



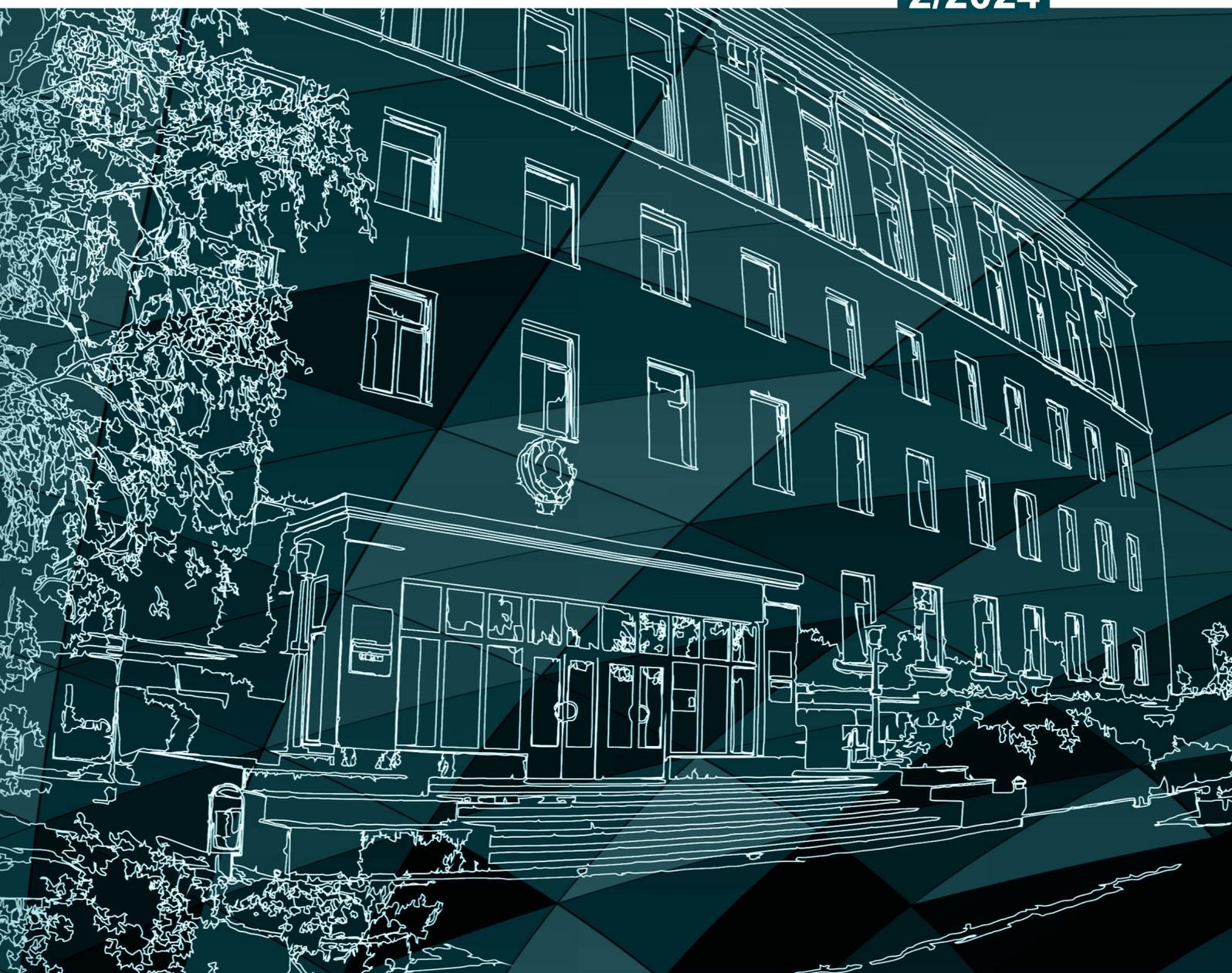
ФИЦ
КНЦ
РАН

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

ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

2/2024



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 27.09.2024

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>

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СТАТЬИ

Г. П. Широносова, И. Р. Прокопьев	ВЛИЯНИЕ ФОСФОРА НА ТРАНСПОРТ И ОТЛОЖЕНИЕ РЗЭ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ (ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ)	7
Г. О. Калашникова, Т. Л. Паникоровский, М. Н. Тимофеева, Д. В. Грязнова, Н. А. Кабанова, О. Ю. Синельщикова, Я. А. Пахомовский, В. Н. Яковенчук, С. В. Кривовичев	МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИНТИСИТА В РЕЗУЛЬТАТЕ РАСШИРЕНИЯ МЕТОДИК ЕГО СИНТЕЗА И МОДИФИКАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ	19
И. И. Булыгина, А. В. Елисеев, М. В. Шулина	АРКТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТУРИЗМА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	24
Е. А. Боровичев	МАТЕРИАЛЫ К БИОГРАФИИ БОРИСА НИКОЛАЕВИЧА ГОЛОВКИНА – ВЫДАЮЩЕГОСЯ БОТАНИКА И ПОПУЛЯРИЗАТОРА НАУКИ	30
М. А. Ярцева, Е. А. Боровичев	ЦВЕТОЧНАЯ КОМПОЗИЦИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ «НА СЕВЕРЕ – ЖИТЬ»	39

