V. Influence of Doping Technology on the Stoichiometry and Features of the Localization of B^{3+} Cations in $\text{LiNbO}_3:\text{B}$ Single Crystals // *Crystals.* 2023. V. 13. I. 8. P. 1245(1-19). <https://doi.org/10.3390/cryst13081245>
24. Volk T., Wohlecke M. *Lithium Niobate. Defects, Photorefraction and Ferroelectric Switching.* Berlin, Germany: Springer, 2008. P. 250.
25. 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

МЕЖДУНАРОДНОЕ АРКТИЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОЛЬСКОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕН

Ю. В. Заика

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, y.zaika@ksc.ru

В статье обсуждаются сложившиеся практики международного научного диалога в арктическом пространстве в текущий период геополитических изменений, проанализирован опыт международного сотрудничества Кольского научного центра на этапе неопределенности, обсуждаются возможности дальнейшего развития научного диалога и интеграции в международном пространстве.

Ключевые слова:

Арктика, международное научное сотрудничество, научная дипломатия, геополитические изменения

INTERNATIONAL ARCTIC SCIENTIFIC COOPERATION IN THE KOLA SCIENCE CENTRE DURING THE PERIOD OF GLOBAL CHANGES

Y. V. Zaika

Luzin Institute for Economic Studies of the KSC RAS, y.zaika@ksc.ru

The article discusses the emerging practices of international scientific dialogue in the Arctic region during the current period of geopolitical changes, analyzes the experience of international cooperation of the Kola Science Centre at the times of uncertainty, and discusses possibilities for further development of scientific dialogue and integration in the international arena.

Keywords:

Arctic, international scientific cooperation, science diplomacy, geopolitical changes

Введение

Международное сотрудничество в Арктике – это комплексный многоуровневый процесс, который очерчивает свои контуры на смене исторических парадигм, трансформируясь от модальности триумфа-катастрофы [Sellheim et al., 2019] до модальности сотрудничества-соперничества [Rüffin et al., 2022; Flink, 2020] в различных дискурсах. Арктическая зона всегда играла важную историческую, ресурсную, социальную, экономическую, стратегическую роль для Российской Федерации, что закреплено в ее законодательной базе,

внешней и внутренней политике. Особую актуальность в научных исследованиях Арктика и, в частности, ее научные институты как флагманы международного сотрудничества, стали играть в текущее время геополитической турбулентности, образовав новые модели и грани взаимоотношений в очень важном регионе системы планеты Земля, который предполагает комплексный, всесторонний онтогенез в рамках концепции устойчивого развития.

В различные периоды арктические нарративы активно менялись, трансформируясь от катастрофы, бедствия и соперничества, на-

пример, героические времена географических открытий и завоеваний, колониального прошлого в Арктике, до позитивного сотрудничества, триумфа – проявление международных норм в области прав человека, коренного населения и до недавнего времени существование Арктического Совета как успешной платформы сотрудничества. Дисбаланс и превалирование того или иного нарратива с катастрофическими или героическими коннотациями зачастую приводит к формированию «усталости от дискурса» (discourse fatigue), формируя новые повестки и дискуссии [Sellheim et al., 2019].

Арктика – это регион противоречивых контекстов, дуальной природы, регион и глобальный, и локальный. В научном дискурсе Арктика – это общегеографическое холистическое естественно-научное пространство, комплексная экосистема планеты, тогда как в своей региональной проекции – это локальный регион в определенных геополитических и национальных границах. Наличие такой модальности всегда сопряжено с конфликтом интересов, характерным для арктического региона богатыми ресурсами, где национальные интересы противопоставляются глобальным интересам. В практической плоскости международного диалога такое видение зачастую отождествляется с тем, что «глобальные интересы = сотрудничество», тогда как «национальные интересы = соперничество, конкуренция». Проблему такой дуальности призвана решить активно развивающаяся в последние десятилетия «научная дипломатия» [Додельцев и др., 2021; Заика и др., 2023]. Такой теоретико-методологический дискурс и эпистемологический подход к пониманию основ научной дипломатии необходим для синтеза знаний и анализа текущих событий.

На границах изменяющихся внешних условий, например, период холодной войны, текущий геополитический кризис, многоуровневая и разноформатная архитектура международного сотрудничества всегда претерпевает изменения. Институты (глобальные, международные, национальные, региональ-

ные организации), механизмы (программы, проекты) и опорные звенья (люди) показывают различную гибкость в новых сложившихся условиях.

В данной работе представлен ситуационный анализ сложившихся практик международного научного диалога в арктическом пространстве в текущий период методом включенного наблюдения через диалектические принципы научной дипломатии, проанализирован опыт международного сотрудничества Кольского научного центра на этапе неопределенности, обсуждаются возможности дальнейшего развития научного диалога и интеграции в международном пространстве.

Практики международного научного диалога в текущих условиях

Авторы российского арктического научного и политического дискурса [Sergunin, 2014; Пиласов и др., 2015; Коньшев, 2021], размышляя об арктическом взаимодействии, рассматривают практические примеры сотрудничества на страновом уровне при анализе национальной политики, институтов и механизмов взаимодействия, до прогностического обсуждения дальнейших моделей и путей развития международного арктического диалога с комплексной конвергентной позицией в рамках всех его составляющих – экономических, социальных и научных.

Зарубежный дискурс в сфере становления международного научного диалога в Арктике предлагает концепцию и подходы «научной дипломатии» для анализа происходящих изменений, и предлагают рассматривать арктический регион с позиций баланса глобальных благ для всего человечества и национальных интересов государств, выраженных в их внутренней арктической политике [Berkman, 2020; Ruffini, 2020; Young, 2020]. Такой подход к вопросу международного арктического диалога изначально предполагает дуалистическую основу, эпистемологическую амбивалентность теоретического осмысления процесса на границах упомянутого ранее концепта «сотрудниче-

ство-соперничество», как двух противоположных модальностей единого научного процесса научной дипломатии, превалирование политической составляющей в научной коммуникации, которая получила активное развитие в текущий момент.

Широкая многоуровневая архитектура международного сотрудничества в Арктике строится на принципе комплексности, взаимосвязанности и организационной коннективности, когда политические, экономические, научные, социальные институты взаимодействия распространяют свои компетенции и экспертизу по тому или иному вопросу на границы взаимодействия с другими институтами. При рассмотрении практических примеров сотрудничества в арктической научной плоскости можно назвать широко применимые до 2022 года многопрофильные программы приграничного сотрудничества (например, ППС Коларктик, ППС Карелия и другие) и реализованные в их рамках проекты, такие институты как Арктический Совет, Международный арктический научный комитет и другие, заключение двусторонних и многосторонних соглашений на межгосударственном уровне (например, Соглашение об укреплении международного арктического научного сотрудничества) и другие.

Такие международные инструменты и организации в Арктике существуют не как изолированные друг от друга отдельные объекты, а прочно связанные между собой не только одной региональной принадлежностью, но и общностью приоритетов, экспертной составляющей, основываясь друг на друге и как бы «калибруясь» по повесткам друг друга. Применяемый в зарубежной промышленности и бизнесе подход «SLO – social license to operate» (социальная лицензия на деятельность – свободное, предварительное и компетентное согласие всех участвующих сторон) [Nelsen, 2006] применим и для международных организаций (особенно научных) – это своеобразный кредит доверия организации, который сформировался за годы ее существования на международной арене. Сложившаяся организационная коннективность арктических организаций,

как фактор, определяющий общие подходы к дальнейшему сотрудничеству, имеет очень важное значение при понимании и разработке возможных сценариев взаимодействия.

Все эти практические примеры связаны общностью своих приоритетов для устойчивого развития арктического региона, тогда как примеры соперничества зачастую используют не столько разницу научных дискурсов, теоретических школ и видений той или иной научной проблематики, сколько создание определенных условий, предполагающих развитие конкурентоспособности. Например, для продвижения своих национальных систем образования, исследований и инноваций за рубежом, страны создают научные и инновационные сети, центры на территории других стран [Rüffin et al., 2022]. С одной стороны, эти центры стремятся найти партнеров в принимающих странах и создать совместные программы. С другой стороны, они также служат экономическим целям, таким как обеспечение национальной конкурентоспособности для укрепления образовательной, исследовательской и инновационной системы страны путем интернационализации, повышения узнаваемости и иногда «притока или оттока мозгов». Такие примеры также отражают дуалистическую основу научной дипломатии, как меры международного научного диалога, где «глобальные интересы = сотрудничество», а «национальные интересы = соперничество, конкуренция».

В текущих геополитических условиях, сформировавшихся в 2022 году, вопросы соперничества и национальных интересов стали превалировать во всех дискурсах и на разных уровнях международного арктического научного сотрудничества, приобретая конфронтационный характер. Например, произошла активная семантизация риторики с последующим декларированием позиции той или иной организации по вопросам, не входящим в сферу приоритетов и компетенции институтов сотрудничества и их членов – например, по вопросам текущего геополитического кризиса [Statements of IASC, ASSW, UArctic, 2022], что привело в отдельных направлениях и географиях сотрудничества к политике изоляционизма российского научного сообщества.

Также в 2022 году в теоретический дискурс и практику входит так называемая «дипломатия принуждения» [Ветренко, 2022], которая чаще употребляется в политических нарративах, но и в научной сфере приобретает свое выражение, например, в формировании и поддержке институциональных барьеров технического и логистического характера, снижения мобильности ученых ввиду вынужденных экономических ограничений, а также популяризация явления «независимый, ученый» (independent, individual researcher) в практике российского научного сообщества. Такое явление потенциально создает конфликтогенные ситуации из-за формирования селективного подхода к группам сотрудничества – «зависимые» российские ученые (аффилированные с российскими организациями), независимые российские ученые, русские ученые с иностранной аффилиацией. Эти и другие примеры служат ярким проявлением составляющих «соперничества и конкуренции» в арктическом международном научном диалоге, замедляют эффективность существующих институтов сотрудничества, уводят от сбалансированного арктического диалога не только в научной плоскости, но и других сферах, затрагивая вопросы окружающей среды, безопасности жизни в регионе для стран и народов, населяющих арктическое пространство.

Текущий геополитический кризис сформировал открытое пространство для теоретического научного дискурса в рамках концепции «глобальные интересы = сотрудничество» и «национальные интересы = соперничество, конкуренция», для обсуждения стратегических направлений дальнейшего сбалансированного развития не только в арктическом регионе, но и в международном и глобальном пространстве, где институты сотрудничества обладают большей резистентностью к внешнему влиянию вопросов локального характера и высокой гибкостью в принятии решений. Именно глобальные инициативы и организации могут служить одним из активных интеграционных механизмов в существующих условиях.

Одним из важных направлений в рассматриваемом контексте также является сотрудничество молодых ученых и формирующие его институты, которые в новых реалиях показали особую гибкость не только в вопросах поддержки и сохранения существующих связей, но и выстраивания новых.

Опыт международного сотрудничества Кольского научного центра на этапе неопределенности¹

Кольский научный центр обладает многолетним опытом международного сотрудничества по различным отраслям научного знания, включая элементы управления в рамках механизмов поддержки сотрудничества. На протяжении периода 2020, 2021 и 2022 годов международное научное сотрудничество в ФИЦ КНЦ РАН, как и во всем мире, претерпело ряд методологических и организационных изменений от смены формата работы и перехода в онлайн во время развития эпидемиологической ситуации, вызванной коронавирусом Covid-19, до прекращения взаимодействия на одних организационных уровнях сотрудничества и активизации на других в связи с изменением геополитической ситуации 2022 года. Также картина международного сотрудничества ФИЦ КНЦ РАН в 2022 году получила новый вектор развития ввиду внутренних причин – присоединения обособленного подразделения Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина, имеющего многолетний опыт успешного международного научного взаимодействия.

География научного сотрудничества в центре от года к году имеет динамический характер и зависит от утративших силу или новых заключенных соглашений сотрудничества, стран проведения полевых работ и конференций, непосредственной проектной деятельности. В ФИЦ КНЦ РАН в силу своего географического положения и развитости финансовых инструментов сотрудничества наиболее активными странами-партнерами всегда являлись стра-

1 Сводный анализ в данном разделе выполнен на основе данных научно-организационного и международного отделов ФИЦ КНЦ РАН

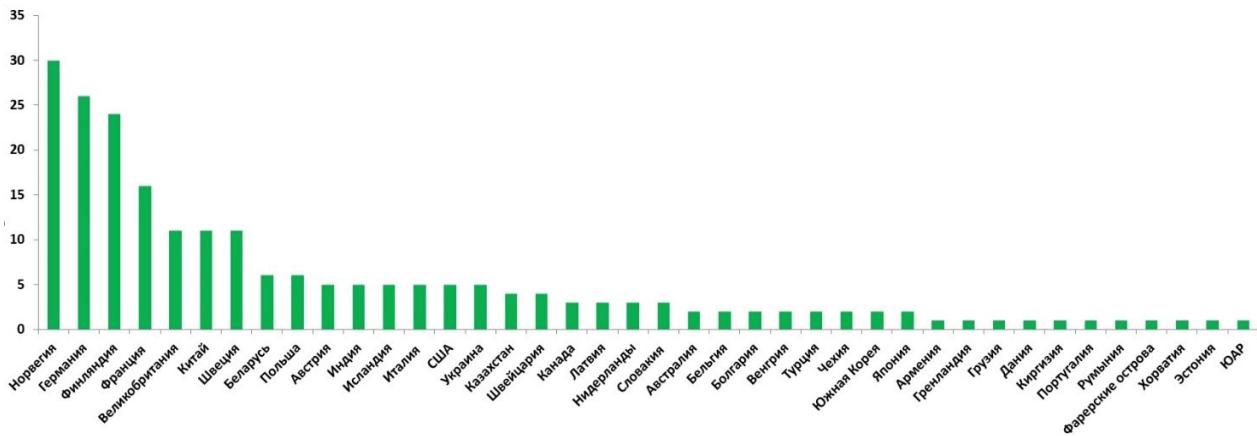


Рис. 1 Количество заключенных соглашений сотрудничества (n) со странами взаимодействия в институтах и подразделениях ФИЦ КНЦ РАН на конец 2021 года

ны приграничного пространства – Финляндия, Швеция и Норвегия, а также ряд других стран, институты которых имеют многолетние связи с Кольским научным центром (рис. 1).

В 2020 году обособленные подразделения ФИЦ КНЦ РАН сотрудничали с 86 организациями различного профиля и подведомственности (рис. 2) в 33 странах в рамках различных форм сотрудничества. В 2021 году география сократилась до 28 стран при партнерской сети – 110 организаций, в 2022 году в 33 странах сотрудничества на начало года партнерами подразделений ФИЦ КНЦ РАН были 106 организаций, а к концу года их осталось 73 частично за счет расторжения договоров сотрудничества и по плановому завершению проектов, остальные связи сохраняются при отсутствии деятельности de facto, но без прерывания соглашений и договоров сотрудничества de jure.

Активная проектная деятельность институтов ФИЦ КНЦ РАН базируется не только на больших программах межгосударственного сотрудничества (например, программы приграничного сотрудничества), но и в рамках исполнения экспертных, консультационных, технических договоров долгосрочного и кратковременного характера. При сравнении текущей ситуации с предыдущими отчетными периодами, отмечается, что в 2020 году обособленные подразделения были вовлечены в исполнение или руководили 25 международными проектами, в 2021 году – 30, в начале 2022 года количество проектов составляло 22. Большая часть проектов была завершена в рамках плановых сроков и окончания фактических работ, а часть проектов, в основном проекты по программам межгосударственного сотрудничества, была приостановлена ввиду введенных ограниче-

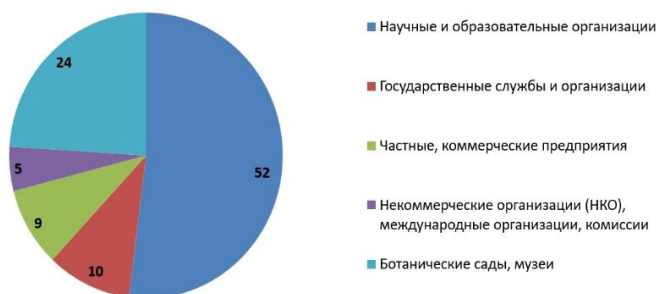


Рис. 2 Типология организаций сотрудничества Кольского научного центра за период 2017–2022, в процентах

ний на фоне изменившейся геополитической ситуации. К концу 2022 года обособленные подразделения ФИЦ КНЦ РАН вовлечены в 6 международных проектов, работа в рамках которых в основном ограничивается ситуациями технического и логистического характера, например, транзакционными ограничениями. Все проектные обязательства центра исполняются в рамках заключенных соглашений и договор сотрудничества. В 2020 году таких соглашений, меморандумов и договоров в КНЦ было 44, в 2021 – 34, на начало 2022 года – 28, а к концу 2022 года – 9 действующих соглашений сотрудничества. Также продолжается активное зарубежное патентование. Заявки в таких странах, как Египет, Бразилия, Канада, Китай, Вьетнам, Малайзия, Ирландия, а также заявка на выдачу Европейского патента находятся на стадии рассмотрения, поддерживаются в силе патенты, выданные в США, Корею, Японии.

Еще одним активным направлением международного сотрудничества в ФИЦ КНЦ РАН в 2022 году стал делектусный обмен семенами, осуществляемый из коллекций ПАБСИ. Делектусный обмен – это одна из форм организации научной деятельности, семенной обмен образцами растений природной флоры Мурманской области, а также интродуцированными видами, сортами и формами редких и хозяйственно-ценных растений. Делектус – это каталог семян для бесплатного научного обмена, который публикуется и обновляется ботаническими садами каждый год. Делектусный обмен семенами играет важную роль в сохранении биоразнообразия планеты и уже более 100 лет активно развивается между научными организациями мира. Так, в 2022 году продолжен обмен семенами, каталогами семян с ботаническими садами и дендрариями стран ближнего (7 стран) и дальнего зарубежья (26 стран).

Сотрудники ФИЦ КНЦ РАН на протяжении всего 2022 года участвовали или принимали участие в организации 47 мероприятий международного характера, включая проходящие в режиме онлайн и на территории Российской Федерации.

В 2022 году с запретом в некоторых странах привычного взаимодействия на уровне

межинституциональных связей сменилась форма международного сотрудничества и стала носить более узкий индивидуальный (P2P, ученый-ученый) характер, а также базировалась на уровне международных организаций. Так, в 2020 и 2021 годах сотрудники ФИЦ КНЦ РАН были членами пятнадцати международных организаций различного научного профиля и национального статуса (например, национальные академии наук, национальные научные советы, международные научные общества и т.д.), а в 2022 году уже в 24. Сотрудники КНЦ взаимодействуют с такими международными организациями арктического профиля, которое представлено в центре через представительство или членство, как UArctic (Университет Арктики до марта 2022 года, на текущий момент с приостановкой участия всех российских членов), IASC (Международный арктический научный комитет – сотрудничества не приостанавливал, но сократил формат взаимодействия), IASSA (Международная ассоциация арктических социальных наук – сотрудничества не приостанавливала за счет формата индивидуального членства ученых) и APECS (Ассоциация молодых полярных ученых – сотрудничества не приостанавливала). Также, сотрудники центра являются членами редакционных коллегий, главными или приглашенными редакторами в 15 международных журналах различных научных направлений и уровня индексирования. Одним из важных структурных элементов ФИЦ КНЦ РАН является «Научно-исследовательская база (НИБ) «Баренцбург», которая располагается на архипелаге Шпицберген в российском поселке Баренцбург. В 2020–2022 годах доступ к инфраструктуре базы для проведения научных работ логистически ограничен.

В сложившихся в 2020–2022 гг. эпидемиологических и внешнеполитических условиях ведения международной деятельности, ФИЦ КНЦ РАН в целом и его обособленные подразделения в частности показали значительную административную и организационную гибкость при решении возникающих вопросов и проблем координации и развития сотрудничества и международной кооперации, по поддержа-

нию исторически сложившихся международных связей и поиску подходов и возможностей к развитию новых направлений и географий сотрудничества.

Возможности дальнейшего развития научного диалога и интеграции в международном пространстве

Безусловно, Российская Федерация обладает одним из сильнейших научно-технических капиталов и потенциалов, огромными возможностями их применения в Арктике. Международная научно-техническая деятельность (МНТС) научных и образовательных институтов России имеет важное стратегическое значение для целей научно-технической политики РФ, для комплексного интеграционного взаимодействия на мировом уровне. Текущие геополитические события вызвали частичный вакуум МНТС, особенно в привычной географической зоне сотрудничества, создавая условия неопределенности и невозможности принятия стратегических решений в постоянно сменяющихся реалиях. В такой период остро стоит вопрос поддержки и совершенствования деятельности научных организаций в сфере международного сотрудничества, необходимости введения элементов долгосрочного планирования международного сотрудничества на организационном уровне. Исполнению этих целей будет способствовать введение в практику процедуры мониторинга международной деятельности на уровне центральных органов государственного управления. Проведенный в 2019 и 2020 году Министерством науки и высшего образования мониторинг носил краткосрочный характер, а сама процедура на практике не до конца сформировала свой выверенный механизм, имея ряд положительных и неудачных аспектов, которые требуют более тщательной методической проработки. На сегодняшний день мониторинг международной деятельности в подведомственных учреждениях приостановлен [Заика, 2022].