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ХРОНИКИ

КНИГИ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ПОБЫВАЛИ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ КНИЖНЫХ ЯРМАРКАХ	45
ЗАСЛУЖЕННЫЕ РАБОТНИКИ ГОРОДА АПАТИТЫ РАБОТАЮТ В КОЛЬСКОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ	46
ГЛАВА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ВОШЕЛ В СОСТАВ СОВЕТА ПО НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИЮ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	47
«ХРУСТАЛЬНЫЙ КОМПАС» – НАШ!	48
ПОЗДРАВЛЯЕМ С УСПЕШНОЙ ЗАЩИТОЙ ДИССЕРТАЦИИ!	49
ПОБЕДИТЕЛЬНИЦА МОЛОДЕЖНОГО КОНКУРСА РОССИЙСКОГО НАУЧНОГО ФОНДА 2024 ГОДА ВОССТАНАВЛИВАЕТ НАРУШЕННЫЕ ПОЧВЫ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ	51
ВОСЕМЬ ИЗ ДЕВЯТИ. ПОБЕДА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА В РЕГИОНАЛЬНОМ ГРАНТОВОМ КОНКУРСЕ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ	52
МЕДАЛЬ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПОЛУЧИЛА СОТРУДНИЦА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА	52
МОЛОДОЙ СОТРУДНИК КНЦ РАН ПОБЕДИЛ В СТУДЕНЧЕСКОМ КОНКУРСЕ НАУЧНЫХ РАБОТ	53
«ХИБИНСКАЯ АЗБУКА»	53
МХИ НА КОЛЬСКОМ И ПОВСЮДУ: КОНФЕРЕНЦИЯ И ШКОЛА БРИОЛОГОВ СОБРАЛИ СПЕЦИАЛИСТОВ СО ВСЕЙ СТРАНЫ И ИЗ-ЗА РУБЕЖА	55

СОДЕРЖАНИЕ

ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ВАСИЛЬЕВНЫ РУНДКВИСТ	58
К ЮБИЛЕЮ ОЛЬГИ БОРИСОВНЫ ЩЕРБИНЫ	58
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА БОРИСОВИЧА СЕРГЕЕВА	59
К ЮБИЛЕЮ ГАЛИНЫ ПРОХОРОВНЫ ФАСТИЙ	60
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА ЖАРОВА	61
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА АБРАМОВИЧА САНДЛЕРА	62
К ЮБИЛЕЮ ЭДУАРДА БОРИСОВИЧА ГРУШЕНКО	63

РЕЦЕНЗИИ. БИБЛИОГРАФИИ

ТРИТИЙ: ЗАЧЕМ ОН НУЖЕН И ЧЕМ ОПАСЕН? РАССКАЗЫВАЮТ РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ	65
ПОДРОБНО О ХВОСТАХ: КОГДА ПЫЛЯТ, КАК ЗАКРЕПЛЯТЬ, ВЛИЯЮТ ЛИ НА ЗДОРОВЬЕ И КАК ПРЕДУГАДАТЬ, ЧТО БУДЕТ ДАЛЬШЕ?	66
НОВЫЙ ВЫПУСК ЖУРНАЛА «ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА»: ВСЕ ОБ ЭКОЛОГИИ	70
ВТОРОЙ ВЫПУСК ЖУРНАЛА «ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА»: ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	71
В ПЕЧАТЬ ВЫШЕЛ ПЕРВЫЙ В ЭТОМ ГОДУ ВЫПУСК НАУЧНОГО ЖУРНАЛА «СЕВЕР И РЫНОК»	72
АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ ВО ВТОРОМ «СЕВЕРЕ И РЫНКЕ» ЗА 2024 ГОД	73
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СЕВЕРНОМ БАССЕЙНЕ И СУДОХОДНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РЕГИОНА	74

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ПАМЯТИ ВАЛЕРИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА КОНСТАНТИНОВА	76
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»	77

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРА НА ТРАНСПОРТ И ОТЛОЖЕНИЕ РЗЭ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ (ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ)

Г. П. Широносова¹, И. Р. Прокопьев^{1,2,3}

¹ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, ² Новосибирский государственный университет, ³ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, shiron@igm.nsc.ru

Апатит и фосфаты редкоземельных элементов (РЗЭ) являются широко распространенными минералами месторождений РЗЭ, таких как, в первую очередь, карбонатит-фоскоритовые комплексы и другие. Это указывает на обогащенность фосфором гидротермальных флюидов и приводит к необходимости исследования роли фосфора в поведении РЗЭ. Впервые для всего ряда лантаноидов + Y проведены термодинамические расчеты по влиянию уменьшающейся или возрастающей концентрации фосфора в процессе охлаждения гидротермального флюида от 500 до 100°C, воздействовавшего на ассоциацию монацита с кальцитом. При уменьшающейся добавленной концентрации фосфора наряду с образованием РЗЭ-содержащего фторапатита и ксенотима обнаружено широкое поле устойчивости бастнезита (в слабокислых условиях 400 – 100°C, в слабощелочных – во всем температурном интервале) и образование паризита в низкотемпературной области. В случае увеличивающейся концентрации фосфора как в слабокислых, так и в слабощелочных условиях наблюдается уменьшение области образования бастнезита и исчезновение паризита в слабощелочном флюиде. Наличие солевой добавки во флюиде сопровождается увеличением в нем концентрации РЗЭ и равновесной суммарной концентрации фосфора. При этом в высокотемпературной области концентрация легких РЗЭ превышает концентрацию тяжелых, а в низкотемпературной – наоборот, преобладают тяжелые лантаноиды. Фосфатные комплексы не вносят значимого вклада в транспорт РЗЭ; в высокотемпературной области основной вклад делают хлорокомплексы легких лантаноидов, а при пониженных температурах – фторокомплексы тяжелых РЗЭ.

Ключевые слова:

РЗЭ, монацит, ксенотим, бастнезит, паризит, термодинамическое моделирование

INFLUENCE OF PHOSPHORUS ON THE TRANSPORT AND DEPOSITION OF REE IN HYDROTHERMAL PROCESS (THERMODYNAMIC MODELING)

G.P. Shironosova¹, I.R. Prokopyev^{1,2,3}

¹Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of RAS,

²Novosibirsk State University,

³Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of RAS,

shiron@igm.nsc.ru

Apatite and rare earth element (REE) phosphates are widespread minerals of REE deposits, such as, first of all, carbonatite-phoscorite complexes and others. This indicates that hydrothermal fluids are enriched in phosphorus and leads to the need to study the role of phosphorus in the behavior of REE. For the first time, thermodynamic calculations were carried out for the entire series of lanthanides + Y on the effect of decreasing or increasing phosphorus concentration during the cooling of hydrothermal fluid from 500 to 100°C, which affected the association of monazite with calcite. With a decreasing added concentration of phosphorus, along with the formation of REE-containing fluorapatite and xenotime, a wide field of stability of bastnasite was discovered (in weakly acidic conditions 400 – 100°C, in weakly alkaline conditions - throughout the entire temperature range) and the formation of parisite in the low-temperature region. In the case of increasing phosphorus concentration in both weakly acidic and weakly alkaline conditions, a decrease in the area of bastnasite formation and the disappearance of parisite in the weakly acidic fluid were observed. The presence of a salt additive in a fluid is accompanied by an increase in its REE concentration and the equilibrium total concentration of phosphorus. Moreover, in the high-temperature area, the concentration of light REE exceeds the concentration of heavy REE, and in the low-temperature area, on the contrary, heavy lanthanides predominate. Phosphate complexes do not make a significant contribution to the transport of REE; in the high-temperature region, the main contribution is made by chloro complexes of light lanthanides, and at low temperatures – by fluoro complexes of heavy REEs.

Keywords:

REE, monazite, xenotime, bastnasite, parisite, thermodynamic modeling

Введение

Редкоземельные элементы (РЗЭ) являются критическими элементами и необходимы современной промышленности. Рост спроса в основном связан с использованием магнитов, особенно в гибридных и электрических транспортных средствах, ветряных турбинах, а также при производстве стекловолокна для связи и в катализаторах [Goodenough et al, 2018]. Извлекаются РЗЭ из трех основных источников: бастнезита, монацита и ксенотима, которые обычно образуются на гидротермальном этапе месторождений полезных ископаемых [Gupta, Krishnamurthy, 2005]. Широкое распространение апатита наряду с фосфатами лантаноидов + иттрий в качестве главных минералов месторождений РЗЭ указывает на относительную обогащенность фосфором рудообразующих флюидов. Это приводит к необходимости решению вопроса о роли фосфора в генезисе редкоземельного рудообразования.