Еще одним важным фактором развития паритетного международного научного диалога является наращивание собственного научно-инновационного и технологического суве-

ренитета, который безусловно возможен в Российской Федерации и может быть значительно усилен при развитии институтов межрегионального сотрудничества между субъектами РФ и их обязательного стимулирования и финансирования для уплотнения межрегионального диалога. Например, опыт европейских программ такого межрегионального сотрудничества указывает на то, что в ходе исполнения проектов, финансируемых такими программами, компетенции, опыт и знания перетекают не только на внешние границы Европейского союза (например, ЕС-Россия), но и равномерно распределяются на его внутренних границах [Sebentsov, 2020], тогда как в Российской Федерации механизмы распространения и наращивания компетенций между регионами развиты незначительно, а их стимулирование не поддерживается соответствующими федеральными программами.

При применении сценарного подхода к дальнейшим путям развития международного научного диалога можно выделить три основные составляющие, которые необходимо рассматривать в комплексе, так как они носят не взаимозаменяющий или взаимоисключающий, а взаимодополняющий характер:

Реструктуризация институтов сотрудничества – существовавшие длительное время институты, которые изменили свои принципы принятия решений, основываясь на текущей геополитической ситуации, уже не будут существовать или работать в прежнем формате, произойдет их реструктуризация. В этом случае будут уходить старые институты, создаваться новые, видоизменяться текущие – это естественный процесс в теории организационного управления.

Диверсификация институтов и географий сотрудничества – это один из основополагающих принципов стратегического планирования международного сотрудничества. Диверсификация не предполагает уход или замену одного другим. Это комплексный процесс взаимообмена и взаимодополнения с фокусом на собственные организационные приоритеты.

Ориентация на инициативы многолетнего глобального характера, например, предсто-

ящий Международный полярный год (МПГ) 2032-2033. МПГ начался в 1880-х гг и до настоящего времени пережил времена различных глобальных потрясений от мировых войн до железного занавеса, но только увеличивал и наращивал свои мощности за счет прева-лирования глобальных интересов и мощного интеграционного потенциала. Обсуждения планирования и подготовка к МПГ 2032-2033 начинаются в настоящий момент в рамках процесса ICARPIV (Международная конференция по планированию арктических исследований, 2021-2026) [Заика и др., 2023].

Заключение

Проведенный в данной работе ситуаци-онный анализ сложившихся практик между-народного научного диалога в арктическом пространстве в текущий период, проанали-зированный опыт международного сотруд-ничества Кольского научного центра, а также

представленные пути дальнейшего развития научного диалога и интеграции в междуна-родном пространстве показали, что различные институты сотрудничества показали разную гибкость в принятии решений о путях и формах взаимодействия, сотрудничество сохраняется на отдельных уровнях, а в разных географиях усиливает свой потенциал. Дальнейшее раз-витие паритетного международного научного диалога требует укрепления собственного на-учного, инновационного и технологического суверенитета при развитии институтов межре-гионального сотрудничества между субъек-тами РФ и их обязательного стимулирования, финансирования для уплотнение межрегио-нального диалога. Диверсификация институ-тов и географий сотрудничества, а также уча-стие в инициативах многолетнего глобального интеграционного характера будут способство-вать планомерному успешному выходу из пе-риода неопределенности.

Список литературы

1. Ветренко И. А. Основные инструменты дипломатии принуждения в дискурсе санкционной войны Европы с Россией. В сборнике: Медиа в современном мире. 61-е Петербургские чтения. статьи участников ежегодного апрельского научного форума. Санкт-Петербург, 2022. С. 165-167.
2. Додельцев Р. Ф., Коннов В. И., Шестопал А. В. Научная дипломатия: учебное пособие / под редакцией Р. Ф. Додельцева, А. В. Шестопала; Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, кафедра философии имени А. Ф. Шишкина. — Москва: МГИМО-Университет, 2021. — 171, [2] с. ISBN 978-5-9228-2493-4
3. Заика Ю. В. Мониторинг показателей международной деятельности научных институтов как основа стратегического планирования организационного развития (на примере организаций мурманской области) / В сборнике: Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества. Материалы VI международной научно-практической конференции. Калининград, 2022. С. 96-101.
4. Заика Ю. В., Рябова Л. А., Сергунин А. А. Научная дипломатия в Арктике: платформы, практики, новые вызовы / под научной редакцией Л. А. Рябовой, Ю. В. Заика. — Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2023. — 192 с.: ил.
5. Конышев, В. Н. Современная арктическая политика США / В. Н. Конышев, А. А. Сергунин. Санкт-Петербург : Галарт+, 2021. 159 с.
6. Пилясов А. Н. (рук.), Котов А. В. Потенциал российской Арктики для международного сотрудничества : доклад № 17/2015 / главный редактор И. С. Иванов ; Российский совет по международным делам. Москва : Спецкнига, 2015. 120 с.
7. Berkman, P. A. Science diplomacy and its engine of informed decision making: operating through our global pandemic with humanity / P. A. Berkman // The Hague J. Diplomacy. 2020. No. 15. P. 435–450.

8. Flink, T. (2020). The Sensationalist Discourse of Science Diplomacy: A Critical Reflection, *The Hague Journal of Diplomacy*, 15(3), 359-370. doi: <https://doi.org/10.1163/1871191X-BJA10032>
9. Nelsen, Jacqueline. (2006). Social license to operate. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. 20. 161-162. 10.1080/17480930600804182.
10. Ruffini, P. Collaboration and Competition: The Twofold Logic of Science Diplomacy / P. Ruffini // *The Hague J. Diplomacy*. 2020. No. 15 (3). P. 371–382. <https://doi.org/10.1163/1871191X-BJA10028>.
11. Ruffin, N., & Rüländ, A. (2022). Between global collaboration and national competition: Unraveling the many faces of Arctic science diplomacy. *Polar Record*, 58, E20. doi:10.1017/S0032247422000158
12. Sebentsov A. B. (2020) Cross-Border Cooperation On The Eu-Russian Borders: Results Of The Program Approach. *Geography, Environment, Sustainability*, Vol.13, No 1, p. 74-83 DOI-10.24057/2071-9388-2019-136
13. Sellheim N., Zaika Y. V., Kelman I. (Eds) *Arctic Triumph: Northern Innovation and Persistence*. — Springer Nature Cham, Switzerland, 2019. — 206 p.
14. Sergunin, A. Paradiplomacy as a Sustainable Development Strategy: The Case of Russia's Arctic Subnational Actors / A. Sergunin, P. Joenniemi // *Eurasia Border Review*. 2014. Vol. 5, No. 2. P. 1–17.
15. Statement of IASC Council (2022). URL: <https://iasc.info/news/iasc-news/957-iasc-statement-on-ukraine> [Дата обращения: 10.04.2023]
16. Statement of ASSW Local Organizing Committee (2022). URL: <https://iasc.info/news/iasc-news/963-assw-2022-statement-on-ukraine> [Дата обращения: 10.04.2023]
17. Statement of UArctic (2022). URL: <https://education.uarctic.org/news/2022/3/uarctic-statement-on-ukraine/> [Дата обращения: 10.04.2023]
18. Young, O. Informed Decisionmaking for the Sustainability of Ecopolitical Regions / O. Young, P. Berkman, A. Vylegzhanin. 2020. DOI:10.1007/978-3-030-25674-6_15.

УДК 66.061.35

ГРИБНЫЕ И ЯГОДНЫЕ ТУРЫ В МУРМАНСКУЮ ОБЛАСТЬ: РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

И. И. Булыгина

Комитет по туризму Мурманской области, Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН: Irina_bulygina@mail.ru

В работе представлены краткие сведения о развитии грибного туризма в разных регионах мира и России. Проанализированы перспективы развития грибного и ягодного туризма в Мурманской области, обладающей для этого всеми необходимыми ресурсами. Проанализирована востребованность грибных туров на рынке туруслуг, представлен сравнительный анализ цен на грибные туры и экскурсии, а также SWOT-анализ развития этого вида туризма в регионе.

Ключевые слова:*туризм, грибные туры, грибные фестивали, экскурсии*

MUSHROOM AND BERRY TOURS TO THE MURMANSK REGION: REALITIES AND PROSPECTS

Irina I. Bulygina

Tourism Committee of the Murmansk Region, Polar-alpine Botanical Garden-Institute, KSCRAS, Irina_bulygina@mail.ru

The paper provides brief information about the development of mushroom tourism in different regions of the world and Russia. The prospects for the development of mushroom and berry tourism in the Murmansk Region are analyzed. The demand for mushroom tours in the travel services market is analyzed, a comparative analysis of prices for mushroom tours and excursions is presented, as well as a SWOT analysis of the development of this type of tourism in the region.

Keywords:*tourism, mushroom tours, mushroom festivals, excursions*

Введение

Арктические территории становятся все более привлекательными для туристов. Турпоток в Арктику составляет более 1 млн. туристов в год, Мурманская область принимает более трети этого потока [Мурманская..., 2023]. Учитывая темпы роста интереса к путешествиям в Мурманскую область регион начал оперативный мониторинг туристских ресурсов, обеспечивающей инфраструктуры, нагрузки на природную среду и исследование интересов самих туристов. С этой целью с 1 марта 2021 года Комитет по туризму и Туристский

информационный центр начали анкетирование туристов, прибывающих на территорию Мурманской области, позволяющее получить данные о возрасте, семейном положении, регионе прибытия туристов, о целях поездки и потраченных во время путешествия средствах, о выборе средств размещения и программ отдыха. Результаты анкетирования позволяют составить полный портрет туриста и получить отзыв о путешествии.

В результате анализа анкет гостей Мурманской области было выявлено, что 86% туристов, приезжающих в регион, едут сюда ради



Грибная экскурсия в Хибины, 2018 г.

посещения природных территорий. Этот факт заставил задуматься о том, как сделать путешествия на природу интересными, познавательными, безопасными как для туристов, так и для природных территорий и их обитателей. Важнейшим направлением повышения качества путешествий по природным территориям является подготовка квалифицированных экскурсоводов (гидов), умеющих ориентироваться на местности, имеющих знания о флоре и фауне, природных явлениях, знающих правила поведения в природных условиях, способных, при необходимости, оказать первую медицинскую помощь туристам. С этой целью Кольский научный центр Российской академии наук совместно с НКО «Ассоциация гидов-проводников и экскурсоводов Хибин» организовали «Школу гидов природного туризма». Организаторы и выпускники школы разрабатывают новые маршруты по природным территориям и новые направления развития туризма, одним из которых являются грибные и ягодные туры.

Опыт организации грибных туров в России и за рубежом

Грибные туры пользуются популярностью в разных странах. В США, где грибы являются объектом соревновательного интереса, «грибные туры» в коммерческом формате стали заметным элементом сельского и экологического туризма [Морозов, 2021]. Там ежегодно публикуют новые данные: количество грибников, анонсы предстоящих грибных соревнований и список рекордов. Во Франции охотятся за одним из редчайших грибов – черным трюфелем в Провансе и Пьемонте, куда с этой целью съезжаются гурманы со всего мира. В Испании осенью проходят грибные фестивали с ярмарками-продажами, дегустациями и мастер-классами. В Китае встречаются одни из самых редких грибов, что привлекает сюда любителей экзотических видов из разных стран. В Японии к грибам относятся как к сокровищам. Октябрь считается национальным грибным месяцем, когда в супермаркетах проходят распродажи грибов, а в ресторанах – дегустации [Фомин, 2019]. Сбор грибов как турпродукт предлагается в Белоруссии, однако коллеги из Белоруссии отмечают нехватку квалифицированных экскурсоводов, владеющих в достаточной степени знаниями в области микологии [Шапорова, 2019].

Сбор грибов в нашей стране осуществлялся во все времена. Наши соотечественники приучены, своей многовековой историей, ходить в лес за грибами – от Калининграда до Владивостока, от Волги и до Енисея. Но вот различать грибы по сей день могут лишь немногие – нет специальных знаний, доступных определительных таблиц. В советское время были популярны так называемые «грибные туры» (хотя в соответствии с современным понятийным аппаратом правильнее называть это однодневными походами или экскурсиями) в связи с тем, что жители многих территорий СССР активно заготавливали грибы и использовали их в пищу в связи с дефицитом продуктов. Грибные и ягодные путешествия организовывались на автобусах и электричках каждый выходной в сезон созревания грибов и ягод. Население хорошо разбиралось в разновид-

ностях этих продуктов и умело правильно их обрабатывать перед употреблением в пищу. По мере повышения качества жизни грибные и ягодные туры потеряли актуальность.

В Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН (БИН РАН) в Санкт-Петербурге есть замечательная традиция, существующая уже несколько лет – каждую весну и осень проходит выставка грибов, организованная силами специалистов-микологов и любителей грибов из Санкт-Петербургского Микологического общества (СПБМКО). Общество было создано в январе 2011 года с целью объединить грибников и микологов. В настоящее время интерес к грибным турам возрастает, поэтому

появилось на рынке и предложение этого турпродукта (табл. 1). Грибные туры предлагаются в разных регионах России. Наиболее популярны они в Карелии. Стоимость такого турпродукта варьируется от 1000 рублей до 10000 рублей, хотя может быть и дороже в зависимости от количества и качества оказываемых услуг.

Грибные и ягодные туры в Мурманской области

Мурманская область обладает необходимыми природными ресурсами для организации грибных и ягодных туров, которые можно проводить в августе-сентябре. Целевая аудитория

Таблица 1
Анализ предложений грибных туров в РФ

Регион	Описание тура / экскурсии	Цена (руб.)	Ссылка на источник
Краснодар	Грибной тур для новичков (однодневная экскурсия), состав группы до 10 чел., организуется в грибной сезон 2 раза в неделю.	1000	https://www.avito.ru/krasnodar/bilety_i_puteshestviya/gribnoy_tur_dlya_novichkov_3507615060?slocation=640000
Петрозаводск	Поездка по грибы для 4 человек с грибным гидом (3 часа в лесу и 4 часа в дороге).	2000	https://www.avito.ru/petrozavodsk/bilety_i_puteshestviya/gribnoy_tur_na_avto_iz_petrozavodskakareliya_3253602942?slocation=640000
Дмитров (Подмосковье)	Выход в лес за грибами в сопровождении опытного грибника, до места старта туристы добираются самостоятельно на электричке.	2000	https://www.avito.ru/dmitrov/bilety_i_puteshestviya/gribnoy_tur_v_dmitrov_17_sentyabrya_v_900_3161222049?slocation=640000
Самара	«Грибное и ягодное сафари» – однодневные экскурсии по Самарской и Ульяновской области за грибами и травами с пикником.	2000 1800 (пенсииеры)	https://www.avito.ru/samara/bilety_i_puteshestviya/tur_gribnoe_i_yagodnoe_safari_3060990938?slocation=640000
Ленинградская область	Однодневное путешествие (с 9 до 17 часов), проезд до места старта (г. Тосно) на электричке или авто самостоятельно. В цену включены сопровождение гида и обед.	2100	https://www.avito.ru/tosno/predlozheniya_uslug/gribnoy_tur_po_lenoblasti_3481828918
Петрозаводск	Грибная экскурсия на острова Онежского озера на катере (4 часа в лесу, доставка в виде водной прогулки на катере до острова)	3000	https://www.avito.ru/petrozavodsk/bilety_i_puteshestviya/gribnoy_tur_na_ostrova_onezhskogo_ozera_3221598808?slocation=640000

Таблица 1 (продолжение)
Анализ предложений грибных туров в РФ

Петрозаводск	Однодневное путешествие за грибами в карельские леса	3500	https://www.avito.ru/petrozavodsk/bilety_i_puteshestviya/gribnoy_tur_v_kareliyu_3299589765?slocation=640000
Вешенская (Ростовская область)	Вешенская: двухдневный тур за грибами. В стоимость входит: проезд туда и обратно, проживание в гостинице, экскурсионное сопровождение, вечеринка с шашлыком. Первый день включает поход за грибами, посещение родника и Крутояра, вечеринку. Второй день включает катание на лошадях, посещение столетнего дуба и набережной.	4900	https://www.avito.ru/rostov-nadonu/bilety_i_puteshestviya/tur_vyehodnogo_dnya_iz_rostova_veshenskaya_les_3230735198?slocation=640000
Санкт-Петербург-Карелия	Индивидуальный грибной тур в Карелию из Санкт-Петербурга. Длительность более 12 часов. Состав группы от 4 до 10 человек (в том числе с детьми). В программе тура: сбор грибов и ягод в сопровождении опытного инструктора, самостоятельный пикник на пляже (по желанию)	6250	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/bilety_i_puteshestviya/individualnyy_gribnoy_tur_v_kareliyu_iz_spb_3364618910
Москва	Грибная экскурсия на комфортабельном микроавтобусе, количество группы 10 человек (можно с детьми от 5 лет), временные интервалы – ежедневно, нахождение в туре – с 9 до 21 часов, сбор группы в 8.30 в г. Москва ст. Метро Киевская. Маршрут группы обсуждается за 2 дня до поездки в зависимости от погодных условий. Гиды знают самые лучшие грибные места, где в течение 2-3 часов можно найти грибы, пообедать совместно с группой как на берегу озера, так и на ферме, послушать истории и легенды про Подмосковье и лесных обитателей. По желанию посещение заповедника и мини-зоопарка.	10000	https://www.avito.ru/moskva/bilety_i_puteshestviya/semeynyy_gribnoy_tur_mo_samye_gribnye_mesta_3562405529?slocation=640000

современных грибных и ягодных туров: преимущественно россияне возрастной категории 40+. В летний / осенний сезон туроператорские компании предлагают программы посещения грибных и ягодных мест. Для туристов, желающих собрать дары природы Кольского Заполярья, туроператорами и турбазами предлагаются экипировка по погоде, сопровождение с опытными инструкторами, трансферы до мест сбора дикоросов. Подобные туры предлагают

база отдыха «Гольфстрим» [Гид по Мурманской области..., 2023], База отдыха «Сампо Аврора» [Гид по Мурманской области... 1, 2023], База отдыха «Залесье» [Гид по Мурманской области... 2, 2023], отель «Аврора Вилладж» [Гид по Мурманской области... 3, 2023] и другие туристские предприятия.

Грибные экскурсии входят в состав ботанического тура «Оранжевые Хибиньы», предлагаемого компанией «Норд-стоун» [Ботанический

тур... 4, 2019]. Проведение грибных и ягодных туров и экскурсий имеет как свои сильные стороны, так и таит в себе опасности как для туристов, так и для природных территории (табл. 2).

Для повышения качества и системного развития данного вида услуг проводятся мероприятия по безопасности проведения грибных путешествий, а на региональном туристском портале созданы подборки по съедобным ягодам и грибам Мурманской области с указанием сезонности.

Ученые Полярно-альпийского ботанического сада в 2022 г. подготовили путеводитель маршрутов природно-познавательного туризма на территории [Королева и др., 2022]. Под одной обложкой собраны описания трех маршрутов для экскурсий по заповедной

территории ПАБСИ: «Экологическая тропа, или Тропа Географов», «Гольцовые пустыни плато Вудъяврчорр» и «Грибы горы Вудъяврчорр»). Они могут быть использованы как самостоятельные маршруты, или в различной комбинации. Отдельный маршрут посвящен грибам, которые можно встретить на экологических тропах. Многолетний опыт проведения экскурсий говорит, что грибы - это наиболее любимый объект у туристов. Авторы приводят краткие, но емкие описания наиболее распространенных видов помогут составить общее представление об этом удивительном мире.

В Кольском научном центре РАН в 2018 году провели «Грибной марафон» для жителей города Апатиты [Осенний грибной марафон, 2018].

Таблица 2

SWOT-анализ организации туристской деятельности грибной тематики

Сильные стороны	Слабые стороны
Привлечение нового сегмента потребителей регионального турпродукта Продление туристского сезона Повышение интереса к изучению грибов, повышение грамотности населения в сфере микологии	Увеличение нагрузки на природную среду Короткий грибной сезон Недостаток квалифицированных экскурсоводов, владеющих знаниями по микологии Повышенные требования к безопасности как проведения экскурсии (похода, тура), так и после его окончания при хранении, транспортировке, приготовлении грибов
Возможности	Угрозы
Организация туристской деятельности грибной тематики различных форм: <ul style="list-style-type: none"> • организация грибных экскурсий, походов, туров, в том числе VIP-путешествий за редкими грибами; • организация познавательно-развлекательных программ и квестов грибной тематики; • организация корпоративных выездов; • организация грибных фестивалей, праздников, выставок Вовлечение в туристский бизнес местных жителей, в т.ч. пенсионеров и временно безработных людей, для сопровождения туристских групп	Опасность загрязнения территорий, вытаптывания, появления лесных пожаров при организации пикников Опасность отравлений собранными грибами при неправильной технологии приготовления, из-за незнания разновидностей грибов и пр. Проблема с интернетом в лесной зоне, опасность заблудиться Опасность проведения подобных экскурсий в поле «серого» бизнеса



Грибная выставка в рамках «Грибного фестиваля в Хибинах», 2023 г.

В конце августа 2023 года Кольским научным центром при поддержке Комитета по туризму и ТИЦ Мурманской области организован первый Грибной фестиваль в Хибинах на котором ученые рассказывали о грибах и безопасном их применении [Гид по Мурманской области... 5, 6, 2023]. Фестиваль проходил в Апатитах на площадке музейно-выставочного центра КНЦ РАН «Хибинариум» и в Кировске в арт-парке «Таинственный лес». Регулярно организуются выставки и фото выставки. В начале сентября Ковдорском краеведческом музее открыта выставка грибов Кольского заполярья.