Исследования, посвященные влиянию фосфора на поведение редкоземельных элементов (РЗЭ) при формировании их минерализации, весьма ограничены и в основном касаются высокотемпературных процессов. В работе [Chebotarev et al., 2022] при экспериментальном моделировании распределения РЗЭ в магматических (карбонатит-фоскоритовых) условиях наряду с

другими элементами уделено внимание и фосфору. Было установлено, что в фосфат содержащих образцах закаленный расплав заполнен игольчатыми кристаллами закалочного Са-фосфата, предположительно апатита, но из-за их размера в несколько микрон они не подходят для репрезентативного анализа с помощью микрозонда или LA-ICP-MS. В работе [García-Arias et al., 2012] экспериментами по плавлению ортогнейсов (от 700 до 900 С) было установлено, что гнейсы с относительно низкой глиноземистостью и богатыми фосфором полевыми шпатами будут давать расплавы с низким содержанием РЗЭ; напротив, гнейсы с относительно высокой глиноземистостью и полевыми шпатами с низким содержанием фосфора будут давать богатые РЗЭ расплавы, при низких температурах. Авторами публикации [Teixeira et al, 2020] изучалась стабильность редкоземельных элементов, как сульфатов, так и фосфатов. Показано, что сульфаты РЗЭ превращаются в фосфаты в интервале температур 450–800°C. Эта реакция зависит от избытка фосфора, присутствующего в соединениях, менее стабильных, чем монацит. Наличие высоких парциальных давлений P_2O_5 может быть достигнуто за счет разложения соединений фосфора, присутствующих в образце, таких как фосфаты монокальция и фосфорная кислота, образующиеся при добавлении серной

кислоты. Прямой контакт с фосфорной кислотой, в свою очередь, приводит к образованию монацитоподобных соединений. Конкретных попыток оценить роль фосфора при формировании гидротермальных месторождений РЗЭ на базе термодинамических расчетов нами в литературе не встречено.

Известно, что щелочно-карбонатитовые (и карбонатит-фоскоритовые) комплексы сегодня являются основным источником РЗЭ, а также содержат промышленные концентрации железа и фосфора в рудах. Формирование магнетит-апатит-бастнезит-монацит-карбонатных рудоносных минеральных ассоциаций связаны с магматическими процессами, а также с эволюцией рудно-магматической щелочно-карбонатитовой системы при переходе к гидротермальному этапу [Chebotarev et al., 2022; Migdisov et al., 2016; Shironosova, Prokopyev, 2021; Nikolenko et al., 2018; Prokopyev et al., 2020]. На последнем происходит вторичное обогащение руд элементами редких земель, а формирование рудных минералов связано с активностью солевых флюидных растворов фосфатно-хлоридно-сульфатно-карбонатного состава. Что касается флюидной фазы, то как правило, на ранних высокотемпературных стадиях рудообразования флюидные включения характеризуются очень высокими концентрациями компонентов вплоть до рассолов, но на поздних собственно гидротермальных стадиях с понижением Т-Р параметров флюиды становятся менее концентрированными [Nikolenko et al., 2018; Prokopyev et al., 2020]. На гидротермальном этапе происходит эволюция РТХ-параметров рудоносных флюидов при снижении температур минералообразования от 500 к 100 °С, а взаимодействие ортмагматических флюидов с гидротермальными и метеорными водами также изменяют рН и окислительно-восстановительные условия системы, при этом концентрация флюидов резко снижается до 15-5 и менее мас. % NaCl-экв [Nikolenko et al., 2018; Prokopyev et al., 2020].

Активность подобных разбавленных рудоносных фторидно-хлоридных флюидов ответственна за редкометальную минерализацию на гидротермальном этапе формирования

пегматитовых рудно-магматических систем [Li et al., 2019]. В работе [Li et al., 2019] по результатам исследований флюидных включений приводятся концентрации флюида от 1,4 до 12 мас. % NaCl-экв. В основной части наших расчетов мы приняли за основу исходный состав раствора 1 m NaCl + 0,5 m H₂CO₃ на 1кг H₂O (что соответствует примерно 8,5% NaCl-экв.). Авторы исследования [Qifeng et al., 2022] приходят к выводу, что содержания Р и В увеличиваются со степенью эволюции поздней флюидонасыщенной стадии, каких-либо других наблюдений об увеличении или уменьшении фосфора в процессе гидротермального рудообразования РЗЭ в литературе нами не встречено. Поэтому были рассмотрены варианты с увеличивающимся и уменьшающимся количеством введенной добавочной фосфорной кислоты, что является новым и оригинальным исследованием процессов фосфор-РЗЭ-рудообразования, связанных с гидротермальным этапом преобразования рудно-магматических систем. Полученные экспериментальные данные позволяют установить состав и условия формирования рудоносных минеральных парагенезисов в зависимости от содержания фосфора в системе, что напрямую может быть применено к оценке перспектив рудоносности, к примеру, РЗЭ-щелочно-карбонатитовых комплексов.

Методика

В данной работе приводятся результаты термодинамических расчетов при гидротермальных условиях с использованием программного комплекса HCh [Shvarov et al., 2008] и база данных UNITHERM по РЗЭ-содержащим минералам и комплексам РЗЭ+У в растворах, дополненная последними экспериментальными результатами по их устойчивости при повышенных температурах [Migdisov et al., 2016]. В используемой программе коэффициенты активности частиц раствора рассчитываются по расширенному уравнению Дебая-Хюккеля, при этом предусмотрена возможность использования дополнительного параметра *b* для NaCl как базового электролита. Расчеты проводили при Т-Р-Х параметрах, основан-

ных на усредненных термобарометрических и других литературных данных [Shironosova et al., 2001]. Так для ранней стадии Акчатаусского месторождения дается температурный интервал 480 – 300°C и 1600 – 1700 бар (мы усредненно принимаем 500 и 2000 бар); для следующей стадии 450 – 260°C и 750 – 500 бар (мы приняли 400°C и 1000 бар); для заключительной – 310 – 150°C и 550-150 бар (мы усредненно принимаем 300°C и 500 бар). Для продуктивной стадии Хинганского месторождения даются интервалы 380 – 310°C и 1500 – 500 бар (усредненно подходят те же 400°C и 1000 бар); для постпродуктивной стадии этого месторождения приводятся интервалы 310 – 100°C и 500 – 300 бар (принимаем значения 200°C и 250 бар). Таким образом, сочетание одновременного понижения температуры и давления флюида выбраны исходя из общей логики процесса.

В расчетах моделировалось воздействие гидротермальных флюидов, охлаждающихся от 500 до 100 с одновременным падением давления от 2000 до 125 бар, на ассоциацию монацита (источника РЗЭ) с кальцитом (источником кальция). Состав монацита, как и использованные источники термодинамических данных детально приведены в нашей работе [Shironosova et al., 2021]. В частности, в качестве модельного использовался образец монацита из музея А. Е. Ферсмана 67199 с содержанием фосфатов РЗЭ (моли): La-1,32E-03, Ce-2,43E-03, Pr-2,72E-04, Nd-8,29E-04, Sm-1,17E-04, Eu-4,73E-06, Gd-8,97E-05, Tb-9,17E-06, Dy-3,81E-05, Ho-5,24E-08, Er-9,49E-06, Yb-2,67E-06, Lu-2,02E-07, Y-2,44E-04. В равновесной минеральной ассоциации помимо исходных твердых фаз предусмотрена возможность образования идеальных твердых растворов монацита (LnPO_4 , где Ln – La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd); РЗЭ-содержащего флюорита ($\text{CaF}_2 - (\text{Ln}, \text{Y})\text{F}_3$) и РЗЭ-содержащего фторапатита ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} - (\text{Ln}, \text{Y})_3(\text{PO}_4)_3$), где Ln весь ряд от La до Lu, ксенотима ($\text{Y}, \text{Ln})\text{PO}_4$, где Ln – Tb, Dy, Er, Yb, Lu; из-за отсутствия данных по конечным миналам во фторокарбонатах РЗЭ бастнезит и паризит приняты как минералы постоянного состава $\text{Ce}_{0.5}\text{La}_{0.25}\text{Nd}_{0.2}\text{Pr}_{0.05}\text{CO}_3\text{F}$ и $\text{CaCe}_{0.95}\text{La}_{0.6}\text{Nd}_{0.35}\text{Pr}_{0.1}(\text{CO}_3)_3\text{F}_2$, соответственно.

Результаты исследований

В качестве первого шага к рассмотрению в расчетах приняты следующие исходные составы системы: 5E-3m монацита + 1кг H_2O + (а) 0.01m CaCO_3 + 0.01m HF +(0.01-0.0025i)m H_3PO_4 + (0.0008+mi)m KOH; и + (б) + 0.1m CaCO_3 + 0.017m HF +(0.01+0.005i)m H_3PO_4 +(0.154-mi) m HCl; здесь и далее m означает моль/кг H_2O ; i – шаг расчетов: 0 – 500, 4 – 100°C. В обоих вариантах расчеты проведены для растворов без NaCl и H_2CO_3 , чтобы оценить вклад в суммарное содержание РЗЭ в равновесные флюиды их собственно фосфатных комплексов. Установлено, что максимальная концентрация фосфатных комплексов РЗЭ в этих вариантах равновесных растворов не превышает 10^{-14} моль/кг H_2O , что существенно ниже значимых величин концентраций для транспорта лантаноидов.

На рис. 1 приведено сравнение состава равновесных минеральных ассоциаций в результате моделирования воздействия на монацит + кальцит этих двух вариантов слабокислого фторидного раствора при понижающейся (рис. 1, а) и возрастающей (рис. 1, б) добавочной концентрации фосфора в процессе охлаждения флюида от 500 до 100°C. В обоих случаях во всем интервале исследуемых параметров системы оказывается устойчивым новообразованный РЗЭ-содержащий фторапатит (правая ось ординат). В варианте с понижающейся добавочной концентрацией фосфора при низком содержании исходного кальцита его количество практически остается на одном и том же уровне, немного понижаясь при полном отсутствии добавки H_3PO_4 . При увеличенном количестве исходного кальцита и повышающейся концентрации фосфора в исходном растворе с ее ростом увеличивается и количество РЗЭ-содержащего фторапатита, при этом во избежание получения в равновесной ассоциации гидроксилапатита (не характерного для месторождений РЗЭ) в систему пришлось вводить увеличенную концентрацию HF (до 0.017 m).