Таким образом, грибной туризм является перспективным направлением туризма в Мурманской области. Однако его не следует делать массовым, чтобы не нанести урон

природе. Предпочтительные формы туристской деятельности грибной тематики на территории региона: научно-просветительские грибные экскурсии для местного населения, особенно молодежи и подростков, организация грибных VIP-туров, корпоративных выездов. Для повышения безопасности и качества грибных и ягодных туров предстоит разработать методические рекомендации по безопасному сбору дикоросов; памятки и текст стандартного инструктажа по безопасному посещению природных территорий; памятки о том, как правильно хранить и обрабатывать, чтобы не допустить отравления; проработать вопрос подготовки гидов со знаниями по микологии в необходимом для проведения экскурсии объеме.

Список литературы:

1. В Хибинах состоялся первый «грибной фестиваль» // Электронный ресурс: <https://tourism.govmurman.ru/news/494477/> (дата обращения 19.09.23).
2. Гид по Мурманской области 1 // Электронный ресурс: <https://vk.link/baza.gf51> (дата обращения 19.09.23).
3. Гид по Мурманской области 2 // Электронный ресурс: <https://murmansk.travel/places/1134> (дата обращения 19.09.23).
4. Гид по Мурманской области 3 // Электронный ресурс: <https://murmansk.travel/places/30> (дата обращения 19.09.23).

5. Гид по Мурманской области 4 // Электронный ресурс: <https://murmansk.travel/places/506> (дата обращения 19.09.23).
6. Гид по Мурманской области 5 // Электронный ресурс: <https://murmansk.travel/journals/104> (дата обращения 19.09.23).
7. Гид по Мурманской области 6 // Электронный ресурс: <https://murmansk.travel/journals/105> (дата обращения 19.09.23).
8. Королева Н. Е., Копейна Е. И., Данилова А. Д., Химич Ю. Р. Экологическая тропа, или Тропа Географов, Гольцовые пустыни плато Вудъяврчорр, Грибы горы Вудъяврчорр. Маршруты для природно-познавательного туризма на территории Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН в Хибинских горах (Мурманская область). СПб: Изд-во Лесник. 2022. 96 с.
9. Морозов Д. В. Этномикология и фунготерапия: пути применения в агроэкотуризме // Агроэкотуризм в период современных вызовов: национальный опыт. Материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Редколлегия: Л.М. Гайдукевич (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2021. С. 80-90.
10. Мурманская область планирует привлекать до 1 млн туристов в год // Электронный ресурс: <https://tass.ru/obschestvo/12185979> (дата обращения 19.09.23).
11. Осенний грибной марафон // Электронный ресурс: <http://gazeta2x2.ru/?p=80314> (дата обращения 20.09.23).
12. Фомин А.А. Поход за грибами как форма специальных интересов // Сервису и туризму – инновационное развитие. материалы XI международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Т.С. Комиссарова. 2019. С. 33-36.
13. Фото-отчет об ботаническом туре «Оранжевые Хибины» в сентябре 2018 года // Электронный ресурс: <https://nordstoyn.ru/fotogalereya/foto-otchet-ob-botanicheskom-ture-oranzhevye-khibiny-v-sentyabre-2018-goda> (дата обращения 20.09.23).
14. Шапорова Я. А. Развитие грибного туризма на ООПТ Беларуси // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения. Сборник материалов по итогам Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 132-136.

МАРКИРОВАННЫЕ ТРОПЫ МУРМАНСКА. ПЕРСПЕКТИВЫ ВКЛЮЧЕНИЯ В ПРОЕКТ РУТРЕЙЛ

Э. Б. Грушенко

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина ФИЦ КНЦ РАН, grushenko.eduard@mail.ru

В статье рассказывается о маркированных (экологических) туристских тропах и пешеходных маршрутах Мурманска с перспективой включения их во всероссийский волонтерский проект Рутрейл для тех, кто увлекается пешеходным туризмом. Обозначены перспективные локации Мурманска для организации таких троп. Приводятся примеры лучших практик развития сети маркированных троп и экопарков в трекинговой столице России – Красноярске и городском округе Мончегорск. Работа дополнена фотографиями Э. Б. Грушенко.

Ключевые слова:

маркированная тропа, пешеходный туризм, экотропа, Мурманск, Рутрейл

MARKED TRAILS OF MURMANSK. PROSPECTS FOR INCLUSION IN THE RUTRAIL PROJECT

E.B. Grushenko

Institute of Economic Problems named after. G.P. Luzina KSC RAS, grushenko.eduard@mail.ru

The article talks about marked (ecological) hiking trails and walking routes in Murmansk with the prospect of including them in the all-Russian volunteer project Rutrail for those who are interested in hiking. Promising locations in Murmansk for organizing such trails have been identified. Examples of best practices for developing a network of marked trails and eco-parks in the trekking capital of Russia - Krasnoyarsk and the urban district of Monchegorsk are given. The work is supplemented with photographs by E.B. Grushenko

Keywords:

marked trail, hiking, ecotrail, Murmansk, Rutrail

Приоритетным видом туризма в Мурманской области признан экологический туризм. Одним из главных компонентов развития экотуризма на уникальных природных территориях выступает создание экологических и маркированных туристских троп. Они играют важную роль для регулирования допустимых нагрузок на ценные природные ландшафты. Основная идея экотропы состоит прежде всего в экологическом обучении и воспитании тех, кто посещает уникальные природные территории, в охране природы, а также в переводе по-

тока посетителей в относительно безопасные для природы направления [Чижова, 2011].

Маркированные туристические маршруты (тропы) предназначены помочь с наименьшими затруднениями совершить намеченную прогулку, поход или экскурсию. Это хорошая помощь для тех, кто не знает района путешествия или не имеет достаточных навыков в навигации. Маркируются тропы путевыми знаками. Главная идея маркированной тропы состоит в том, что весь ее маршрут отмечен на месте цветовыми маркерами, указателями,



Рисунок 1. Маркировка Тропы Геологов (Мончегорск, Рижгуба)



Рисунок 2. Тропа Геологов. Кварцитовый карьер (Мончегорск, Рижгуба)

информационными стендами (рис. 1). Турист выходит на маршрут и проходит его, ориентируясь этими вешками. Ему не надо владеть навыками туристического ориентирования. На пути следования создаются стоянки для привалов и смотровые площадки. На переправах могут быть мостки и переходы.

Рутрейл – некоммерческий всероссийский проект для тех, кто увлекается пешеходным туризмом. С помощью волонтеров и опытных туристов создается сеть маркированных туристических маршрутов по всей России. Проект фокусируется на маршрутах выходного дня. Основная миссия проекта – сделать туризм доступнее. Рутрейл – это 90 маршрутов по всей России, 2600 километров маркированных экологических троп. Основные ограничения: наличие маркировки на всем протяжении маршрута, начало и конец маршрута не далее трех километров от общественного транспорта, для прохождения не обязательно наличие специального туристского снаряжения [Рутрейл, 2023].

Мурманская область в проекте представлена муниципальным округом Мончегорск. В 2021 г. в проект Рутрейл вошли шесть маркированных экологических троп Мончегорска, организованных с помощью местных и приезжих волонтеров на территории муниципалитета и в пригородной зоне при поддержке Агентства развития Мончегорска. Протяженность троп по пригородным сопкам и горам составляет от пяти до 50 километров. Самые популярные и доступные маршруты: «Тропа Здоровья» на гору Нюд (семь километров) и «Тропа Геологов» возле Рижгубы (пять километров), проходящая вдоль бывших кварцитовых карьеров [Список маркированных маршрутов, 2023]. Последний маршрут нуждается в дальнейшем обустройстве (с деревянным настилом, информационными щитами, видовыми площадками, так как обладает неплохим рекреационным потенциалом для развития геологического туризма – наподобие горного парка «Рускеала» в Карелии (рис. 2).



Рис. 3. Красноярский хайкинг. Схема маршрутов.

В проект Рутрейл могут войти также и другие муниципальные образования Мурманской области (Ковдор, Кировск, Териберка, Кандакша, Полярные Зори, Умба), в которых организованы маркированные тропы, в том числе и столица Заполярья – Мурманск.

Мурманск является единственным крупным городом на Европейском Севере России с живописным сильно пересеченным ландшафтом и обилием водоемов в черте города. Уникальное природно-ландшафтное наследие города может быть использовано в целях туризма и рекреации. Наиболее успешный опыт

рекреационно - туристского использования «горного ландшафта» в черте города накоплен в Красноярске, где реализован проект «Красноярский хайкинг» (рис 3).

В настоящий момент в городской и пригородной черте Красноярска разработано и промаркировано более 150 километров пешеходных маршрутов со смотровыми площадками. (в экопарке «Гремячая грива», на Красноярских столбах, Торгашинском хребте, фан-парке «Бобровый лог») [Красноярский хайкинг, 2023]. Красноярск называют трекинговой столицей России (рис. 4).



Рис. 4. Экотропа по дороге в Красноярские столбы (Красноярск)

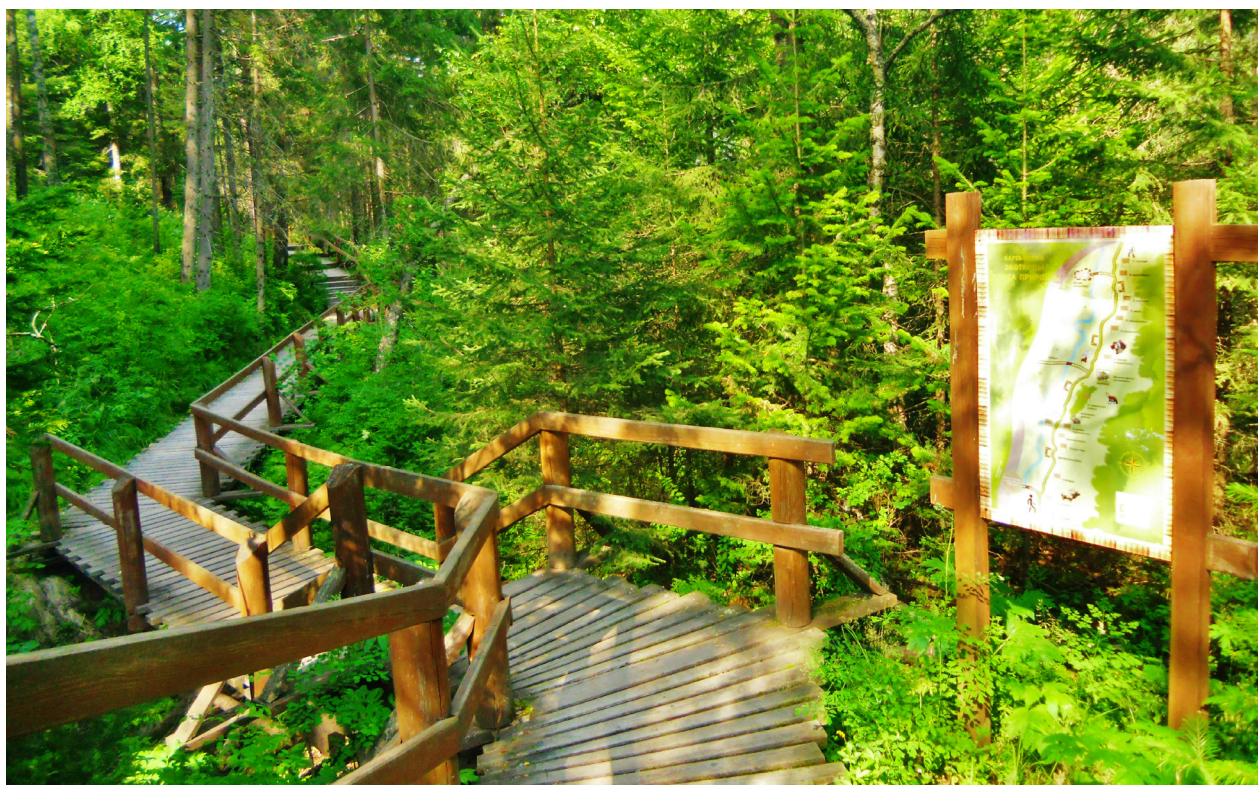


Рис. 5. Экотропа Книга Природы (Красноярск)

Например, в спортивно-туристическом экопарке «Гремячий лог» создана сеть обособленных маркированных пешеходных троп и велоспортивных маршрутов с визит-центрами, музейными экспозициями, инфостендами и смотровыми площадками. Наиболее плотная сеть обустроенных пешеходных маршрутов и экологических троп в России организована на рекреационной территории городских кластеров национального парка «Красноярские столбы», которую посещают около 1 млн человек (рис. 5).

Городской ландшафтный трекинг (хайкинг) открывает новые возможности для горожан самостоятельно посещать новые интересные районы, активно проводить свободное время, дышать свежим воздухом, узнавать окрестности города. Хайкинг (от английского «hike» – ходить пешком ради удовольствия, особенно на природе) – это прогулка или пешее путешествие по горной и(или) лесной местности, маршруты которого проходят по маркирован-

ным и обустроенным тропам. Такой вид отдыха требует минимум финансовых затрат и доступен почти каждому человеку в разное время года. [Красноярский хайкинг, 2023]. Для создания системы туристских экологических троп необходимо соблюдать четыре главных критерия: безопасность, привлекательность, доступность, информативность. Оборудованные по всем правилам безопасности экологические тропы как правило не оказывают негативного антропогенного воздействия на природные ландшафты.

В Мурманске пешеходные маркированные экомаршруты с обустройством инновационных видовых площадок можно проложить по городским и пригородным сопкам с посещением водоемов. В настоящее время в городе организовано два пешеходных туристических маршрута: вокруг Семеновского озера и по горе Горелой. Еще несколько маркированных троп находятся в проектной разработке.



Рис. 6. Инфостенд со смотровой площадкой. Семеновское озеро

Координатором идей и предложений по организации и обустройству экологических троп в городе выступает глава региональной общественной организации «За безопасность окружающей среды» Павел Петрин. До недавнего времени лесные дорожки оставались «дикими», неухоженными и изрядно замусоренными. Но стараниями энтузиастов в последние годы ситуация стала меняться – в сопках высаживаются десанты волонтеров с граблями и мусорными мешками, на тропах появляются указатели, скамейки, информационные таблички.

Летом 2018 года состоялось открытие первого городского эколого-образовательного маршрута вокруг Семеновского озера. На нем появи-

лись фототаблички с названиями и описанием растений и геологических форм (рис. 6).

Заодно добровольцы-экологи провели генеральную уборку территории от мусора. Протяженность экологической тропы порядка 5 километров, на пути встречается 10 основных станций. В 2023 году организаторы планировали придать маршруту завершенность: объединить экологическую тропу с мемориальным комплексом и закольцевать туристский маршрут [Войнило, 2023]. На маршруте расположен уникальный геологический памятник природы Бараний лоб – памятник архейского периода возрастом в два с половиной миллиарда лет. Сюда в свое время приезжали туристы



Рис. 9. Инфостенд на Горелой сопке

Рис. 7.
Вид с Горелой сопки

из юго-восточной Азии, чтобы посмотреть эти гранитные образования.

В Мурманске в 2021 г. обустроен эколого-образовательный маршрут на Горелую сопку со смотровыми площадками и информационными стендами. Сопка высотой 253 метра – ландшафтная доминанта центра Мурманска (рис. 7)

Кроме того, здесь еще и самое богатое биоразнообразии на протяжении полуторакилометрового маршрута, расположены десять информационных столбов с картами. Также к ним прикреплены таблички с фотографиями и кратким описанием растущих рядом растений (рис. 8) [Войнило, 2023; В Мурманске открылась..., 2023].

С Горелой открываются потрясающие виды, а начинающаяся от улицы Орликовой грунтовая, местами замощенная дорога позволяет относительно здоровому человеку без труда добраться до вершины как летом, так и зимой. Этот экологический маршрут несет в себе две функции - досуговую, здесь просто приятно гулять, буквально сразу переместившись из города в зеленую зону и, конечно, главную – просветительскую

Кроме того, Горелая – своеобразная экосистема с уникальным растительным покровом, расположенный посреди города огромный кусок живой природы, где вольготно чувствуют себя не только птицы, но и, например, зайцы. На Горелой, немного в другой стороне, ближе к улице Новосельской, находится уникальное геологическое образование – Вороний камень. Вороний камень включен в один из вариантов экскурсионного маршрута по горе.

В 2023 г. в рамках проектных инициатив «Наш Север» планировалось дальнейшее развитие маршрута по Горелой – продление его на южный склон сопки в район улицы Достоевского. Конечной точкой должен был стать Маяк Федора – установленную здесь деревянную смотровую башню в рамках проекта «Мой залив». На южном склоне горы сохранился сосновый лес, а протяженная тропа может стать тропой здоровья, маршрутом для похода выходного дня или соревнований по трейловому бегу. Необходимо отсыпать болотистые участки, проложить деревянный настил, поставить указатели и беседки-укрытия от непогоды [Войнило, 2023].

Экологическая тропа на территории соснового бора спортивного комплекса «Снежинка»

(КП-2) – один из проектов по благоустройству городской среды, за который проголосовали местные жители. «Снежинка» давно является любимым местом отдыха горожан. Зимой здесь ежегодно прокладывается лыжня, а летом на КП-2 с удовольствием проводят время любители пеших прогулок. Концепция создания экологической тропы учитывает благоустройство существующих маршрутов (на базе созданного в 2022 г. зимнего двухкилометрового пешеходного маршрута «Петелька»), а также предлагает жителям абсолютно новые. Вдоль прогулочной дорожки планируется разместить объекты пешеходной, туристической и рекреационной инфраструктуры. Это скамейки, таблички с названиями представителей флоры и фауны, стенды, знаки направления движения, видовые площадки, фотозоны, зоны отдыха. Проектом предусмотрены два маршрута: летний и всесезонный. Первый будет прокладываться с использованием особенностей ландшафта, с подъемами и спусками. Тропа пройдет около озера и ручьев, протяженность её составит около пяти километров. Второй будет проходить вдоль существующей территории, отведенной для прокладки лыжной трассы на участке 2,2 километра, и в некоторых местах пересекать ее. Маршрут хорошо освещен. Зимой, в условиях полярной ночи и непосредственной близости к дикой природе, он станет уникальным. На примере экологической тропы можно наглядно и быстро показать горожанам и гостям заполярной столицы характерные особенности растительного мира в Арктической зоне.

Создание экологической тропы на территории спортивного комплекса «Снежинка» увеличит туристическую привлекательность Мурманска, расширит экологические знания жителей о родном крае. Уже сейчас тысячи мурманчан регулярно приезжают сюда, чтобы позаниматься спортом или просто погулять, а с развитием территории число горожан, поддерживающих здоровый образ жизни, увеличится в разы [Официальный сайт, 2023]. Есть идея создать новый пешеходный маршрут, ведущий из города к спорткомплексу: улица Мира – озеро Среднее – озеро Утинное – КП-2 «Снежинка».

Один из перспективных проектов – экологическая тропа «Озеро Чайка – Лабиринт – озеро Рогозеро». Рогозеро (Ивановское) – еще один объект внимания любителей городских путешествий, расположено в северо-восточной части Мурманска. Зимой здесь проходит трасса лыжного марафона. Главными точками нового туристического маршрута предлагается сделать Лабиринт, Каменную скамью созерцания и Рябиновый каньон. Лабиринт – это двухмерная конструкция, выложенная из валунов. Каменная скамья находится в районе дамбы Рогозера. Рябиновый каньон – узкая долина, обрамленная обрывистыми скалами. По ней протекает ручей, соединяющий озера Скалистое и Рогозеро. Рябиновый каньон как памятник природы можно внести в список особо охраняемых природных территорий. Тропа вся промаркирована, есть – деревянный настил вдоль озера, построенный жителями коттеджного поселка Снежного [Войнило, 2023].

Обоснование необходимости проекта: развитие эко-волонтерства, экотуризма путем вовлечения в создание эко-маршрута населения, эко-просвещение и привитие экологического мышления, повышение уровня знаний и компетенций об экосистемах Кольского полуострова и Мурманска. В перспективе планируется продлить маршрут до Могильного рва – места с уникальным ландшафтом. Могильный ров – тектонический разлом в десятке километров восточнее города, уникальная природная аномалия. Здесь особенный микроклимат, он создает благоприятные условия для роста растений, которые редко встречаются на широте Мурманска. Там можно найти виды, занесенные в Красную книгу. Маршрут предполагает установку табличек, информационных щитов и экологических арт-объектов [Войнило, 2023; Лабиринт, 2023].

Перспективными локациями для организации маркированных троп в Мурманске являются также территория верхней части Долины Уюта, Солнечная горка (самая высокая точка Мурманска высотой в 305 метра, место проведения акции «Первый рассвет»), берег Кольского залива в районе нового мо-

ста от «Арктического пляжа» в районе авто-рынка до ул. Привокзальной в Коле. Имеет перспективу также организация городского спортивно-туристического экопарка.

Таким образом можно сделать вывод, что такое явление как «Мурманский трекинг» и включение его в общественный волонтерский проект Рутрейл может стать

«фишкой» арктического города, дополнить его туристско-рекреационную и инвестиционную привлекательность, и будет способствовать: устойчивому развитию, эко-просвещению населения, улучшению дружелюбной городской среды и популяризации среди горожан и туристов здорового образа жизни и экологического мышления.