Исходный монацит (правая ось ординат) в варианте (а) остается неизрасходованным во всем интервале Т-Р параметров, тогда как

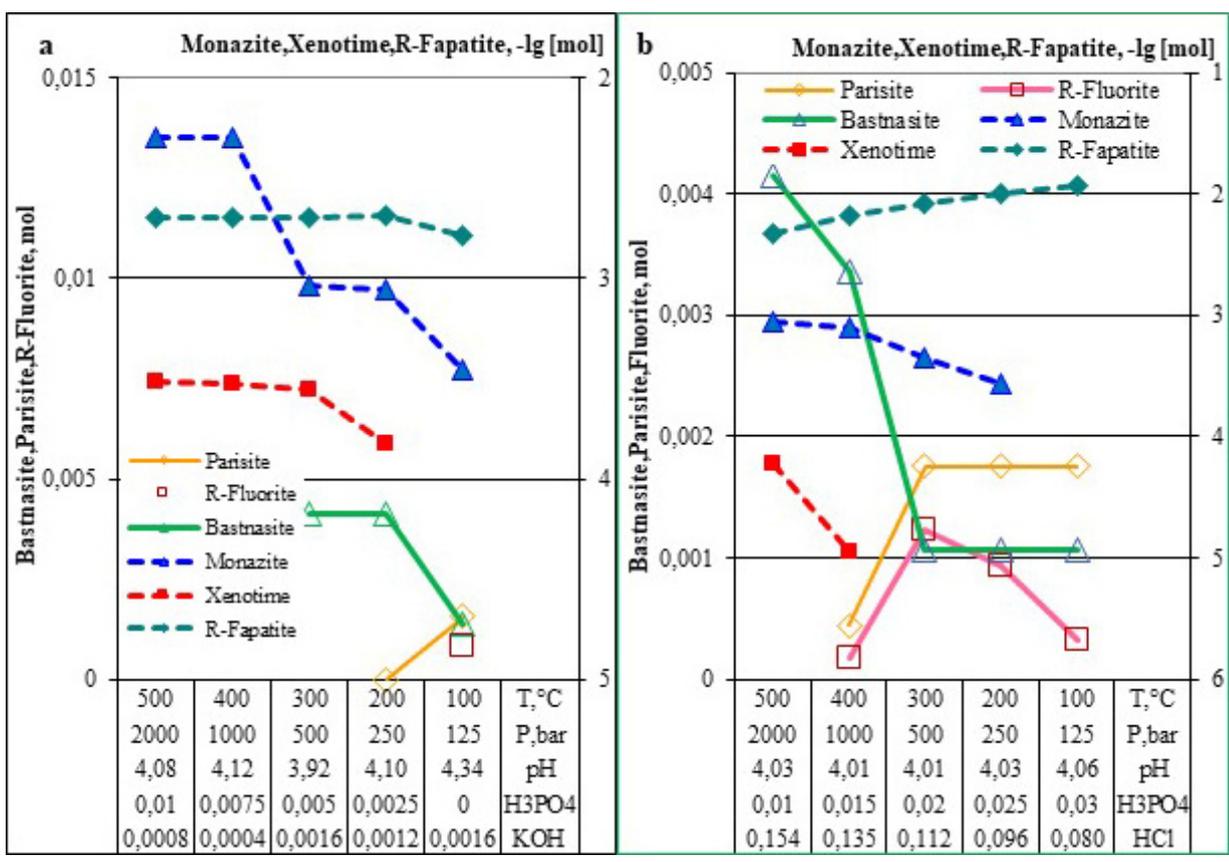


Рис. 1. Сравнение состава равновесных минеральных ассоциаций, полученных в результате моделирования воздействия на монацит + кальцит двух вариантов слабокислого фторидного раствора при понижающейся (а) и возрастающей (б) концентрации фосфора в процессе охлаждения флюида от 500 до 100°C. Исходные составы системы: 5Е-3т монацита + 1кг Н₂О + : а - + 0.01m CaCO₃+0.01m HF+(0.01-0.0025i) m Н₃РO₄ +(m₁) m KOH; б - +0.1m CaCO₃+0.017m HF +(0.01+0.005i) m Н₃РO₄ +(m₁)m HCl (m₁ – концентрация KOH и HCl на каждом шаге расчетов, см в подписях к шкале абсцисс). Здесь и далее: m – моль/кг Н₂О; i – шаг расчетов: 0 – 500, 4 – 100°C; R-fluorite – РЗЭ-содержащий флюорит; R-Fapatite – РЗЭ-содержащий фторапатит.

в варианте (b) он исчезает при 100 °C. Следующей новообразованной фосфатной РЗЭ-содержащей фазой оказывается ксенотим (правая ось ординат), но если в случае понижающейся концентрации фосфора он устойчив в широком интервале параметров (500 – 200°C), то при увеличении исходной концентрации Н₃РO₄ он присутствует только в высокотемпературной области (500 – 400°C). В случае с понижающейся исходной концентрацией фосфора начиная с 300°C в равновесной ассоциации появляется бастнезит (левая ось ординат), количество которого уменьшается

при понижении температуры от 200 к 100°C, где к нему добавляются паризит и РЗЭ-содержащий флюорит (количество обоих показаны на левой оси ординат). В варианте (b) устойчивость фторокарбонатов и флюорита резко возрастает, так бастнезит присутствует во всем температурном интервале при уменьшении его количества с понижением температуры, начиная с 400 и особенно в интервале 300 – 100°C, где в преобладающем количестве обнаруживается паризит, хотя появляется он, как и РЗЭ-содержащий флюорит начиная с 400°C. В целом резкое отличие в соотноше-

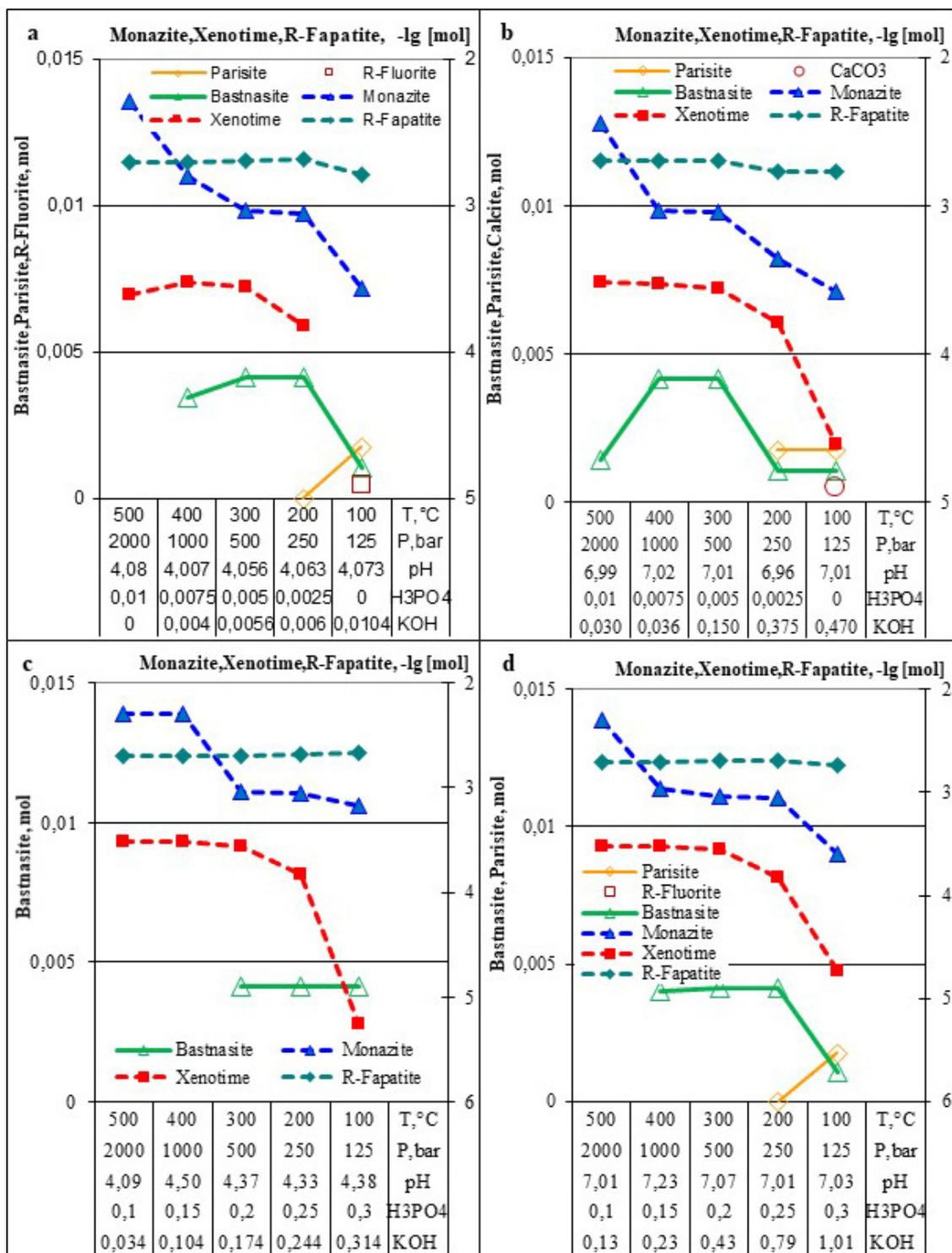


Рис. 2. Сравнение состава равновесных ассоциаций в результате воздействия на монацит + кальцит слабокислого (а, с) и слабощелочного (b, d) вариантов фторидно-карбонатно-хлоридного растворов при понижающейся (а, b) возрастающей (с, d) концентрации фосфора в процессе охлаждения флюида от 500 до 100°C. Исходные составы системы: 5Е-3т монацита +0.01т CaCO₃+1м NaCl+0.5м H₂CO₃+0.01м HF+1кг H₂O + : (a) - + (0.01-0.0025i) м H₃PO₄ + (0.004-0.0004i) м HCl+0.004i м KOH; (b) - + (0.01-0.0025i) м H₃PO₄ + (0.03+0.006i)м KOH; (c) - + (0.1+0.05i) м H₃PO₄ + (0.034+0.07i)м KOH; (d) - + (0.1+0.05i) м H₃PO₄ + (0.13+0.1i)м KOH.