Список литературы:

1. В Мурманске открылась новая экотропа. – URL <https://www.mvestnik.ru/news/ent/v-murmanske-otkrylas-novaya-ekotropa/> (дата обращения: 06.09.2023).
2. Красноярский хайкинг. Подробная информация. – URL <https://vk.com/krashiking> (дата обращения: 06.09.2023).
3. Лабиринт и Рябиновый каньон: мурманчанам предлагают выбрать новую экотропу. URL: https://vmnews.ru/nov_22/2022/05/05/labirint-i-ryabinovyy-kanon-murmanchanam-predlagayut-vybrat-novuyu-ekotropu (дата обращения: 05.09.2023).
4. Официальный сайт администрации города Мурманска. 26.04.2022. Голосуем за «Снежинку». URL: <https://www.citymurmansk.ru/novosti/?newsid=22263&page=1> (дата обращения: 05.09.2023).
5. Роман Войнило. Мурманск расходящихся тропок. Бараний лоб, Вороний камень, Скамья созерцания и прочие чудеса. – URL <https://www.mvestnik.ru/our-home/murmansk-rashodyawihsyatropok/> (дата обращения: 08.09.2023).
6. Список маркированных маршрутов Рутрейл URL: <https://rutrail.org/trails/#view=list> (дата обращения: 12.06.2023).
7. Рутрейл. Маркированные маршруты России URL: <https://rutrail.org/about/> (дата обращения: 12.06.2023).
8. Чижова В. П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 176 с.

ЛЕТОПИСЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН. 2017 ГОД

О. А. Бодрова, Я. А. Стогова

Центр гуманитарных проблем Баренц региона КНЦ РАН,
научно-организационный отдел КНЦ РАН, o.bodrova@ksc.ru

Публикация продолжает летопись Кольского научного центра Российской академии наук и представляет основные события из его истории в 2017 году: результаты научных исследований, итоги научно-организационной деятельности, сведения о научно-практических мероприятиях, общественной жизни, государственных и научных наградах сотрудников, о достижениях Центра, а также фотографии из рабочих архивов структурных подразделений и научно-организационного отдела ФИЦ КНЦ РАН.

Ключевые слова:

*история науки,
Кольский научный
центр, летопись,
2017 год*

ANNALS OF THE KOLASCIENCECENTER. YEAR 2017

O. A. Bodrova, Y. A. Stogova

Barents Centre of the Humanities, Department of Science Management KSC RAS,
o.bodrova@ksc.ru

The publication continues the chronicle of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences and presents the main events from its history in 2017, specifically the results of researches, scientific and management activities, information on events, social life, state and scientific awards and transformations, as well as photographs from the Archive of the Department of Science Management of FRC KSC RAS and its Institutes.

Keywords:

*Science history,
Kola Science Center,
annals, 2017*

19 января

На базе Геологического института КНЦ РАН состоялось празднование 200-летия Российского минералогического общества и 60-летия со дня основания его отделения на Кольском полуострове. В торжественном заседании, посвященном юбилеям, приняли участие члены Кольского отделения РМО, представители Северной торгово-промышленной палаты, глава города Апатиты А. Г. Гиляров, ученые Геологического и других институтов Кольского научного центра.

8 февраля

В Конференц-зале КНЦ РАН прошла V конференция Ассоциации научных обществ Мурманской области, посвященная Дню российской науки. После презентации, обобщившей результаты деятельности всех обществ Ассоциации в предыдущем году, были представлены научно-популярные доклады от Всероссийского териологического общества (о вкладе териологов – работников заповедников в изучение млекопитающих), от Мурманского областного отделения Русского географического

общества (о концепции нового географического атласа Мурманской области), от Кольского отделения Российского минералогического общества («Шел лорд Кельвин по набережной Темзы...»), от Мурманского областного регионального отделения Ассоциации антропологов и этнологов России (о полевой работе социального антрополога и змеях в саамском и поморском фольклоре), от Мурманского отделения Русского ботанического общества (о местных съедобных растениях и грибах), от Микробиологического общества (о сотрудничестве Кольского отделения с организациями Мурманской области в рамках выполнения договорных работ), от Хибинского отделения Гидробиологического общества (об уникальных свойствах воды), о проекте «ЛАИС» как диалоговой площадке социогуманитарного знания – от Российского философского общества, о кислородном голодании на Севере – от НИЦ МБП КНЦ РАН, а также сообщение о поиске путей выхода из кризиса для российской науки от председателя Гиперборейской академии наук. По окончании основной части конференции в рамках «круглого стола» обсуждался ряд проблем, связанных со способами популяризации науки и взаимодействием научного сообщества и средств массовой информации.

8–12 февраля

Ученые КНЦ РАН приняли участие в традиционной выставке-ярмарке «Каменный цветок», которая ежегодно проходит во Дворце культуры города Апатиты. В день открытия выставки на площади Ленина транслировалась радиопрограмма, посвященная Кольскому научному центру, которую совместными силами подготовили сотрудники КНЦ и Апатитского ДК. Помимо этого в витринах центрального зала Дворца культуры были выставлены более 40 образцов минералов Кольского полуострова, предоставленных для «Каменного цветка» Музеем геологии и минералогии им. И. В. Белькова Геологического института, а в интерактивном зале ДК состоялась презентация книги о полярных сияниях сотрудников ПГИ и редакционно-издательского отдела Кольского научного центра С. А. Черноуса и В. Ю. Жиганова.

Параллельно с мероприятиями на площадке Дворца культуры сотрудники КНЦ принимали посетителей в Геологическом музее и Музее-Архиве истории изучения и освоения Европейского Севера ЦГП КНЦ РАН с рассказами о «зеленых» нанотехнологиях и традиционных экологических знаниях коренного населения Кольского полуострова.

10 февраля

В Геологическом институте состоялась VIII Научная сессия, посвященная Дню российской науки, с докладами ученых ГИ КНЦ РАН и их коллег из других научно-исследовательских институтов о современных исследованиях в области кристалломорфологии, новых находках минералов в Кольском районе и в России, о макроскопическом гравитационном эффекте и квантовой упругости, упруго-анизотропных свойствах пород разных фаций метаморфизма, изотопном ID-TIMS- и SHRIMP-датировании геологических процессов и геохимических особенностях некоторых пород Кольского полуострова, а также о палеогеографии западного берега Онежского залива Белого моря в позднеледниковое и голоценовое время.

13–17 марта

В Полярном геофизическом институте в Апатитах прошел 40-й ежегодный семинар «Физика авроральных явлений», в работе которого приняли участие около 100 человек из 25 научно-исследовательских институтов и университетов, в том числе молодые ученые (около 30 человек). Из них более 50 участников были из других городов России, а также семь человек из Китая, Болгарии, Финляндии и Германии. Всего было представлено 62 стендовых и 67 устных докладов, посвященных обсуждению новейших результатов в области исследования геофизических процессов на широтах авроральной и субавроральной зон. Работа семинара проходила по следующим направлениям: бури и суббури; поля, токи, частицы в магнитосфере; волны, взаимодействие волна – частица; солнце, солнечный ветер, космические лучи; ионосфера и верхняя атмосфера; нижняя

атмосфера, озон; гелиобиосфера. На семинаре также состоялось подведение итогов конкурса на соискание диплома им. Юрия Павловича Мальцева за лучшую работу молодого российского ученого по итогам научных публикаций 2015–2016 годов.

27–29 марта

Состоялась конференция и школа молодых ученых «Атмосферы планет: от земной группы к экзопланетам», организованная Полярным геофизическим институтом совместно с лабораторией атмосфер планет земной группы и экзопланет Института космических исследований РАН, с Московским физико-техническим институтом при участии лаборатории прикладной инфракрасной спектроскопии МФТИ. В мероприятии, посвященном исследованию атмосфер планет земной группы: Земли, Венеры, Марса – от тропосферы до экзосферы Земли, Марса, Венеры и спутника Сатурна Титана, полярных процессов в атмосферах, – приняли участие около 40 человек, большинство которых прибыли из других городов России, в том числе трое участников представляли зарубежные исследовательские институты Франции, Японии и Бельгии. На конференции обсуждались как экспериментальные методы дистанционного изучения физических процессов атмосфер, так и последние данные наблюдений за планетами Солнечной системы, результаты и методы численного моделирования динамики атмосфер. Особое место было уделено современным достижениям в области исследования экзопланет, перспективам развития методов детектирования землеподобных планет вне Солнечной системы.

27–31 марта

На базе Института информатики и математического моделирования технологических процессов КНЦ РАН прошла VII Всероссийская научно-практическая конференция «Теория и практика системной динамики», в работе которой приняли участие 35 человек. Доклады участников в зависимости от объекта исследования были распределены по следующим направлениям: общие теоретические вопро-

сы системной динамики, системная динамика в применении к природно-промышленным объектам, к социально-экономическим объектам, информационные системы поддержки управления региональным развитием, но объединялись единой методикой динамического моделирования. В докладах рассматривались фундаментальные и прикладные задачи устойчивого развития, совершенствования многошаговых беспроводных сетей, виртуальных платформ удаленного присутствия, территориальных производственных объектов, кадровых потребностей региона, робототехники, управления беспилотными летательными аппаратами и др.

28–31 марта

В Апатитах на базе Кольского научного центра состоялась Международная научно-практическая конференция «Использование современных информационных технологий в ботанических исследованиях», организаторами которой выступили Институт проблем промышленной экологии и Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН. В работе мероприятия приняли участие 88 ученых из разных регионов страны и из-за рубежа, в том числе четверо – из Финляндии, Швеции и Дании. Всего во время пленарной и постерной сессий, секций «Информационные системы (ИС) и базы данных», «Современные методы в обработке данных», «Применение дистанционных методов в картографировании растительности и изучении биоразнообразия», «Применение дистанционных методов в картировании растительности и изучении биоразнообразия» было представлено 60 устных и стендовых докладов, направленных на обсуждение основных проблем использования информационных систем, в том числе ГИС и баз данных для хранения и обработки ботанических материалов, дистанционного изучения биоразнообразия (включая картографирование растительности), а также отдельных вопросов развития и внедрения новейших методов обработки и хранения биологических данных в России. В рамках конференции были проведены заседа-

ния трех круглых столов: «Технические и правовые вопросы создания и ведения информационных систем и баз данных», «Публикация данных в Глобальной информационной системе по биоразнообразию GBIF», «Возможности и ограничения современных дистанционных информационных методов». По итогам работы мероприятия была принята резолюция, направленная в ФАНО России, Отделение биологических наук РАН, руководителям институтов биологической направленности и кураторам основных биологических коллекций России, которая среди прочих рекомендаций содержала пункты о начале разработки национального портала по биоразнообразию с учетом специфики взаимодействующих локальных систем и возможностей GBIF и о создании общедоступной российской базы метаданных о биоразнообразии, ботанических, зоологических, микологических и других коллекциях.

3–4 апреля

Состоялась XIV Всероссийская Ферсмановская научная сессия, посвященная 100-летию академика РАН, председателя президиума КФАН СССР, министра геологии А. В. Сидоренко и директора Геологического института, доктора геолого-минералогических наук И. В. Белькова. Мероприятие впервые проходило на базе всех институтов КНЦ РАН и состояло из 11 секций, на которых участники обсуждали вопросы региональной геологии и геофизики, горного дела и обогащения полезных ископаемых, современные экологические проблемы Севера, социально-экономические исследования северных и арктических регионов и другие научные темы. Почетными гостями конференции стали дочери юбиляров: Светлана Александровна Сидоренко и Валерия Игоревна Белькова (фото 1), которые на открытии Ферсмановской сессии поделились воспоминаниями



Фото 1. XIV Всероссийская Ферсмановская научная сессия, конференц-зал КНЦ РАН, 3 апреля 2017 г. Слева направо: доктор геолого-минералогических наук А. А. Жамалетдинов (ГИ КНЦ РАН), дочь А. В. Сидоренко Светлана Александровна, дочь И. В. Белькова Валерия Игоревна, главный ученый секретарь КНЦ РАН, кандидат геолого-минералогических наук. А. Н. Виноградов

ми о своих знаменитых отцах, оставивших выдающийся след в истории Кольского научного центра.

22 апреля

В Апатитах в Библиотеке-музее имени Л. А. Гладиной прошла первая массовая акция, посвященная научной грамотности, – Всероссийская лабораторная, которую провел ученый секретарь Геологического института КНЦ РАН, кандидат геолого-минералогических наук С. В. Мудрук (фото 2).

16 мая

В Мурманске совместными усилиями Полярного геофизического и Мурманского морского биологического институтов КНЦ РАН, Мурманского арктического и Мурманского технического государственных университетов была проведена XVI Международная научная конференция студентов и аспирантов «Проблемы Арктического региона», направленная на повышение уровня образования и привлечение молодых кадров для работы в науке, промышленности и высшей школе. В работе мероприятия приняли участие более 260 студентов и сотрудников из 38 организаций, представившие в общей сложности около 150 докладов. Работа конференции проходила в рамках 11 секций: «Биология и медицина», «Геология и геофизика Арктического регио-

на», «Гидробиология», «Гуманитарные и социальные проблемы», «Информационные технологии и математические методы», «Морская биология», «Проблемы образования в Арктическом регионе», «Физические проблемы», «Химико-технологические проблемы», «Экология Севера», «Экономические проблемы освоения Арктики».

23–24 мая

В Кольском научном центре состоялась I Всероссийская научная конференция «Проблемы минерального обмена в организме человека на территориях Арктической зоны РФ», ставшая впоследствии ежегодной. В работе конференции, организованной Научно-исследовательским центром медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, приняли участие ученые-минералоги и медики из Апатитов, Кировска, Архангельска, Екатеринбурга, Омска, Петрозаводска и Санкт-Петербурга.

5–6 июня

В Институте экономических проблем имени Г. П. Лузина состоялись заседания международного симпозиума «Академия Калотта». Работа в Апатитах стала промежуточным этапом путешествующей конференции, побывавшей до этого в Инари (Финляндия), Киркенесе (Норвегия), затем в Мурманске. Темой обсуждений ученых и аспирантов из России, Финляндии,



Фото 2.

Участники и «завлаб» Всероссийской лабораторной Библиотека-музей им. Л. А. Гладиной (Апатиты), 22 апреля 2017 г. Слева направо: кандидат технических наук И. С. Красоткин и сотрудники ГИ КНЦ РАН: кандидат геолого-минералогических наук С. В. Мудрук, кандидат геолого-минералогических наук Д. Г. Степенщиков. Источник: журнал «Тиетта», 2017, №40.

Норвегии, Португалии, Франции, США, Китая, Швейцарии и Великобритании стала Арктика и возможности сотрудничества между государствами. Доклады и дискуссии, проходившие в рамках 8 секций, затрагивали основные проблемы освоения Арктики: энергетику, безопасность, политику, туризм, общество, экологию. После двух дней пребывания в Апатитах участники симпозиума отправились в Рованиemi (Финляндия) и Умео (Швеция).

7 июля

В Кольском научном центре накануне реорганизации КНЦ РАН в форме Федерального исследовательского центра состоялись выборы председателя будущего ФИЦ. Распоряжением Федерального агентства научных организаций от 22 июня 2017 г. №176 на голосование работников КНЦ РАН были вынесены три кандидатуры – Ю. Л. Войтеховского, Г. Ю. Иванюка и С. В. Кривовичева. По результатам голосования председателем КНЦ РАН был избран член-корреспондент РАН Сергей Владимирович Кривовичев.

26 июля

В соответствии с приказом Федерального агентства научных организаций №465 «О реорганизации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Кольского научного центра Российской академии наук» Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Кольский научный центр Российской академии наук» реорганизовано в форме присоединения к нему Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева (ИХТРЭМС КНЦ РАН), Геологического института (ГИ КНЦ РАН), Горного института (ГоИ КНЦ РАН), Института проблем промышленной экологии Севера (ИППЭС КНЦ РАН), Института экономических проблем им. Г. П. Лузина (ИЭП КНЦ РАН) и Института информатики и математического моделирования технологических процессов (ИИММ КНЦ РАН), с последующим переименованием КНЦ РАН в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук».

1–3 сентября

Геологический институт провел Международную научно-практическую конференцию «Уникальные геологические объекты Кольского полуострова», подготовленную по итогам международного проекта «ABC Heritage – Arctic Biological, Cultural and Geological Heritage», над которым ГИ КНЦ РАН работал совместно с Геологической службой Финляндии в 2012–2015 годах. Проект был направлен на разработку кольцевого геотуристического маршрута «Varents Tour» с соответствующим путеводителем, освещающим самые привлекательные, с точки зрения геологии, минералогии, географии и биоразнообразия, приграничные объекты России, Финляндии и Норвегии. В рамках конференции состоялась пилотная экскурсия финских геологов на туристические объекты, представленные в буклете «Varents Tour», – «Молибденитовый рудник» и «Тингуаитовые дайки», а также поездки на Терский берег к мысу Корабль, в Мончегорский рудный и Печенгский районы.

25 сентября

Указом Президента Российской Федерации №436 «О награждении государственными наградами Российской Федерации» ведущему научному сотруднику Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева, кандидату технических наук Басе Израильевне Гуревич присвоено почетное звание «Заслуженный строитель Российской Федерации» за заслуги в области строительства, разработке и внедрении новых строительных технологий, многолетнюю добросовестную работу.

5–6 октября

В Центре гуманитарных проблем Баренц региона состоялся научно-практический семинар «Социокультурные и экономические императивы Евро-Арктического региона России», в работе которого приняли участие ведущие ученые, преподаватели высших учебных заведений, аспиранты КНЦ РАН, магистранты МАГУ. В сообщениях выступающих освещались гуманитарные проблемы Арктических регионов, ко-



Фото 3. На пленарном заседании в Горном институте ФИЦ КНЦ РАН, 10 октября 2017 г. Источник: сайт Горного института ФИЦ КНЦ РАН, URL: http://goikolasc.ru/foto_conf_10_17

торые рассматривались с очень разных точек зрения – от тенденции дальнейшего развития наиболее важных экономических, медико-биологических, социальных, исторических и иных аспектов развития территорий АЗРФ до разработки способов улучшения качества жизни северян, выявления рисков для здоровья жителей промышленных территорий Арктического региона, а также причин заболеваемости населения и методов улучшения их здоровья.

От Кольского научного центра с докладами выступили сотрудники Центра гуманитарных проблем, Института экономических проблем, Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, от других региональных организаций – представители региональных музеев Мурманска и Кировска, библиотек, архивов, Мурманского арктического государственного университета. Всего в работе семинара участвовали более 50 специалистов и студентов; было представлено 32 доклада в нескольких тематических блоках: «Культурное наследие как фактор развития северных территорий: выявление, сохранение, актуализация», «Трансформация культурного ландшафта российской Арктики в процессе освоения территорий», «Особенности современного социально-эко-

номического развития АЗРФ», «Медико-биологические проблемы здоровья населения в Арктике».

10–12 октября

В Горном институте КНЦ РАН состоялась Всероссийская научно-техническая конференция с участием иностранных специалистов «Информационные технологии в реализации экологической стратегии развития горнодобывающей отрасли» (фото 3), организованная при поддержке Федерального агентства научных организаций и АО «Апатит» (Группа компаний «ФосАгро»). В работе конференции приняли участие 92 ученых из России, Китая, Казахстана от 17 организаций, в том числе из восьми академических институтов (ИГД ДВО РАН (г. Хабаровск), ИГД Севера СО РАН (г. Якутск), ИГД УрО РАН (г. Екатеринбург), Института вычислительных технологий СО РАН (г. Кемерово), ИППЭС КНЦ РАН, ГИ КНЦ РАН, ИИММ КНЦ РАН, ГоИ КНЦ РАН (г. Апатиты)), из 2 университетов (КазНИТУ (г. Алматы), Ляонинский технический университет (г. Фусинь)), от 7 предприятий (АО «Апатит», АО «МГРЭ», АО «Вист Групп», ООО «ИЗ-КАРТЭКС», АО «Кронштадт Технологии», АО «Гипроруда», ООО «НТЦ Горное дело»). Было представлено 57 докладов, вклю-

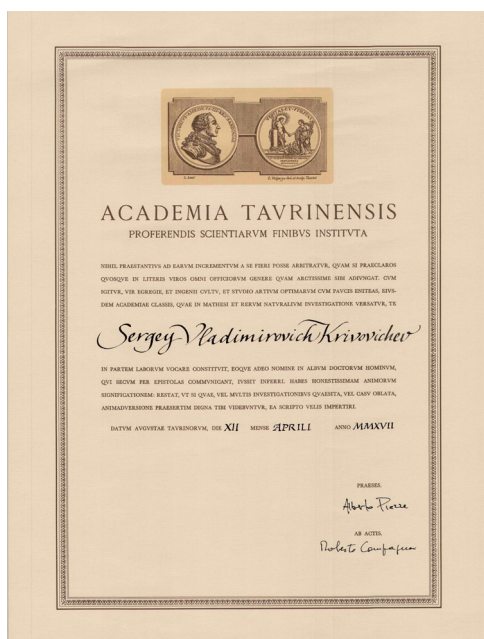


Фото 4. Диплом об избрании Сергея Владимировича Кривовичева иностранным членом Туринской академии наук от 12 апреля 2017 г.



Фото 5. Президент Туринской академии наук, профессор Альберто Пьяцца вручает члену-корреспонденту РАН, председателю Кольского научного центра С. В. Кривовичеву диплом о принятии в иностранные члены Академии. Собрание Туринской академии наук, 6 ноября 2017 г.

чая пленарные, на которых рассматривались актуальные проблемы применения информационных технологий в реализации экологической стратегии развития горнодобывающей отрасли, проблемы и задачи создания и применения программных средств для повышения эффективности и безопасности горных работ при разработке месторождений Кольского полуострова, Урала, Дальнего Востока, а также вопросы применения информационных технологий для геомеханического сопровождения горных работ. Работа секций велась по следующим направлениям: «Информационные технологии и компьютерное моделирование объектов и процессов горного производства для повышения эффективности и экологической безопасности освоения месторождений твердых ископаемых», «Информационные технологии в геомеханическом обеспечении горных работ», «Информационные технологии для решения задач повышения полноты и комплексности извлечения полезных компонен-

тов при переработке рудного и техногенного минерального сырья» и «Информационные технологии и компьютерное моделирование в решении экологических проблем горной отрасли».

6 ноября

На ежегодном собрании Туринской академии наук состоялась торжественная церемония принятия в иностранные члены Академии члена-корреспондента Российской академии наук, председателя ФИЦ КНЦ РАН, профессора С. В. Кривовичева, который вошел в число немногих иностранных членов Туринской академии наук (фото 4, 5). Его предшественниками были первооткрыватель периодического закона химических элементов Д. И. Менделеев, минералог, член отечественной Императорской академии наук Н. И. Кокшаров, первый президент АН СССР А. П. Карпинский, российский и советский химик-органик А. Е. Чичибабин, советский механик, академик РАН В. В. Румянцев.



Фото 6. На заседании XIV Всероссийской (с международным участием) научной школы «Математические исследования в естественных науках», ГИ КНЦ РАН, 23 октября 2017 г.

23 октября

В Геологическом институте КНЦ РАН при поддержке Кольского отделения и Комиссии по истории Российского минералогического общества прошла XIV Всероссийская (с международным участием) научная школа «Математические исследования в естественных науках» (фото 6), в которой приняли очное и заочное участие сотрудники академических институтов, университетов и горно-геологических компаний России (из Апатитов, Владимира, Екатеринбурга, Мирного, Москвы, Санкт-Петербурга), а также из США (Университет Мэриленда). Всего в секциях «Выпуклые полиэдры», «Кристаллография, кристаллохимия» и «Геология, геофизика, геохимия» было представлено более 20 докладов, направленных на поиск универсальных математических подходов к решению широкого круга задач в естественных науках.

16–17 ноября

В Кировске в рамках VI Мурманской международной деловой недели состоялась VII Международная конференция «Горнодобывающая

промышленность Баренцева Евро-Арктического региона: взгляд в будущее» (МГПК БЕАР – 2017), организатором которой выступила Торгово-промышленная палата Мурманской области при поддержке НП «Горнопромышленники России» и Правительства Мурманской области. Кольский научный центр Российской академии наук и Евро-Арктическая торговая палата Баренцева региона также внесли непосредственный вклад в подготовку и проведение мероприятия. Основными направлениями работы конференции в 2017 году стало совершенствование нормативно-правовой системы в горнопромышленном комплексе Арктической зоны РФ, определение комплекса мер по улучшению экологических показателей на предприятиях горнодобывающей отрасли с помощью перехода к высокотехнологическому производству, а также оценка возможностей технического перевооружения, введения и использования оборудования высокой мощности с учетом мирового опыта. Для обсуждения этой тематики на конференции собрались около 140 горнопромышленников и ученых из 7 стран мира.



Фото 7. Председатель Кольского научного центра, член-корреспондент РАН С. В. Кривовичев (слева) на подписании соглашения о сотрудничестве во время VII Международной конференции

Во время пленарного заседания МГПК БЕАР – 2017 было подписано соглашение о сотрудничестве между Правительством Мурманской области, Кольским научным центром РАН, Кировским филиалом АО «Апатит», филиалом ОАО «Концерн «Росэнергоатом» «Кольская атомная станция» и АО «Кольская ГМК» в части создания сорбентов для дезактивации жидких радиоактивных отходов с использованием местного сырья (фото 7).

К проведению МГПК БЕАР – 2017 была приурочена конференция-школа, «Геотехнология и обогащение полезных ископаемых», которая прошла в Горном институте КНЦ РАН **15–17 ноября**.

28 декабря

Закреплен юридический статус Кольского научного центра Российской академии наук как Федерального исследовательского центра, о чем сделана соответствующая запись в Едином государственном реестре юридических лиц.

Благодарности:

Статья выполнена при поддержке федерального бюджета по теме государственного задания Центра гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН № FMEZ-2024-0002 «Динамика социокультурного облика Кольского Севера в контекстах истории освоения арктического фронта России»

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ХРОНИКИ

ИНСТИТУТЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ПРЕДСТАВИЛИ ОТЧЕТ ЗА 2023 ГОД

29 и 30 января в Кольском научном центре состоялась отчетная сессия заседания Ученого совета, на которой руководители филиалов и обособленных подразделений рассказали о важнейших научных достижениях по итогам 2023 года, о проектной работе по грантам с фондами и договорам с промышленными партнерами, о выступлениях на конференциях, об экспедициях и публикациях.

Все желающие могли подключиться к прямой трансляции **первого** и **второго** дней заседания на Youtube-канале Кольского научного центра. А для тех, кто лучше воспринимает информацию не на слух, а глазами, отдел внешних связей подготовил статьи по каждому отчету:

- [Центр наноматериаловедения](#)
- [Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья](#)
- [Геологический институт](#)
- [Горный институт](#)
- [Центр физико-технических проблем энергетики Севера](#)
- [Институт информатики и математического моделирования](#)
- [Институт проблем промышленной экологии Севера](#)
- [Полярно-альпийский ботанический сад-институт](#)
- [Институт экономических проблем](#)
- [Центр гуманитарных проблем Баренц-региона](#)



Сергей Владимирович Кривовичев отчитался о том, как работал ЦНМ в 2023 году. Фото Н. Щур



Сотрудник Института информатики и математического моделирования им. В. А. Путилова Максим Шишаев и его коллеги из Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Александр Касиков, Сергей Кузнецов, Татьяна Прохорова и Роман Корнейков. Фото пресс-службы РАН

ДЕНЬ НАУКИ В ГОСУДАРСТВЕННОМ КРЕМЛЕВСКОМ ДВОРЦЕ ДЛЯ НАШИХ УЧЕНЫХ

В 2024 году Россия отмечает 300-летие со дня создания Академии наук. Научные встречи, выставки, книги и фильмы по всей стране посвящены юбилею. Но главным событием, открывающим юбилейный год, стал большой праздник, прошедший 8 февраля в Государственном Кремлевском дворце.

В состав делегации Кольского научного центра вошли девять человек. Это генеральный директор, академик РАН Сергей Кривовичев, директор Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья, член-корреспондент РАН Иван Тананаев и его коллеги Сергей Кузнецов, Александр Касиков, Роман Корнейков, Татьяна Прохорова и Татьяна Васильева, директор Института экономиче-

ских проблем им. Г.П. Лузина Сергей Федосеев и заведующий лабораторией информационных технологий управления региональным развитием Института информатики и математического моделирования им. В. А. Путилова, профессор РАН Максим Шишаев.

Ученых поздравили президент Российской Федерации Владимир Путин, президент РАН Геннадий Красников, другие выдающиеся государственные деятели и представители науки, знаменитые актеры и исполнители.

Выдающиеся ученые получили из рук президента России государственные награды. Молодые исследователи были удостоены премий за прорывные достижения.

ОТКРЫЛИ МУЗЕЙ, НАГРАДИЛИ ЛУЧШИХ И ПОДВЕЛИ ИТОГИ. УЧЕНЫЙ СОВЕТ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ПРОВЕЛ ПРАЗДНИЧНОЕ ЗАСЕДАНИЕ ¹

11 марта состоялось необычное заседание Ученого совета Кольского научного центра. Началось оно не в конференц-зале, а в музее «Хибинариум», который уже несколько месяцев активно принимает посетителей, но торжественно открылся только сейчас. Встречая гостей – руководителей и сотрудников институтов, представителей городской администрации и журналистов, первый заместитель генерального директора КНЦ РАН Владимир Дядик поблагодарил всех, кто был причастен к созданию «Хибинариума» и несмотря на все трудности поспособствовал его открытию.

Символическую красную ленточку перерезали трое: генеральный директор КНЦ РАН, академик Сергей Кривовичев, заместитель главы города Апатиты Елена Ахтулова и председатель комитета по образованию и науке Мурманской областной Думы Алексей Гиляров. Все они дали музею и его создателям и работникам самые теплые оценки и пожелали ему «счастливого плавания». Сергей Владимирович напомнил о том, что месяц назад вся страна отмечала юбилей Российской академии наук и День российской науки.

“ Когда государь Петр Алексеевич создавал Академию наук, одним из направлений ее деятельности он полагал распространение знаний среди русского народа, и в частности, деятельность музейную – недаром тогда же была основана Кунсткамера, – подчеркнул он. – И сегодня мы открываем, можно сказать, нашу Кунсткамеру. По-прежнему одной из важных целей нашей работы мы видим просветительскую – популяризацию науки, особенно среди молодежи, поскольку интерес к науке развивается с детства. Я считаю

знаковым, что мы вступаем четвертый век существования российской науки с новым музеем, функция которого – как раз распространение научных знаний и знаний о достижениях кольских ученых.

”

После экскурсии, которую провел руководитель музея Владимир Котельников, члены Ученого совета отправились на заседание, а другие гости остались в «Хибинариуме» – продолжать знакомство с экспозицией и задавать Владимиру Александровичу вопросы.

За заседанием следили не только те, кто собрался в зале, но и зрители онлайн-трансляции. Интересно было узнать, какое резюме подготовил по отчетам каждого института руководитель Кольского научного центра. Многие болели за участников конкурса научных работ молодых ученых КНЦ РАН, многие хотели узнать, кого наградят почетными грамотами и благодарностями от города и Министерства науки и высшего образования.

Сергей Кривовичев вручил благодарности Министерства образования и науки РФ за эффективный, добросовестный труд, высокий профессионализм, большой личный вклад в реализацию совместного проекта ФИЦ КНЦ РАН, ПАО «ФосАгро» и Минобрнауки РФ заместителю начальника управления земельно-имущественного комплекса КНЦ РАН Инге Кошкиной, заместителю директора Горного института по общим вопросам Максиму Светлову и начальнику транспортного управления Владимиру Снегову. Благодарности российского Министерства образования за многолетний добросовестный труд, высокий профессионализм и в связи с юбилеем удостоена главный специалист бухгалтерии КНЦ РАН Любовь Верченко.

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



Сергей Кривовичев,
Елена Ахтулова
и Алексей Гиляров
торжественно
перезаляли ленточку.
Фото В. Данилиной

Председатель комитета по образованию и науке Мурманской областной Думы Алексей Гиляров вручил почетную грамоту губернатору Мурманской области первому заместителю генерального директора КНЦ РАН, кандидату экономических наук Владимиру Дядику. Наградил Алексей Геннадьевич благодарностями председателя комитета по образованию и науке Мурманской областной Думы ведущего программиста научно-организационного отдела Сергея Наседкина и ведущего инженера-программиста научно-организационного отдела Александра Суворова, заведующего сектором эксплуатации электротехнических систем управления эксплуатации инженерных систем и опытного производства Сергея Шмакова, электромонтажника управления эксплуатации инженерных систем и опытного производства Юрия Данилова, ведущего инженера управления земельно-имуществен-

ного комплекса Светлану Русских, инженера управления земельно-имущественного комплекса Людмилу Борейко, а также заместителя начальника транспортного управления Владимира Бойцова.

Заместитель главы Апатитов Елена Ахтулова вручила муниципальные почетные грамоты старшему научному сотруднику Центра гуманитарных проблем Баренц-региона Светлане Бусыревой, ведущему программисту Горного института Константину Гурину и ведущему инженеру-программисту Михаилу Кагану. Благодарственными письмами главы города за многолетний добросовестный труд, высокий профессионализм и вклад в развитие научных исследований в области горнодобывающей промышленности Мурманской области награждены главный специалист ГоИ КНЦ РАН Татьяна Конторина и научный сотрудник ГоИ КНЦ РАН Анна Степачева.



Владимир Котельников провел для гостей экскурсию по «Хибинариуму». Фото В. Данилиной

Почетными грамотами администрации города Апатиты удостоены ведущий экономист планово-финансового отдела Анна Захватова и научный сотрудник Горного института Алексей Петров, благодарственным письмом – заместитель главного бухгалтера ГоИ КНЦ РАН Ирина Андреева.

Отдельно Сергей Кривовичев поздравил доктора технических наук, член-корреспондента РАН Анатолия Николаева с 80-летием. Анатолий Иванович всю трудовую жизнь, начиная с 1962 года, отдал работе в ИХТРЭМС. Сергей Владимирович предложил ходатайствовать о присвоении Анатолию Николаеву звания почетный житель Мурманской области. Ученый совет единогласно поддержал это предложение.

Перейдя к итоговому докладу о деятельности Кольского научного центра за 2023 год, Сергей Кривовичев подчеркнул, что год 300-летия Академии наук – значимая дата для всех ученых страны, а большой праздник по этому поводу пройдет осенью.

Свой доклад генеральный директор начал с ответа о финансовом обеспечении КНЦ РАН – эти суммы показывают, насколько работу заполярных ученых поддерживает

государство. Общая структура доходов выросла довольно серьезно, до 2,5 миллиардов рублей за счет разнообразных источников, включая внебюджетные поступления. Именно последние в 2023 году выросли на четверть в сравнении с 2022 годом – это заслуга и ученых, которые занимаются практически разработками, и общий поворот в государственной и региональной политике, которой придерживаются и горнодобывающие предприятия, а именно – изыскания внутренних ресурсов.

“ Все эти договора – результат активного сотрудничества с ведущими предприятиями и компаниями региона, включая нашего главного индустриального партнера, компанию «ФосАгро». Вместе мы создали научно-исследовательский центр изучения апатит-нефелиновых руд перспективной добычи. И это историческое событие, ведь после 1991 года у нас не было зданий такого масштаба, построенных на территории Академгородка.

В 2023 году ученые КНЦ не раз одерживали победы в конкурсах на грантовую поддержку –

овичу
лет!



Благодарность Министерства образования
получила Любовь Верченко.
Фото В. Данилиной

всего гранта 23, из них 18 – федерального конкурса, остальные регионального.

В 2023 году значительно обновлена приборная база, поскольку статус ведущего научного учреждения дает возможность участвовать в конкурсе на ее обновление в ряду ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки. В целом общая сумма, затраченная на приборы, превышает полмиллиарда рублей за пять лет.

Сотрудников в КНЦ по-прежнему 1200 человек, средняя зарплата – 100 тысяч рублей, у научных сотрудников – 167 тысяч рублей. По сравнению с 2022 годом она несколько выросла, и по словам генерального директора, должна повышаться и впредь.

В кадровом потенциале тоже есть развитие, появляется замечательная молодежь, в прошлом году защищена одна докторская диссертация (защитил ее Сергей Аксенов, заведующий

Лабораторией арктической минералогии и материаловедения Центра наноматериаловедения) и 10 кандидатских – два кандидата наук появились в Геологическом институте, два в Горном, четыре защиты прошло у сотрудников ИХТРЭМС, по одной – в Институте экономических проблем и Центре физико-технических проблем энергетики Севера.

Результатами интеллектуальной деятельности Сергей Владимирович назвал 11 патентов, шесть баз данных и 17 программ для ЭВМ – здесь ведущие позиции занимает ИХТРЭМС.

“ Публикационная активность у КНЦ традиционно на высоком уровне, государственное задание по результативности перевыполняем примерно на треть, регулярно публикации заполярных ученых появляются в международных высокорейтинговых журналах, знакомя с нашими достижениями весь мир, – подчеркнул Сергей Кривовичев и подробно рассказал о самых значимых статьях ученых КНЦ.

Он отметил публикации с самым высоким импакт-фактором авторства сотрудников ИППЭС Петра Терентьева и Николая Кашулина, Сергея Аксенова, Сергея Волкова, Тараса Паникоровского, Дины Дейнеко, Ильи Корнякова (Центр наноматериаловедения), Натальи Королевой (ПАБСИ), Захара Слуковского (ИППЭС), Дмитрия Зозули из Геологического института, Натальи Мудрук, Марины Масловой, Ивана Тананаева, Софьи Маслобоевой, Кирилла Кесарева (ИХТРЭМС).

Книжные издания любого научного учреждения всегда отвечали за просвещение народных масс: КФАН и КНЦ всегда с большой ответственностью подходил к этому важному делу. В 2023 году в научном центре издано 17 книг по экономике, экологии, гуманитарным исследованиям, математическому моделированию, геологии и истории самого научного центра и его подразделений. Ботаники активно публикуют как серьезные научные, так и научно-популярные, прекрасно иллюстрированные книги для широкой общественности.

“ КНЦ является единственным научным центром такого масштаба за полярным кругом и в Арктической зоне РФ, мы занимаем все более значимое место в арктической повестке. Но почитать на лаврах не следует, предстоит еще много сделать, чтобы выполнять свои обязательства – будучи в отдалении от центра не оставаться на периферии, доносить свою точку зрения о том, что есть наука не только об Арктике, но и в самой Арктике.

Мы с вами здесь живем и развиваем науку, и большая надежда здесь на молодых ученых. Необходимо их стимулирование – не только материальное, но и моральное, человеческая, со стороны старших товарищей. Это в интересах как самих молодых сотрудников, так и всего Центра, ведь если выигрывает один из нас, то в выигрыше все. Для поддержки молодежи мы установили премии – их традиционно вручаем в завершении ученого совета. Очень сильные в этом году были молодежные работы, очень зрелые! – подвел итог докладу Сергей Кривовичев и приступил к церемонии награждения.

”

Комиссия подвела итоги конкурса работ молодых ученых Кольского научного центра еще 22 февраля, но держала их в секрете до последнего. В конкурсе участвовали сотрудники КНЦ моложе 39 лет с научными публикациями в российских и международных журналах, а также с монографиями. К участию принимали только те работы, которые ранее еще не были отмечены премиями РФ, РАН и ее отделений, призами региональных конкурсов для поддержки молодых ученых и КНЦ РАН за научные труды.

В номинации «Экономические и гуманитарные науки» первое место занял цикл работ «Гражданская война и интервенция на Мурмане: новые факты, теории и гипотезы» старшего лаборанта Сектора изучения и сохранения научного наследия Центра гуманитарных проблем Баренц-региона Евгения Сушко, второе – цикл «Вахта как резерв для трансформации миграционных процессов в регионах АЗРФ» старшего научного сотрудника отдела регио-

нального и муниципального управления развитием северных территорий Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Екатерины Бажутовой.

В номинации «Технические науки» победила заведующая лабораторией синтеза и исследования минералоподобных функциональных материалов Центра наноматериаловедения Галина Калашникова. Конкурсная комиссия признала цикл ее работ «Моделирование каталитических и электрохимических свойств линтисита в результате расширения методик его синтеза и модификации кристаллической структуры» лучшим. Второе место отдал младшему научному сотруднику лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья Роману Титову за цикл работ «Влияние технологии легирования на особенности локализации следовых количеств катионов ВЗ+ в близких по составу к стехиометрическим монокристаллам LiNbO₃:В».

В номинации «Естественные науки» первое место занял цикл статей «Оценка геоэкологического состояния водоемов Севера России» заведующего лабораторией геоэкологии и рационального природопользования Арктики Института проблем промышленной экологии Севера Захара Слуковского, а второе разделили цикл работ старшего научного сотрудника лаборатории №35 ИХТРЭМС КНЦ РАН Юрия Стулова, посвященных применению электрохимических и квантово-химических методов для развития научных основ переработки отработавшего ядерного топлива в солевых расплавах, и цикл работ младшего научного сотрудника лаборатории геологии докембрия Геологического института Ильи Горбунова «Кинематика палеопротерозойских тектонических движений в Кейвском террейне, северо-восток Фенноскандинавского щита».

Все обладатели первой премии получили помимо диплома денежное вознаграждение в сто тысяч рублей, обладатели второго места – по 50 тысяч рублей.

Подготовили Наталья Чернова
и Надежда Щур



Торжественное открытие центра. Фото В. Жиганова

В АПАТИТСКОМ АКАДЕМГОРОДКЕ ОТКРЫЛСЯ ЦЕНТР ПО ИЗУЧЕНИЮ ТРУДНОБОГАТИМЫХ РУД ¹

19 марта в Апатитах торжественно открыли научно-исследовательский центр по изучению труднообогатимых апатито-нефелиновых руд. Он стал логическим продолжением сотрудничества ученых и горняков, которое началось почти сто лет назад.

Буквально через пару месяцев после освобождения Мурманска от интервентов сюда для ознакомления с производственным потенциалом края была направлена группа ученых из Географического общества и Геологического комитета, президент Академии наук СССР Александр Петрович Карпинский, академик Александр Евгеньевич Ферсман. И именно Ферсман сразу обратил внимание на огромный минеральный потенциал здешних мест. «Для меня сразу же стало ясным, что Хибины – это целый новый своеобразный мир камня и что углубленное изучение природы Хибин не может не привести к крупным открыти-

ям новых полезных ископаемых», – писал он в своих воспоминаниях.

Инициированные Ферсманом хибинские экспедиции 1920-1925 годов подтвердили, что Хибины – это кладовая минералогических богатств, и к 1928 году начало добычи хибинского апатита стало одной из важнейших задач народного хозяйства. Перед советским руководством стояла цель: преодолеть разруху и голод, и для подъема сельского хозяйства жизненно необходимы были собственные минеральные удобрения. Одновременно с разведкой запасов апатита и других руд началась работа по развитию сельского хозяйства за Полярным кругом, и обе эти задачи решались передовыми учеными нашей страны. В 1929 году была добыта первая тонна руды на Кировском руднике треста «Апатит», вошедшего к нашему времени в состав компании «ФосАгро», в 1930 году на берегу озера Малый Вудъявр торжествен-

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



Владимир Дядик провел делегацию Российской академии наук по новому исследовательскому центру. Фото В. Жиганова

но открыта научная горная база «Тиетта», выросшая за девяносто лет в Кольский научный центр Российской академии наук. В 1931 году рабочий поселок возле рудника уже получил статус города и имя Хибиногорск, и тогда же в Хибиногорске был основан Полярно-альпийский ботанический сад – самый первый заполярный и до конца 1990-х годов – самый северный ботсад в мире.

Вслед за хибинскими месторождениями ученые открывали новые и новые запасы полезных ископаемых в Мурманской области: медно-никелевые, железные руды, слюды. Вслед за Хибиногорском вырастали новые города: Мончегорск, Ковдор, Оленегорск... Научным сопровождением добычи и переработки ценных минералов, развития энергетики и сельского хозяйства, разработкой новых технологий и подготовкой кадров для новых производств все эти годы занимались ученые Кольского научного центра. Но самым тесным и плодотворным оставалось сотрудничество с компанией «ФосАгро», одним из мировых лидеров по производству фосфорсодержащих удобрений.

К концу 2010-х годов стало понятно, что научное сопровождение добычи и переработки апатита должно выйти на качественно новый уровень. Хибинский щелочной массив – это крупнейшее в мире и очень сложное по структуре месторождение апатита. Горные породы содержат апатит в разных концентрациях – от первых процентов до почти сплошной руды. Рудные тела совершенно разных текстурных разновидностей могут быть в длину как несколько метров, так и пару километров. Поэтому несмотря на несомненное богатство запасов технологии добычи и переработки руды могут быть очень сложными. Чтобы максимально эффективно выделить полезные вещества, необходимо найти индивидуальные решения для разных участков массива.

Чтобы решить эту задачу, в 2023 году Министерство науки и высшего образования России, КНЦ РАН и «ФосАгро» подписали трехстороннее соглашение о сотрудничестве, направленное на создание научно-исследовательского центра, с разных сторон исследующего проблему труднообогатимых руд Хибинского массива. За счет средств АО «Апатит»

центр оборудовали самым современным аналитическим и лабораторным оборудованием. После ввода в эксплуатацию компания «ФосАгро» передала его в собственность Российской Федерации с последующей передачей в оперативное управление Кольскому научному центру. Министерство науки и высшего образования РФ поддержало проект, выделив 39 миллионов рублей на ремонт зданий и возведение новых.

Представительная делегация, в состав которой вошли президент Российской академии наук Геннадий Красников, вице-губернатор Мурманской области Елена Дягилева, генеральный директор ПАО «ФосАгро» Михаил Рыбников, прошла по лабораториям центра, пообщалась с его сотрудниками и увидела оборудование в действии. Открывая центр, Геннадий Красников напомнил о важности связи между промышленностью и академической наукой для экономической независимости страны и развития науки:

“ *Сегодня как никогда очень важно, чтобы научные исследования были востребованы, в частности, крупными российскими компаниями. Проблема обогащения*



Геннадий Красников напомнил о важности связи между промышленностью и академической наукой.

Фото Валентина Жиганова

труднообогащаемых апатит-нефелиновых руд сегодня крайне актуальна не только для компании «ФосАгро», но и для экономики страны в целом. И я уверен, что она здесь будет успешно решена.

”

Об эффекте синергии, который возникает при взаимопроникновении науки и производства, сказал генеральный директор Кольского научного центра, академик Сергей Кривовичев:

“ *Важно, что центр будет отрабатывать тот самый промежуточный этап, когда идея переходит в технологию.*

”

Более детально вклад Кольского научного центра в научно-техническое развитие российской Арктики и перспективы его развития, а также новые форматы взаимодействия КНЦ РАН и компании «ФосАгро» обсудили на совещании, в котором приняли участие не только Геннадий Красников, Сергей Кривовичев, Елена Дягилева и Михаил Рыбников, но и другие представители власти, промышленности и науки: главы города Апатиты и апатитской администрации Светлана

Кательникова и Николай Бова, глава Кировского филиала АО «Апатит» Андрей Абрашитов, академик Геннадий Матишов, руководство и ведущие ученые Кольского научного центра.

С природой Хибин, историей освоения минеральных богатств Кольского полуострова, озеленения городов и поселков и основными достижениями ученых Кольского научного центра делегация ознакомилась на экскурсиях по самому наглядному – музею «Хибинариум» и самому зеленому – Полярно-альпийскому ботаническому саду-институту – подразделениям центра, которые провел директор ПАБСИ, заместитель генерального директора КНЦ РАН по научной работе Евгений Боровичев.

Подготовила Надежда Щур

К ЮБИЛЕЮ ЛЮДМИЛЫ ВИКТОРОВНЫ ИВАНОВОЙ

17 января отметила юбилей старший научный сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Людмила Викторовна Иванова.

В 1987 году Людмила Викторовна окончила Ленинградский горный институт по специальности «Экономика и организация геолого-разведочных работ» и начала трудовую деятельность в Институте экономических проблем в должности стажера-исследователя. В 2001 г. окончила аспирантуру ИЭП КНЦ РАН и защитила кандидатскую диссертацию на тему «Формирование институциональной инфраструктуры устойчивого лесопользования в северном регионе».

Сфера научных интересов Людмилы Викторовны – экономические и институциональные аспекты устойчивого использования возобновляемых природных ресурсов Севера и Арктики, институциональные преобразования в лесном секторе Севера РФ, проблемы управления обращения с отходами, вопросы разработки нормативно-правовых и организационно-экономических механизмов предотвращения загрязнения морей Арктики пластиком. Она автор и соавтор более 80 научных публикаций.

В течение многих лет Людмила Иванова являлась одним из основных организаторов и участников международного научного сотрудничества Института экономических проблем, руководила отделом международного сотрудничества ИЭП. С 1997 года входила в состав организационного комитета международного путешествующего исследовательского симпозиума Calotte Academy («Академия Калотта»), посвященного вопросам устойчивого развития Арктики, который в течение более 30 лет ежегодно проводился на базе ИЭП. Принимала участие в организации многих других международных научно-практических мероприятий, проходивших в ИЭП.



Людмила Викторовна участвовала в качестве исполнителя и руководителя во многих международных исследовательских проектах, которые осуществлялись в сотрудничестве с научными организациями стран Северной Европы, других государств и были посвящены актуальным вопросам развития Севера и Арктики. В последние годы принимала активное участие в работе Международной тематической сети Университета Арктики по пластиковому загрязнению в Арктике. Внесла большой вклад в развитие международных связей ИЭП КНЦ РАН. Ее знания, опыт, умение взаимодействовать с представителями разных сфер и культур востребованы и сегодня.

На протяжении многих лет Людмила Викторовна успешно совмещала научную деятельность с педагогической, преподавала в Апатитском филиале Санкт-Петербургского инженерно-экономического университета. Была членом экзаменационной комиссии по иностранному языку аспирантуры ФИЦ КНЦ РАН.

За достижения в научной и научно-организационной деятельности награждена Почетной грамотой РАН, благодарностями и благодарственными письмами, ей присвоено почетное звание «Ветеран труда».

Людмила Иванова – коммуникабельный, дружелюбный, умеющий найти общий язык человек. Ее чувство такта, способность к компромиссу, юмор, талант увидеть в повседневной жизни повод для улыбки и поделиться этим с другими высоко ценят друзья и коллеги.

Коллектив Института экономических проблем сердечно поздравляет Людмилу Викторовну с юбилеем и желает крепкого здоровья, успехов в работе, хорошего настроения, счастья и благополучия!

К ЮБИЛЕЮ НИКОЛАЯ ВАСИЛЬЕВИЧА СИДОРОВА

31 января исполнилось 75 лет главному научному сотруднику, заведующему сектором колебательной спектроскопии и структурных исследований лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Николаю Васильевичу Сидорову.

Николай Васильевич в 1970 году с отличием закончил физико-технический факультет Тульского государственного педагогического института. В 1985 году стал кандидатом физико-математических наук по специальности «Оптика». С января 1988 года работает в ИХТРЭМС КНЦ РАН, начав со старшего научного сотрудника и продолжив научный рост до заведующего сектором и главного научного сотрудника. Доктор физико-математических наук с 1999 года. Тема его диссертации – «Спектроскопия комбинационного рассеяния света кристаллов с разупорядоченными фазами».

Николай Сидоров плодотворно работает в смежных областях физики и химии твердого тела и физического материаловедения, развивая новые подходы к решению фундаментальной научной проблемы физики кон-

денсированного состояния и технологии керамических и кристаллических материалов, связанной с пониманием природы формирования и эволюции разупорядоченных состояний (микро- и наноструктур, кластеров, точечных и протяженных дефектов различной природы, лазерно-индуцированных дефектов) в кристаллических средах и их влиянием на нелинейно-оптические, диэлектрические и фоторефрактивные характеристики материалов. Его исследования также направлены на разработку аппаратуры и постановку оригинального прецизионного физического эксперимента, совершенствование и развитие методов исследования структуры и свойств керамических и монокристаллических материалов электронной техники.

Научную работу Николай Васильевич успешно сочетает с педагогической: в аспирантуре института преподает курс «Фундаментальные научные основы технологии монокристаллических и керамических материалов электронной техники», а в магистратуре Кольского научного центра – курс «Строение вещества».

Наряду с научными исследованиями он ведет большую научно-организационную

и общественную работу: является заместителем председателя Диссертационного совета при ИХТРЭМС КНЦ РАН по специальности «Технология неорганических веществ», состоит в Диссертационном совете при Петрозаводском государственном университете по специальностям «Физика конденсированного состояния» и «Физическая электроника» и ученом совете Института химии, является членом редколлегии международного журнала «Journal on Selected Topics in Nano Electronics and Computing» и редакционного совета по книжным изданиям при Кольском научном центре. Много раз входил в организационные комитеты и руководил секциями отечественных и международных научных конференций. Неоднократно редактировал сборники тезисов и трудов конференций, а также выступал на отечественных и международных конференциях с приглашенными пленарными докладами.

Николай Сидоров является научным руководителем восьми кандидатов наук и научным консультантом двух докторов наук по специальностям «Технология неорганических веществ», «Физическая электроника», «Физика конденсированного состояния», «Оптика».

Имеет более 900 научных публикаций в ведущих отечественных и зарубежных журналах, в сборниках статей и в материалах конференций, 14 монографий и три фундаментальных учебных пособия для магистрантов и аспирантов. Более 250 научных статей им опубликовано в отечественных и зарубежных журналах и изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus.

Результаты научных исследований Николая Васильевича многократно входили в число важнейших достижений Российской академии наук. Он отмечен почетными грамотами Президиума и профсоюза Россий-



ской академии наук, Президиума Кольского научного центра РАН, грамотами и благодарностями губернатора Мурманской области, грамотами Российской и Польской академий наук. За большой вклад в совершенствование и развитие химии и технологии материалов электронной техники, в исследование их структуры и свойств удостоен звания «Заслуженный химик Российской Федерации» и нагрудного знака «Почетный наставник».

Николай Сидоров замечателен и как ученый, и как человек. Руководитель, наставник, советчик – умный и добросердечный. Коллектив Кольского научного центра поздравляет Николая Васильевича с юбилеем и желает здоровья, радости, выполнения намеченных планов и новых профессиональных успехов!

К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ЮРЬЕВНЫ ПРОХОРОВОЙ

26 февраля отпраздновала свой юбилей старший научный сотрудник Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, кандидат технических наук Татьяна Юрьевна Прохорова.

Татьяна Прохорова в 1986 году окончила Московский институт тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова по специальности «Химическая технология редких и рассеянных элементов» и с тех пор работает в Институте химии: сначала стажером-исследователем, старшим лаборантом, инженером, затем на научных должностях, начиная с младшего научного сотрудника. Ученая степень кандидата технических наук была присуждена ей в 2006 году за работу по теме «Технология танталовых конденсаторных порошков с зарядом 8000-14000 мкКл/г».

Основное направление исследований Татьяны Юрьевны – получение высокочемических конденсаторных порошков тантала и ниобия металлургическим методом. В составе научного коллектива она выполнила комплекс исследований, на основе которых были разработаны и переданы в АО «Чепецкий механический завод» исходные данные для проектирования первого в России промышленного производства порошков тантала конденсаторного класса. При ее непосредственном участии совместно с НИИ «Гириконт» были разработаны технические условия на порошки танталовые конденсаторные различных классов: К-10, К-12, К-14, К-80, К-90, К-100 и К-120. Была исполнителем в трех проектах РФФИ: исследовала восстановление продуктов переработки лопаритового концентрата для создания малоотходной и экологически более безопасной технологии конденсаторного танталового порошка, изучала закономерности формирования и разделения фаз в процессе металлургического восстановления оксидных соединений тугоплавких металлов для создания технологии получения высокодисперсных порошков этих металлов и разрабатывала металлургический способ



получения нанодисперсных порошков бинарных сплавов тугоплавких металлов.

Татьяна Прохорова активно занимается научно-организационной и общественной деятельностью. Она является членом экзаменационных комиссий по английскому языку и специальности «Металлургия черных, цветных и редких металлов» в аспирантуре Кольского научного центра и ученым секретарем диссертационного совета по защите диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук при КНЦ РАН. В течение нескольких лет возглавляла профсоюзный комитет Института химии. Татьяна Юрьевна награждена Почетными грамотами РАН, благодарностью губернатора Мурманской области, медалью «300 лет РАН», имеет звания «Ветеран труда» и «Ветеран ИХТРЭМС». Она автор более 150 научных работ, в том числе восьми изобретений. Татьяну Прохорову отличают широкая эрудиция и глубокие профессиональные знания. В коллективе она пользуется заслуженным авторитетом.

Дорогая Татьяна Юрьевна! От всего сердца поздравляем вас с юбилеем, желаем счастья и здоровья, долгих лет жизни и новых научных успехов!

К ЮБИЛЕЮ АНАТОЛИЯ ИВАНОВИЧА НИКОЛАЕВА



3 марта отметил восьмидесятилетний юбилей заместитель директора по научной работе Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева, член-корреспондент Российской академии наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук Анатолий Иванович Николаев.

Анатолий Иванович – известный ученый, специалист в области химии редких элементов и создания новых технологических процессов переработки редкометалльного сырья. Результаты его фундаментальных и прикладных исследований в области комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов легли в основу научного обоснования соз-

дания Кольского химико-технологического кластера. Он предложил и развил комбинированные схемы переработки, открывающие путь к освоению нетрадиционных видов титанового и редкометалльного сырья, разработал базовый пакет комбинированных схем переработки сырья, научные основы организации производства из горнопромышленных отходов высокотехнологичных продуктов, включающих сварочные материалы, не имеющие аналогов в отечественной и зарубежной практике, сорбенты, пигменты, наполнители, соединения редких металлов. По итогам его исследований в Мурманской области начато производство новых концентратов как компонентов сварочных материалов. Его исследования находятся на высоком уровне и получили заслуженное признание мировой и отечественной научной общественности благодаря первостепенным достижениям как фундаментального, так и прикладного характера. Они неоднократно включались в число важнейших достижений Россий-

ской академии наук, были поддержаны Российским фондом фундаментальных научных исследований, федеральными целевыми программами, программами Президиума Российской академии наук.

Анатолий Иванович представляет Кольскую научную школу технологов в России и за рубежом – он неоднократно входил в состав оргкомитетов российских и международных конференций. Анатолий Николаев выполняет большой объем научно-организационной и преподавательской работы, является членом Ученых советов ФИЦ КНЦ РАН и его обособленного подразделения ИХТРЭМС КНЦ РАН, возглавляет диссертационный совет при ФИЦ КНЦ РАН по двум научным специаль-

ностям, членом бюро Научного совета Кольском научном центре по химической технологии, является заместителем председателя секции Научного совета РАН по металлургии и металловедению, членом Научного совета по неорганической химии и по керамическим материалам, членом комиссии по технологической минералогии Российского минералогического общества, состоит в редколлегиях журналов «Вестник Кольского научного центра РАН», «Труды Кольского научного центра Российской академии наук: Технические науки», «Химическая технология», «Цветные металлы», «Север и рынок», «Вестник геонаук Коми НЦ УрО РАН», «Вестник Томского государственного университета: Химия».

С 2010 года по 2021 год был организатором и руководителем Центра наноматериаловедения Кольского научного центра.

Анатолий Иванович активно занимается подготовкой кадров высшей квалификации для Мурманской области, с 2006 по 2014 год он являлся заместителем заведующего и профессором кафедры химии и строительного материаловедения Апатитского филиала Мурманского государственного технического университета, а с 2015 по 2019 год заведовал кафедрой, работал в составе государственных экзаменационных комиссий. Сейчас он является профессором Мурманского арктического университета, ведет большую работу по организации учебного процесса с привлечением студентов к исследовательской работе.

С 2006 года Анатолий Иванович был организатором и сопредседателем восемнадцати ежегодных региональных научно-технических конференций (школ) для студентов, аспиран-

тов и молодых специалистов «Научно-практические проблемы в области химии и химических технологий». Под его руководством подготовлено более 30 специалистов-химиков, успешно защищены десять кандидатских диссертаций, работают 3 аспиранта.

Он автор 740 научных работ, из них – девяти монографий, двух учебных пособий, 73 патентов.

Анатолий Иванович удостоен Государственной премии в области науки и техники, почетного звания «Заслуженный деятель науки РФ», ученого звания профессора, избран членом-корреспондентом Российской академии наук. Его имя занесено в книгу Почета Мурманской области. Научные успехи и неустанный труд Анатолия Николаева не раз отмечали Благодарностью Российской академии наук, Почетной грамотой Губернатора Мурманской области, дипломом администрации г. Апатиты о признании победителем в номинации «Ученые, внесшие особый вклад в развитие отечественной науки», подарком мэра г. Апатиты, Почетной грамотой Министерства образования и науки Мурманской области, Благодарственным письмом Мурманской областной Думы, знаком отличия «За заслуги перед Мурманской областью», Почетной Грамотой КНЦ РАН, медалью «За отличие» АО «Гиредмет им. Н.П. Сажина, медалью «За вклад в реализацию государственной политики в области научно-технологического развития» Минобрнауки РФ.

Дорогой Анатолий Иванович! От всего сердца поздравляем вас с юбилеем, желаем счастья и здоровья, долгих лет жизни и новых достижений во всех областях вашей многогранной деятельности!

К ЮБИЛЕЮ МАРИИ ЮРЬЕВНЫ НОВОЖИЛОВОЙ



20 апреля отметила юбилей Мария Юрьевна Новожилова. Мария Новожилова работает в Кольском научном центре с 1994 года: сначала в Институте проблем промышленной экологии Севера, с 1995 по 2019 год – в Горном институте инженером и научным сотрудником лаборатории геоэкологических технологий, а с 2019 года является ведущим инженером Центра физико-технических проблем энергетики Север КНЦ РАН.

В Горном институте Мария Юрьевна участвовала в научных исследованиях по восстановлению природных экосистем, нарушенных при освоении георесурсов, и работах по мониторингу и оценке состояния атмосферы внутрикарьер-

ного пространства при ведении горных работ, стала соавтором многих научных публикаций и отчетов по бюджетным и хоздогорным работам. За годы работы в институте она проявила себя инициативным и ответственным сотрудником, заслуженно пользовалась уважением и отзывчивостью коллег.

Обязанности в Центре физико-технических проблем энергетики Севера у Марии Новожиловой очень разнообразные и сложные. Это обеспечение хозяйственного обслуживания зданий и помещений, участие в разработке планов текущих и капитальных ремонтов, руководство работой обслуживающего персонала, закупки, координация деятельности по гражданской обороне, противопожарной и антитеррористической безопасности, мероприятия по охране труда и технике безопасности.

Многолетний добросовестный труд на благо отечественной науки Марии Юрьевны отмечен Почетной грамотой РАН и Профсоюза работников РАН, Почетными грамотами ГоИ КНЦ РАН, Памятной медалью «85 лет Мурманской области». За длительную и активную работу в профсоюзе – Почетной грамотой Совета профсоюза Мурманской организации работников РАН.

Коллектив Кольского научного центра сердечно поздравляет Марию Юрьевну с днем рождения и 30-летием трудовой деятельности в КНЦ РАН, желает крепкого здоровья, успехов в работе, счастья и благополучия!

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА АЛЕКСЕЕВИЧА МАСЛОБОВЕВА

29 мая отметил свое 75-летие доктор технических наук, главный научный сотрудник лаборатории Междисциплинарных эколого-экономических исследований Института проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, советник генерального директора Кольского научного центра РАН Владимир Алексеевич Маслобоев.

Владимир Алексеевич родился в поселке Маймакса Архангельской области. В 1972 году с отличием окончил Московский институт тонкой химической технологии имени М. В. Ломоносова и начал свою трудовую деятельность в Кольском научном центре. В Институте химии и технологии редких элементов и минерально-го сырья, прошел путь от старшего лаборанта

до заместителя директора по научной работе. С 2001 по 2016 годы возглавлял Институт проблем промышленной экологии Севера, который под его умелым руководством успешно решал многие фундаментальные и практические задачи экологии северных территорий.

Сфера научных интересов Владимира Маслобоева – химическая технология минерального сырья Кольского полуострова, разработка технологий охраны окружающей среды. За годы своей работы он разработал научные основы комплексной переработки нетрадиционного сырья, создал новые методы и технологии, принимал и продолжает активно участвовать в решении конкретных задач по предотвращению экологического ущерба в региональном природопользовании и восстановлению нарушенных экосистем. Автор более полусотни научных работ, 38 патентов и 13 монографий.

Владимир Алексеевич является членом диссертационных советов при Кольском научном центре по экономическим и техническим наукам, состоит в Экспертном совете по законодательству Крайнего Севера и Арктической зоны при Государственной Думе Российской Федерации, выступает в качестве эксперта Российской академии наук, Центра экологической промышленной политики Минпромторга РФ по наилучшим доступным технологиям, Федерального реестра экспертов научно-технической сферы. Успешно сочетая научную работу с преподавательской деятельностью, он работает в должности профессора в филиале Мурманского Арктического университета в г. Апатиты, руководит магистерской программой по прикладной геоэкологии.

Его упорный плодотворный труд и большой вклад в развитие экологических исследований в регионе неоднократно были отмечены высокими наградами: Орденом Дружбы, медалью «За доблестный труд», медалью Министерства науки и высшего образования РФ «За безупречный труд и отличие» III степени, памятной медалью «85 лет Мурманской области», почетными грамотами Мурманской областной Думы, губернатора Мурманской области, Российской академии наук, Министерства образования и науки Мурманской области, Министерства природных



ресурсов и экологии Мурманской области, благодарностью Мурманской областной Думы, благодарственным письмом ФИЦ КНЦ РАН, почетным знаком Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, региональным знаком «За заслуги перед Мурманской областью». В 2024 году Владимиру Алексеевичу присвоили звание почетного гражданина Мурманской области.

Обладая глубоким опытом, обширными и системными научными знаниями, незаурядной эрудицией, талантом блестящего рассказчика и тактичного советчика, Владимир Маслобоев пользуется глубоким уважением сотрудников Кольского научного центра.

Поздравляем вас, Владимир Алексеевич, с замечательным юбилеем! Желаем в наступившую пору зрелости достичь еще больших высот и продолжать плодотворно трудиться на ниве российской науки. Пусть ваши научные изыскания принесут большую пользу обществу, а вам – подарят моральное удовлетворение, радость и уважение! Здоровья, новых творческих успехов, неисчерпаемого оптимизма, реализации всех намеченных планов, вдохновения и поддержки верных друзей и самых широких перспектив для дальнейшей плодотворной работы!



К ЮБИЛЕЮ ВИКТОРА ВЛАДИМИРОВИЧА СНЕГОВА

6 июня отметил 70-летний юбилей управляющий делами ФИЦ КНЦ РАН, депутат Совета депутатов города Апатиты, заслуженный работник транспорта Российской Федерации Виктор Владимирович Снегов.

В 1981 году Виктор Владимирович окончил Ленинградскую лесотехническую академию им. С. М. Кирова по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности».

Более полувека он работает в Кольском научном центре, начав с должности лаборанта лаборатории контрольно-измерительных приборов, позднее – начальника отдела управления делами, заместителя председателя КНЦ РАН по общим вопросам. За эти годы Виктор Снегов внес весомый вклад в сохранение и развитие технических служб нашего научного центра, проявив блестящие организаторские способности в условиях ограниченных финансовых и материальных средств. Много лет он вкладывает все свои силы в развитие и поддержа-

ние социальной инфраструктуры, укрепление материальной базы и улучшение организации работы технических служб КНЦ РАН.

За самоотверженный труд Виктора Владимировича неоднократно поощряли благодарностями, грамотами, наградами различных уровней. В 2021 году ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник города Апатиты».

Умение быстро решать сложные задачи, найти подход к любому человеку, такт и уважение к каждому работнику отличают Виктора Снегова как неравнодушного и талантливого руководителя. Он неустанно борется с несправедливостью как в рабочих делах, так и на должности депутата, вникает в самые, казалось бы, мелкие вопросы, поскольку считает, что мелочей в руководящей работе не бывает.

Уважаемый Виктор Владимирович! В этот замечательный день примите наши поздравления и пожелания крепкого здоровья, сил и бодрости духа на долгие годы!



К ЮБИЛЕЮ СЕРГЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА КУЗНЕЦОВА

6 июня отметил 70-летие доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Сергей Александрович Кузнецов.

Сергей Александрович – специалист с мировым именем в области электрохимических исследований в расплавленных солевых системах, вошедший в 2% наиболее цитируемых ученых мира, один из самых цитируемых в области электрохимии солевых расплавов. Он внес большой вклад в разработку электрометаллургических методов получения редких металлов и создание на их основе композиционных материалов.

Результаты его исследований легли в основу принципиально новых технологий и усовершенствования существующих промышленных процессов, связанных с авиационной и космической техникой, атомной и водородной энергетикой, порошковой ме-

таллургией, электронной и химической промышленностью, большинство разработанных им технологических процессов нашло практическое применение. Так, в Российской космической корпорации «Энергия» применяют токопроводящие жилы из сплава меди с ниобиевыми покрытиями, предотвращающие сублимацию меди при высоких температурах и глубоком вакууме, высокотемпературные припои системы медь - гафний. Полученный в ходе промышленных испытаний в открытом акционерном обществе «Чепецкий механический завод» электролитический порошок ниобия успешно использован для получения ниобий-циркониевого сплава – материала для тепловыделяющих элементов. Научно-производственное объединение «Композит» успешно освоило технологию получения бездефектных изделий из титановых сплавов методом горячего изостатического прессования с применением стеклокерамических оболочек с барьер-

ными покрытиями. Значительный вклад Сергей Александрович внес и в технологию электролитического получения порошка гафния. По его разработкам синтезированы стабильные, высокоактивные катализаторы нового поколения, с использованием которых был создан микроструктурированный реактор для водородной энергетики. Изделия промышленной химической аппаратуры с покрытиями из ниобия эксплуатируются в течение длительного времени компаниями «Титан», «Апатит», а узлы насосов с защитными покрытиями – обществом с ограниченной ответственностью «Новые технологии». Созданная Сергеем Кузнецовым уникальная конструкция ротора криогенного гироскопа позволяет значительно снизить дрейфовые ошибки в навигационных системах и повысить точность определения пространственных координат движущихся объектов.

Сергей Александрович принимает активное участие в международном сотрудничестве. Он руководил с российской стороны совместными исследованиями с Университетом Прованса во Франции, Технологическим Университетом Эйндховена в Нидерландах, Институтом неорганической химии Словацкой Академии наук, неоднократно входил в состав оргкомитетов международных и российских конференций по расплавленным солям и ионным жидкостям, читал лекции во многих университетах мира, работал в университетах и институтах Венгрии, Норвегии, Германии, Японии, Франции, а также прочитал курс по синтезу материалов в солевых расплавах в Венгрии на научной школы для аспирантов из 22 стран «Европейская кооперация в науке и технологии». Он является рецензентом высокорейтинговых зарубежных журналов «Electrochimica Acta», «Journal of The Electrochemical Society», «Coatings», «Surface and Coating Technology» и других.

Неоднократно Сергей Кузнецов руководил грантами Российского фонда фундамен-

тальных исследований и проектами по программам фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук. Он является рецензентом Российского научного фонда, членом Ученого совета института и диссертационного совета при ФИЦ КНЦ РАН, состоит в редколлегиях важных научных изданий: «Журнал прикладной химии», «Перспективные материалы», «Расплавы», «Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки». Автор шести монографий, 12 глав в книгах, свыше 400 статей, имеет совместные публикации с учеными из 12 стран мира.

Сергей Александрович активно занимается подготовкой кадров высшей квалификации в аспирантуре Кольского научного центра, где является профессором, читает лекции по специальным дисциплинам и руководит научно-исследовательскими работами аспирантов. Под его руководством защищены четыре кандидатские диссертации, участвовал он и в подготовке трех диссертационных работ за рубежом. В 2023 году ему присвоено ученое звание профессора.

С 2016 по 2023 год Сергей Александрович возглавлял институт, эффективно координируя разработки от фундаментальных вопросов до внедрения в практику для решения важнейших задач общегосударственного значения. За годы его руководства институт улучшил наукометрические и финансовые показатели. За плодотворную деятельность по развитию науки и большой вклад в создание новых технологических процессов он удостоен Ордена Дружбы и почетного звания «Заслуженный металлург Российской Федерации».

Поздравляем вас, Сергей Александрович, с замечательным юбилеем и желаем новых творческих свершений, научных открытий и реализации самых смелых планов!

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ПАВЛОВИЧА КОВАЛЕВСКОГО

11 июня исполнилось 80 лет начальнику отдела патентной и изобретательской работы Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Владимиру Павловичу Ковалевскому.

Родился Владимир Павлович в Мурманской области – в городе Кировск, окончил Ленинградский ордена Ленина кораблестроительный институт по специальности «Автоматика и телемеханика», Государственные курсы английского языка при Ленинградском доме офицеров, а также Центральный институт повышения квалификации в области патентной работы. В Институте химии он работает уже полвека, а в Кольском научном центре – 57 лет.

Владимир Ковалевский – блестящий специалист в области правовой защиты результатов научных исследований и патентной работы. Он проводит большую работу по закреплению интеллектуальной собственности на результаты исследований. С 1975 по 2024 год при его непосредственном участии оформлено более 300 заявок на изобретения ИХТРЭМС КНЦ РАН и 40 заявок на изобретения Геологического и Горного институтов, а также Полярного геофизического института. С гордостью подчеркнем: его уровень выдачи авторских свидетельств СССР и патентов Российской Федерации составляет 100%, что говорит о высочайшей квалификации! Возглавляемый Владимиром Павловичем отдел патентной и изобретательской работы Института химии по оценке Роспатента и Счетной палаты РФ входил в десятку лидеров среди научных организаций Российской академии наук.

При личном участии Владимира Павловича 21 изобретение института защищено в 29



странах 114 зарубежными заявками и патентами, по многим технологическим разработкам института заключены контракты и приобретены лицензии итальянскими, австралийскими, австрийскими, американскими и другими зарубежными фирмами. В частности, с 1999 по 2011 год Институт химии самостоятельно и совместно с другими организациями Российской Федерации заключил десять лицензионных соглашений на общую сумму 3,56 миллионов долларов США.

По запатентованным при участии Владимира Ковалевского технологиям в АО «Карельский окатыш», ОАО «Апатит», ОАО «Олкон» изготовили и испытали 950 тонн водосодержащего взрывчатого вещества «Акватол Т-20ГК», освоили его производство. «Акватол Т-20ГК» рекомендован к постоянному применению.

Владимир Павлович является соавтором 22 авторских свидетельств СССР и патентов Российской Федерации, многие которых использована в производстве. Ряд изобретений использует Кольская горно-металлургическая компания. По лицензионному договору с институтом о передаче права на использование изобретения на опытно-промышленной установке предприятия освоили новую гидрохлоридную технологию кобальтовых концентратов и получили более тысячи тонн основного

карбоната кобальта и около тысячи тонн электролитного металла.

Владимир Ковалевский всегда был и остается неравнодушным человеком. Долгое время он занимался общественной работой. С 1976 по 1991 год возглавлял Консультационный пункт при Кировском городском Совете Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов. Он награжден бронзовой медалью Выставки достижений народного хозяйства СССР, ему присвоено звание «Почетный член Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов». За создание изобретений, имеющих важное государственное значение и их практическую реа-

лизацию в Российской Федерации и за рубежом, крупный вклад в технический прогресс и многолетнюю плодотворную изобретательскую деятельность в 2019 году удостоен почетного звания «Заслуженный изобретатель Российской Федерации». Владимир Павлович пользуется большим уважением за широкий кругозор в своей области, работоспособность и настойчивость в достижении цели, доброжелательное отношение к коллегам.

От всей души мы поздравляем вас, Владимир Павлович, со знаменательным юбилеем, желаем творческой активности, успехов, здоровья и благополучия!

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ПОРФИРЬЕВИЧА ГУМЕННИКОВА

29 июня исполнилось 75 лет со дня рождения ведущего инженера отдела геомеханики Горного института Владимира Порфирьевича Гуменникова.

В 1972 году Владимир Гуменников окончил шахтостроительный факультет Ленинградского горного института и уже 49 лет работает в Горном институте на научных и инженерных должностях.

Сейчас Владимир Порфирьевич занимается лабораторным изучением физических свойств горных пород месторождений Кольского региона. Он является признанным специалистом в сфере разработки и совершенствования методических принципов и технологии проектирования систем разработки рудных месторождений, угрожаемых по горным ударам, и в исследованиях физических свойств горных пород в натуральных условиях Творческая группа, в которую он входит, разработала и испытала разные варианты систем разработки с закладкой выработанного пространства и применением самоходного оборудования на подземных рудниках Ловозерского ГОКа – результаты этих исследований реализованы в виде проек-



тов отработки участков Ловозерского редкометального месторождения подземным способом.

Коллеги знают Владимира Гуменникова как опытного и добросовестного специалиста высокой квалификации, ответственного, отзывчивого и просто очень хорошего человека.

Дорогой Владимир Порфирьевич! Примите наши поздравления и пожелания долгих лет жизни, крепкого здоровья, несокрушимого жизнелюбия и оптимизма и неиссякаемого интереса ко всему, что вас окружает!



«УДИВИТЕЛЬНАЯ ДЕНДРОЛОГИЯ» – НОВАЯ КНИГА БОТАНИКОВ ИЗ ПАБСИ ¹

Может ли быть информативной и интересной книга, которая содержит много фотографий и мало текста? Конечно же, может, если текст написан простым и ясным языком, а фотографии не просто иллюстрируют, но и дополняют его. Небольшая (всего 58 страниц) «Удивительная дендрология», вышедшая в Санкт-Петербургской типографии «Лесник» под конец 2023 года, – отличный пример такой книги. Издана она по решению редакционно-издательского совета Кольского научного центра, ее авторы Олеся Зотова, Ирина Липпонен и Оксана Гончарова много лет работают в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте КНЦ РАН. Книга рассказывает о наиболее ярких представителях коллекции древесных растений, произрастающих на Экспериментальном участке Полярно-альпийского ботанического сада-института.

Чаще всего, говоря о ботаническом саду-институте, мы представляем себе долину реки Вудъяврйок, склоны Вудъяврчорра, оранжерею с коллекцией тропических и субтропических растений. Но не стоит забывать о том, что вблизи Апатитов располагается большая – 33,3 гектара – Экспериментальный участок, созданный еще в 1950-е годы для выращивания и научного наблюдения за адаптацией древесных растений к условиям Заполярья. На его территории произрастает более восьми сотен деревьев и кустарников, относящихся к 265 видам, среди которых немало эндемиков, привезенных из естественных местообитаний. Средний возраст обитателей коллекции – 34–35 лет. За это время ученые выявили особенности развития «чужаков» на Крайнем Севере, разобрались в механизмах их адаптации к непривычному климату. Долгие годы попасть

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

сюда человек «с улицы» не могу, но сейчас коллекция открыта для всех желающих. С июня по сентябрь здесь проходят организованные групповые экскурсии.

«Удивительная дендрология» призвана подготовить читателя к посещению Экспериментального участка. Для каждого растения указаны основные его особенности и экологические характеристики, год помещения его в коллекцию, а также периоды цветения и плодоношения и зимостойкость при выращивании в нашем регионе. В конце приведены список литературы, к которой можно обратиться за дополнительными сведениями, и алфавитный указатель с русскими и латинскими названиями, а на развороте обложки – карта-схема Экспериментального участка. Кроме того, авторы снабдили каждую заметку любопытными фак-

тами о представителях коллекции. Поэтому читать книгу будет интересно и тем, кто хочет спланировать поездку на Экспериментальный участок, и северным садоводам, и широкому кругу любителей природы. Станет она и отличным подарком: приятный квадратный формат, плотная матовая бумага, приятный дизайн, легко читаемый шрифт и удобные иконки превращают чтение в настоящее наслаждение. Вы научитесь легко отличать сорта шиповника и сирени, узнаете, как выглядит заполярный дуб и можно ли есть ягоды жимолости.

Издание можно купить в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте: как в экскурсионной кассе на Кировской площадке, так и в офисе в Апатитах (Академгородок, 18А).

Подготовила Надежда Щур.

ЭЛЕМЕНТЫ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ: КТО И КАК ИСКАЛ ИХ НА КОЛЬСКОМ ¹

Большая история человека и коллектива

В последние годы вновь заговорили об освоении месторождения Федорова Тундра – в 80 километрах к востоку от Апатитов планируется создание горно-обогатительного комбината в два карьера и обогатительную фабрику для добычи и обогащения медно-никелевой с платиноидами руды и выпуска концентрата, содержащего металлы платиновой группы.

Но с чего и когда все начиналось на Федорово-Панском комплексе? Об этом во всех подробностях рассказано в книге «Кольская платинометалльная провинция», вышедшей в 2023 году в издательстве Кольского научного центра. Монография включает статьи академика РАН, профессора Феликса Митрофанова, а также работы его учеников и последовате-

лей, ученых Геологического института Кольского научного центра.

Феликс Петрович Митрофанов – один из крупнейших советских и российских ученых в области фундаментальных и прикладных исследований геологии, петрологии, тектоники, геохронологии и металлогении докембрия. Впервые с Заполярьем он встретился еще студентом геологического факультета Ленинградского государственного университета: в середине 1950-х побывал на практиках на Беломорском комплексе Карелии и Кольского полуострова.

Спустя тридцать лет, в январе 1986 года Феликс Митрофанов возглавил Геологический институт Кольского научного центра АН СССР (позже Российской академии наук). Так началась его работа в Апатитах, где ученый жил и трудился до конца жизни, занимая, в том чис-

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

ле, должности главного научного сотрудника, консультанта-советника РАН.

Главной фундаментальной темой исследований выдающегося российского геолога и организатора науки было развитие концепции мантийных плюмов применительно к северо-восточной части Балтийского щита. Эта концепция объясняет широкое проявление основного магматизма на значительном удалении от границ литосферных плит. Таким образом ученый обосновал выделение Восточно-Скандинавской базитовой обширной изверженной провинции и ее составной части – Кольской платинометалльной провинции.

Большое внимание Феликс Петрович уделял и современным методам анализа. Благодаря геохронологическим исследованиям как по традиционным, так и по новым методикам удалось наметить объекты, наиболее перспективные на обнаружение промышленно значимых концентраций стратегических металлов, прежде всего палладия и платины.

Стратегически приоритетные

Интрузивный расслоенный комплекс основных и ультраосновных пород на Федорово-Панских тундрах в центральной части Кольского полуострова изучали начиная с конца XIX века. Поиски проводились тут и весь советский период, с конца 1920-х по 1980-е, но богатых руд найдено не было. Однако, благодаря полученной предшественниками информации, Феликс Митрофанов смог теоретически обосновать и затем подтвердить наличие руд металлов платиновой группы. Используя метод изотопного анализа удалось выявить рудную перспективность Восточно-Скандинавской платиновой рудной провинции, не проводя на ранних стадиях буровые работы и геохимическое апробирование.

С 1986 года в Геологическом институте началось максимально детальное изучение комплексного сырья Федорово-Панской интрузии, ведь анализ мировой геологической литературы и знание ряда особенностей месторождений в Южной Африке и Северной Америке подсказывали Митрофанову и его коллегам, что нужно искать новый, ма-



лосульфидный тип платинометалльных месторождений в глубинных магматических породах, которые широко распространены в российской и финской частях Балтийского щита. Начались интенсивные поисково-разведочные работы конкретно на элементы платиновой группы и в 1989 году на участке Сулейпахк в зоне нижнего расслоенного горизонта Западно-Панского массива специалисты ГИ КНЦ РАН смогли собственной буровой установкой пробурить четыре скважины, которые пересекли четыре интервала с комплексной ЭПГ-минерализацией. Анализ полученных материалов позволил Феликсу Петровичу выдвинуть предположение о существовании Кольской платинометалльной провинции.

Результатом всех проведенных работ стало открытие и постановка на государственный баланс трех месторождений ЭПГ – Федоровотундровского, Киевей и Восточного Чуарвы, первое из которых является крупнейшим в Европе.

Уникальная по масштабам Восточно-Скандинавская рудная провинция занимает территорию размером более 200 тысяч квадратных километров и простирается на Кольском полуострове, в Карелии и восточной Финляндии. Ее месторождения содержат палладий, платину, золото и родий, никель и медь. После Норильской она – вторая по значимости в России по промышленному содержанию платинометаллических руд.

Палладий и платина – стратегически приоритетные металлы. На палладию базируется водородная и гелиевая энергетика, автомобильная, авиационная, космическая промышленность.

Годы, отданные Северу

Большая статья в книге «Кольская платинометаллическая провинция» посвящена роли личности Феликса Митрофанова. С его приходом на пост директора Геологического института в нем появились новые научные направления, например, работа над созданием геологических карт региона и связанных с ними геохронологических исследований. В 2001 году создан и успешно работает по сей день Кольский центр коллективного пользования геохронологических и изотопно-геохимических исследований. Кроме того, Феликс Петрович с 1996 года возглавлял комплексные научные исследования алмазности Кольского региона, и впервые найденные в их ходе зерна алмаза позволили обосновать выделение перспективных районов на Белом море. Он развивал и прикладные исследования разноплановых геологических объектов, например, элитных облицовочных материалов или нефтегазовых запасов шельфа Баренцева моря.

В рамках геологического изучения древнейших структур Балтийского щита по инициативе Феликса Петровича был создан Воче-Ламбинский геодинамический полигон, а комплексное исследование разреза Кольской сверхглубокой скважины позволило получить данные о минеральном и химическом составе горных пород и их физических свойствах, внести коррективы в представления о глубинном строе-

нии и развитии земной коры северной части Балтийского щита.

В постперестроечное время, в условиях кадрового сокращения и финансовой нестабильности, институту удалось перестроить свою работу, расширить международное сотрудничество, наладить связь фундаментальной и прикладной науки. Так, сочетая научное предвидение и деловую хватку, Феликс Митрофанов вместе с коллегами создал в 1991 году на базе Геологического института малое инновационное предприятие «Пана», которое позволило интенсивно проводить поисково-разведочные работы на элементы платиновой группы, привлекая крупные инвестиции. И уже через несколько лет были научно обоснованы и апробированы комплексные поисковые индикаторы новых промышленных месторождений родий-платиново-палладиевых, кобальт-медно-никелевых и хромовых руд на Кольском полуострове.

За научное обоснование и открытие крупных месторождений платино-палладиевых руд на Кольском полуострове в 2011 году академик РАН Феликс Митрофанов стал лауреатом Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий.

От массива до минерала

В книге, которая начинается с общего описания концепции мантийных плюмов, приведены результаты исследований по геологии, минералогии, геохимии, изотопии главных объектов Кольской платинометаллической провинции: Федорово-Панского, Мончегорского, Имандровского комплексов. Приведены результаты разноплановых фундаментальных исследований, большая часть которых проходила под руководством Феликса Митрофанова. Отдельные главы посвящены подробному описанию месторождений Киевей (Западно-Панский массив) и Восточное Чуарвы (Восточно-Панский массив), запасы руды и металлов в которых оценены, защищены и поставлены на государственный баланс.

Рассказано в монографии и о Федорово-тундровском массиве, мировыми аналогами которого по запасам элементов платиновой

группы являются Платриф Бушвельдского комплекса в ЮАР, комплекс Койллисмаа в северной Финляндии, месторождения комплекса Ист Булл Лэйк в Канаде. Здесь можно узнать о геологическом строении массива, петрографической характеристике. Дана оценка платинометалльной минерализации Федорово-Панского рудного района по типам оруденения, минеральному составу и особенностям его генезиса. Описаны геолого-промышленные и генетические типы платино-палладиевых, медно-никелевых и хромовых месторождений восточно-скандинавской провинции. Результаты углубленных петрогеохимических, изотопно-геохронологических и изотопно-геохимических исследований наглядно продемонстрированы в материале, посвященном массиву Оспе-Лувтуайвенч.

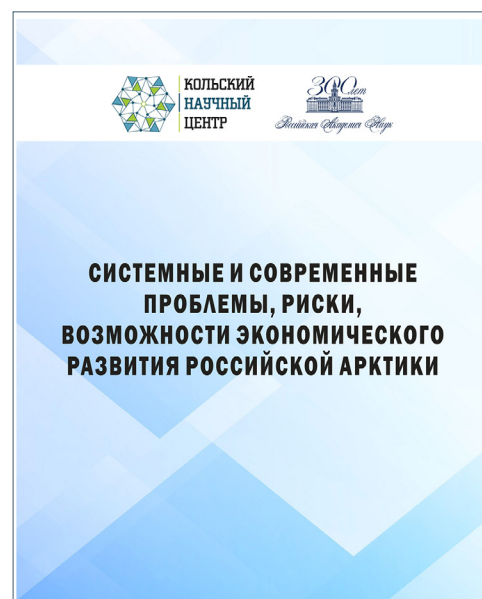
В отдельной главе приведена геохимия основных пород массива Вурэчуайвенч Мончегорского расслоенного комплекса, изучение которого также курировал Феликс Митрофанов. Во многом благодаря работам его учеников месторождение элементов платиновой группы этого массива было поставлено на государственный баланс. Кроме этого, рассмотрены особенности геологического строения, минералогии и приведены результаты исследований по другим перспективным объектам Мончегорского комплекса – месторождению Лойпишнюн и массиву Нюд. Завершает монографию описание нового минерала из месторождения Восточное Чуарвы – теллурида платины, получившего название митрофановит.

Подготовила Наталья Чернова.

УЧЕНЫЕ ИНСТИТУТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА КОМПЛЕКСНО ПОДГОТОВИЛИ КНИГУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ ¹

В издательстве Кольского научного центра вышла монография коллектива сотрудников Института экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН «Системные и современные проблемы, риски, возможности экономического развития российской Арктики» под редакцией доктора экономических наук Татьяны Скуфьиной и кандидата экономических наук Натальи Серовой. Книга представляет собой анализ экономического и социального развития Арктической зоны Российской Федерации. Особенно актуальна она в свете усиленного внимания к Арктике в связи с изменениями климата и глобальных экономических трендов.

Основываясь на данных последних исследований, ученые рассматривают широкий спектр вопросов: от системных проблем до новых возможностей и рисков. Большое внимание они уделяют особенностям



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

промышленного производства и демографическим и социальным аспектам жизни в моногородах.

Один из ключевых вопросов монографии – готовы ли регионы Арктики к современным экономическим вызовам. Авторы анализируют разные подходы к управлению региональной экономикой: и традиционные, и новые. Рассматривают они и природные ресурсы – отдельное их использование и возможности их комплексного применения для устойчивого развития.

Проблему нехватки работников в Арктике иногда предлагают решать с помощью вахтовиков. Как влияет вахтовая трансформация на миграционные процессы и рынок труда? Как оптимизировать вахтовый метод работы,

улучшить условия жизни и обеспечить при этом стабильность региональных экономических систем? Авторы предлагают конкретные меры и рекомендации по каждому из этих вопросов.

В книгу вошли результаты исследований, выполненных по гранту Российского научного фонда. Исследованные тенденции наглядно проиллюстрированы таблицами и графиками, которые помогают глубже понять представленный материал. Это делает издание ценным источником информации, доступным не только для узких специалистов и исследователей-экономистов, но и для широкой аудитории, интересующейся арктической тематикой.

Подготовил Константин Данилин

АПАТИТОВЫЙ ВЕК. ЕВГЕНИЙ ШТАЛЬ – О ЛЮДЯХ ХИБИН ¹

Серебряным веком называют период в русской культуре с конца девятнадцатого века до 1920-х годов. Наше знакомство с Серебряным веком начинается в школе – со стихов, разнообразных и талантливых. Знакомясь с биографиями поэтов, художников, писателей и журналистов, мы оказываемся на эмоциональных качелях: восторг – и ужас, отвращение – и жалость. Сложная, страшная, неоднозначная жизнь, несправедливость со стороны властей – и склоки между собой. Кто прав, кто виноват? Ответа нет, но есть восхищение и сочувствие.

Читая вышедшую недавно в издательстве Кольского научного центра книгу Евгения Николаевича Шталя «История Хибин в лицах», оказываешься на тех же эмоциональных качелях. Легкомысленная женщина, вдохновенная талантливая врушка, писательница, мистифи-



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

каторша – несправедливо обвинена, провела много лет в лагерях. Журналист и краевед, оболганный, расстрелянный в заключении – секретный сотрудник НКВД, один из авторов доносов на Кондрикова. Писатель, известный своими рассказами о природе – оказался под подозрением из-за знакомства с Кондриковым, имел большие неприятности. Еще один писатель, влюбленный в Север – в 1935 году осужден за связь с «антисоветчиками», сослан, вновь осужден за антисоветскую агитацию, отправлен в лагерь, в лагере снова осужден из-за конфликта с начальником, добился реабилитации только после расстрела Берия.

Журналист и писатель, краевед и библиотечарь Евгений Николаевич Шталь родился в Кировске и много сил отдал, чтобы рассказать о своем городе и его жителях. Благодаря ему в Центральной библиотеке Кировска появился музей Венедикта Ерофеева. К теме писателей, так или иначе связанных с Хибинами, обращался в своем творчестве неоднократно. «История Хибин в лицах» включает статьи не только о литераторах. Геологи, фельетонисты, разношерстные, архитекторы, раскулаченные – тридцать четыре человека из более чем двух тысяч писавших о Хибинах.

Хибиногорск – город, в который в 1930-е годы приезжали по разным причинам. Кто-то ехал сюда в поисках новых перспектив, кто-то бежал от опасности. Кто-то был сослан – за убеждения или просто потому что родился в «неудачной» семье. Талантливые, неравнодушные, да и просто более грамотные и имеющие склонность к журналистике обитатели Хибиногорска рано или поздно оказывались в редакции местной многотиражки. Из героев 27 новелл Штала семеро в разные годы работали в «Хибиногорском рабочем». Конечно, не одни сотрудники «Хибиногорского рабочего» оставили в литературной памяти о Хибинах свой след. Евгений Шталь пишет:

“ Для работы в горах требовалась дешевая рабочая сила. Поэтому сюда стали ссылать крестьян, объявленных «кулаками» во время коллективизации. <...> В книгах по истории потом стали писать,



Евгений Шталь. Фото - З. Кабыш для «Мурманского вестника»

что Хибиногорск строили комсомольцы. В связи с этим среди местного населения ходила такая шутка: «Хибиногорск строили заполярные комсомольцы, или сокращенно «зе-ка», то есть заключенные». Ударная стройка в Хибинах укреплялась и вольнонаемными кадрами по указанию Кирова. Из Ленинграда в Хибиногорск были направлены специалисты горного дела, химики, а также врачи и учителя. Для укрепления кадрами редакции газеты «Хибиногорский рабочий» из Ленинграда прибыл «десант» литераторов во главе с литературоведом, бывшим редактором журнала «Резец» Анатолием Гореловым.



Делегаты VII Менделеевского съезда на Кольской базе АН СССР «Тьетта» 16-18 сентября 1934 г. Владимир Вернадский стоит третий слева.

Ленинградская писательская организация взяла шефство над хибинской стройкой, поэтому сюда стали приезжать целые бригады писателей.

Не только писатели, но и ученые академики рассматривали Хибины в своих трудах (Владимир Вернадский, Дмитрий Прянишников, Николай Вавилов, Александр Ферсман, Георгий Гамов). Приезжали на Кольский Север, хотя не были в Хибинах, но писали о них Максим Горький, Константин Паустовский, Александр Беляев, Константин Симонов, Валентин Пикуль. Даже люди, далекие от Кольского полуострова, никогда сюда не приезжавшие, сочли своим долгом упомянуть Хибины в своих произведениях...

”

Очерками о тех, кто жил в Хибинах в середине XX века, автор не ограничивается. Начинается «История Хибин в лицах» с Михаила Пришвина, описавшего свои путешествия 1907 и 1933 года в книгах и дневнике, завершается одним из архитекторов Кировска Ильей Роммом, дожившим до 1998 года. Жизнь каждого героя показана с разной степенью подробности, но неизменно беспристрастно, на основе множества архивных материалов. Евгений Николаевич намеренно удерживается

от оценок и приводит цитаты из самых разных источников, порой противоречащих друг другу, при этом не удаляет себя из повествования. В очерке о Льве Ошанине он горячо спорит с другим краеведом, Николаем Трофимовичем Ефремовым. В статьях о Наталье Гирей и Марии Филипович пытается разобраться в их взаимоотношениях – не для морализаторства, а чтобы добраться до правды о людях, которых они упоминают. В заключительной статье «Черные пятницы Венедикта Ерофеева» глубоко сочувствует писателю, анализируя его отношение к этому дню недели.

«История Хибин в лицах» – книга не для топливного чтения. После каждой статьи хочется отложить книгу, обратиться за дополнительными сведениями (Евгений Николаевич щедро делится источниками информации для каждой), узнать больше о времени, с которым связана судьба ее героя, и наконец, пройти по Кировску и его окрестностям, увидеть озеро и перевалы Хибин – не зря в книгу включен обзор путеводителей, изданных за 124 года!

В ближайшее время книга «История Хибин в лицах» поступит в библиотеки Мурманской области.

*Подготовила
Надежда Щур*

ПАМЯТИ ЛЮДМИЛЫ БОРИСОВНЫ САЗЫКИНОЙ

27.06.1934 – 23.01.2024

IN MEMORY OF LYUDMILA BORISOVNA SAZYKINA

27.06.1934 – 23.01.2024



23 января на 90-м году жизни в Берлине скончалась художница, ученый-минералог, одна из основателей литописи Людмила Борисовна Сазыкина.

Судьба Людмилы Сазыкиной с самого начала была непростой. Родилась она 27 июня 1934 года в Ленинграде. Ее отец погиб на фронте, мать умерла зимой 1941 года. Осиротевшую девочку в 1942 году вывезли из блокадного города в Ковровский детский дом. В 1952 году Людмила Борисовна окончила Ленинградское радиотехническое училище, в 1969 – геологический факультет Воронежского государственного университета. За 28 лет работы в Геологическом институте Кольского научного центра она успела сделать очень много для геологии и минералогии региона. Она стала первооткрывателем цирконильменитовых россыпей северо-запада Кольского полуострова, исследовала коры выветривания. Имя ученой носит один из минералов, открытых в Мурманской области – сазыкинаит. Но не только вкладом в науку запомнилась Людмила Сазыкина коллегам и ученикам, зрителям и художникам. Изучение тонких фракций измельченных минералов привело ее к созданию нового жанра на стыке живописи и декоративно-прикладного искусства: каменной крошки, или литописи. После нанесения мазка клея на участок будущей картины она насыпала каменный порошок, достигая заду-

манного эффекта с помощью цвета, размеров зерен, блеска и прозрачности «красок». Первая каменная картина появилась в 1973 году. Со временем Людмила Борисовна полностью переключилась на картины из натуральных минералов, охотно делилась с коллегами своим опытом, обучала последователей секретам мастерства. Ее ученица Марина Марочкина стала преподавать каменную крошку в апатитской Студии юного техника, появилось множество последователей. Новый жанр стал известен не только в Апатитах, но и в России, и за рубежом. Персональные выставки Людмилы Сазыкиной проходили и в разных городах нашей страны, и в Скандинавии, Германии, Швеции, Норвегии, Финляндии, Германии. В середине 1990-х Людмила Борисовна переехала в Германию, в последние годы, увы, уже не создавала новые картины – не позволяло здоровье. Но ее вклад в культуру города и всего Кольского края не забывается и сейчас.

С 14 по 18 февраля в выставочном пространстве апатитского Дворца культуры прошла выставка, посвященная ее жизни творчеству. Ее готовили к ежегодному фестивалю «Каменный цветок», посвященному именно литописи, но получилось – в память об удивительном человеке. Выражаем глубочайшие соболезнования родным и коллегам, близким и поклонникам творчества Людмилы Борисовны. Память о ней останется в наших сердцах навсегда.

ПАМЯТИ НАТАЛЬИ ЕВГЕНЬЕВНЫ КОРОЛЕВОЙ

22.12.1963 – 6.04.2024

IN MEMORY OF NATALIA EVGENIEVNA KOROLEVA

22.12.1963 – 6.04.2024

6 апреля на 61-м году жизни скончалась известный исследователь растительности Арктики Наталья Евгеньевна Королева.

Практически вся жизнь Натальи Евгеньевны была связана с лабораторией флоры и растительных ресурсов Полярно-альпийского ботанического сада-института. Родилась она в маленьком городке Архангельской области, блестяще окончила школу и биологический факультет Московского государственного университета. Практически сразу же после окончания аспирантуры Кольского филиала АН СССР она защитила кандидатскую диссертацию, посвященную описанию растительности горно-тундрового пояса Хибин, и полностью погрузилась в изучение растительных сообществ Европейского Севера.

Прекрасно сама разбираясь и в закономерностях распространения и структуры северных фитоценозов, и в видовых особенностях растений, Наталья Королева всегда охотно сотрудничала с другими специалистами, приветствовала любой новый опыт. Она одна из первых стала применять для обработки и анализа геоботанических описаний различные компьютерные программы.

Всю свою жизнь Наталья Евгеньевна делилась знаниями с окружающими. Около десяти лет она преподавала в Апатитском филиале Мурманского государственного технического университета. Множество экскурсий провела для студентов сотрудников институтов биологического и экологического профиля, написала не один десяток научно-популярных статей,



стала автором и соавтором научно-популярных книг: «Терский берег», «Ловозерский район», «Ботанические экскурсии по Хибинским и Ловозерским горам», «Ботанические экскурсии по северу Сёре́йя», «Мохообразные, лишайники и цианопрокариоты окрестностей Пирамиды (Шпицберген): краткий путеводитель», «Хибины: природа и человек», причем часто выступала и в качестве редактора.

Долгие годы Наталья Королева возглавляла Мурманское отделение Русского ботанического общества, которое буквально расцвело под ее председательством. Благодаря ее

активному участию Ботанический сад вошел в состав организаций, ведущих исследования на Шпицбергене – многими из них она руководила и являлась главным их исполнителем.

Наталья Евгеньевна была не просто ученым, но и настоящим активным гражданином. Она всегда боролась с невежеством и профанацией науки, все силы отдавала борьбе за сохранение северной природы. При всей непримиримости к приспособленче-

ству и соглашательству, при стойком бойцовском характере она была доброжелательным и обаятельным, позитивным и общительным человеком, готовым помочь каждому своему коллеге, каждому студенту.

Коллектив Полярно-альпийского ботанического сада глубоко скорбит вместе с родными и близкими Натальи Евгеньевны. Мы навсегда сохраним память о ней в наших сердцах.

ПАМЯТИ ГЕННАДИЯ ИВАНОВИЧА СОКОЛОВА

16.09.1965 – 15.04.2024

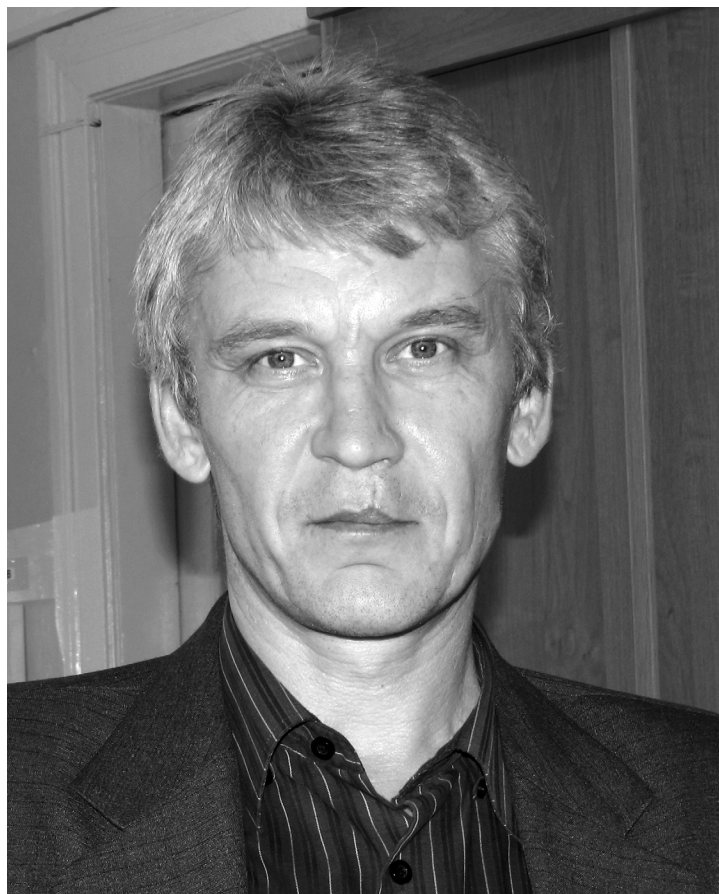
IN MEMORY OF GENNADY IVANOVICH SOKOLOV

16.09.1965 – 15.04.2024

15 апреля после тяжелой болезни ушел из жизни Геннадий Иванович Соколов.

Геннадий Иванович родился 16 сентября 1965 года в Апатитах. В 1980 году он поступил в профтехучилище Казани на специальность «автослесарь», затем переводом окончил апатитское СГПТУ №17. В 1986 году, после армейской службы в городе Мирный Архангельской области, Геннадий Соколов устроился автослесарем в Автобазу КФАН СССР. С 1988 года, получив специальность «механик-водитель», он стал работать в Геологическом институте, обеспечивая работу полевых отрядов.

С 1992 года Геннадий Иванович начал по совместительству трудиться в ОАО «Пана», куда в 2000 году перешел на постоянную работу механиком-водителем. В ОАО «Пана» он не просто работал водителем и вездеходчиком, но и активно участвовал



в топографической съемке и геологических маршрутах, чем внес неоценимый вклад в открытие нескольких месторождений платиновых металлов в Федорово-Панском массиве.

В 2005 году Геннадий Соколов окончил кировский филиал Северо-западного государственного технического университета и перешел в Геологический институт КНЦ РАН на должность начальника отдела материально-технического обеспечения. С 2007 года работал заместителем директора ГИ КНЦ РАН по общим вопросам.

Геннадий Иванович большую часть своей жизни отдал Геологическому институту. На каждом из этапов своей трудовой карьеры он отличался высоким профессионализмом и ответственным отношением к делу, прекрасно разбирался в технике и был высококлассным

водителем. Будучи заместителем директора, он на высоком уровне обеспечивал организацию полевых исследований: лично встречал и провожал каждый полевой отряд, постоянно находился с ними на связи и оперативно реагировал на любые нестандартные ситуации.

Помимо высоких деловых качеств, Геннадий Соколов был очень хорошим другом и надежным товарищем, обладал тонким чувством юмора, что в суровых геологических экспедициях ценится на вес золота. Он пользовался заслуженным уважением как среди коллег в Геологическом институте, так и среди сотрудников других институтов и организаций. Геннадий Иванович был хорошим мужем, прекрасным отцом и любимым дедом. Память о нем навсегда сохранится в наших сердцах.

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. Вместо 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 неблиблиографического 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