нии устойчивых равновесных фаз варианта (b) в сравнении с вариантом (a), по-видимому, связано не только с повышением добавленной концентрации H_3PO_4 , но и с более высокой концентрацией HF и с увеличенным количеством кальцита, способствующих устойчивости бастнезита, паризита и флюорита.

В последующих расчетах, чтобы вычлнить роль только исходного содержания H_3PO_4 , и отсеять влияние исходного количества кальцита и концентрации HF, эти параметры состава системы были зафиксированы. Кроме того, в состав системы введены NaCl и H_2CO_3 в количествах, соответствующих средней солености флюидов. На рис. 2 приведено сравнение состава равновесных минеральных ассоциаций, полученных при моделировании воздействия на монацит + кальцит слабокислого (a, c) и слабощелочного (b, d) вариантов фторидно-карбонатно-хлоридного раствора при понижающейся (a, b) и возрастающей (c, d) исходной добавленной концентрации H_3PO_4 в процессе охлаждения флюида от 500 до 100°C. Исходные составы системы приведены в подрисочной подписи, а в подписях осей абсцисс даны ее P-T-X-pH параметры. Следует отметить, что во всем интервале исследованных параметров во всех случаях в ассоциациях присутствуют оставшийся не израсходованным исходный монацит и вновь образовавшийся PЗЭ-фторапатит. Из других новообразованных редкоземельных фаз в различных соотношениях присутствуют ксенотим, бастнезит, паризит и флюорит. На рисунке 2, как и на первом рисунке, все PЗЭ-фосфатные фазы (монацит, ксенотим и PЗЭ-фторапатит) привязаны к правой оси ординат, а бастнезит, паризит, PЗЭ-содержащий флюорит и кальцит – к левой оси ординат.

Установлено различие в составе равновесных ассоциаций в зависимости как от кислотности-щелочности равновесных растворов, так и от концентрации в них фосфора. Так при понижающейся концентрации фосфора (рис. 2, a, b) в слабокислых условиях при 100 °C (рис. 2, a) отсутствует ксенотим, но присутствует флюорит, а в слабощелочном варианте наблюдается и ксенотим и присут-

ствует остаточный исходный кальцит (рис. 2, b); в слабокислых условиях бастнезит наблюдается в интервале 400 – 100°C, а в слабощелочных – во всем температурном интервале, и паризит здесь присутствует при 200 – 100°C, тогда как в слабокислых – он устойчив только при 100°C. В условиях повышающейся с понижением T-P параметров добавленной исходной концентрации фосфора (рис. 2, c, d) во всем температурном интервале присутствует уже и ксенотим, при сужающемся до 300 – 100°C интервале устойчивости бастнезита в слабокислых условиях и полном отсутствии здесь паризита. В слабощелочном варианте бастнезит присутствует при 400 – 100°C, и при 100°C появляется паризит. Ни флюорита, ни кальцита в условиях повышающейся концентрации фосфора не наблюдается. Кроме того, в слабощелочных условиях отмечается возрастание количества новообразованного ксенотима при 100°C по сравнению со слабокислым вариантом с одновременным уменьшением здесь остаточного количества монацита. Таким образом при повышенных pH наблюдается возрастание устойчивости и ксенотима, и бастнезита с паризитом. От добавленной концентрации H_3PO_4 в рассмотренных вариантах как видим на рис. 2 наибольшие отличия наблюдаются в слабокислых условиях: при повышении добавленной концентрации фосфора уменьшается область образования бастнезита и полностью отсутствуют паризит и флюорит (рис. 2, c) по сравнению с рис. 2, a, и расширяется поле устойчивости ксенотима вплоть до 100°C. В слабощелочных условиях при повышении концентрации фосфора уменьшается область образования фторокарбонатов PЗЭ (бастнезита, и паризита) и полностью отсутствует кальцит (рис. 2, d), устойчивый при 100°C в условиях уменьшающейся добавленной концентрации фосфора (рис. 2, b).

Интересная картина наблюдается при прослеживании зависимости концентрации PЗЭ от суммарной конечной концентрации фосфора в слабокислых равновесных растворах. На рис. 3 для примера приведено сопоставление суммарных концентраций церия – пред-

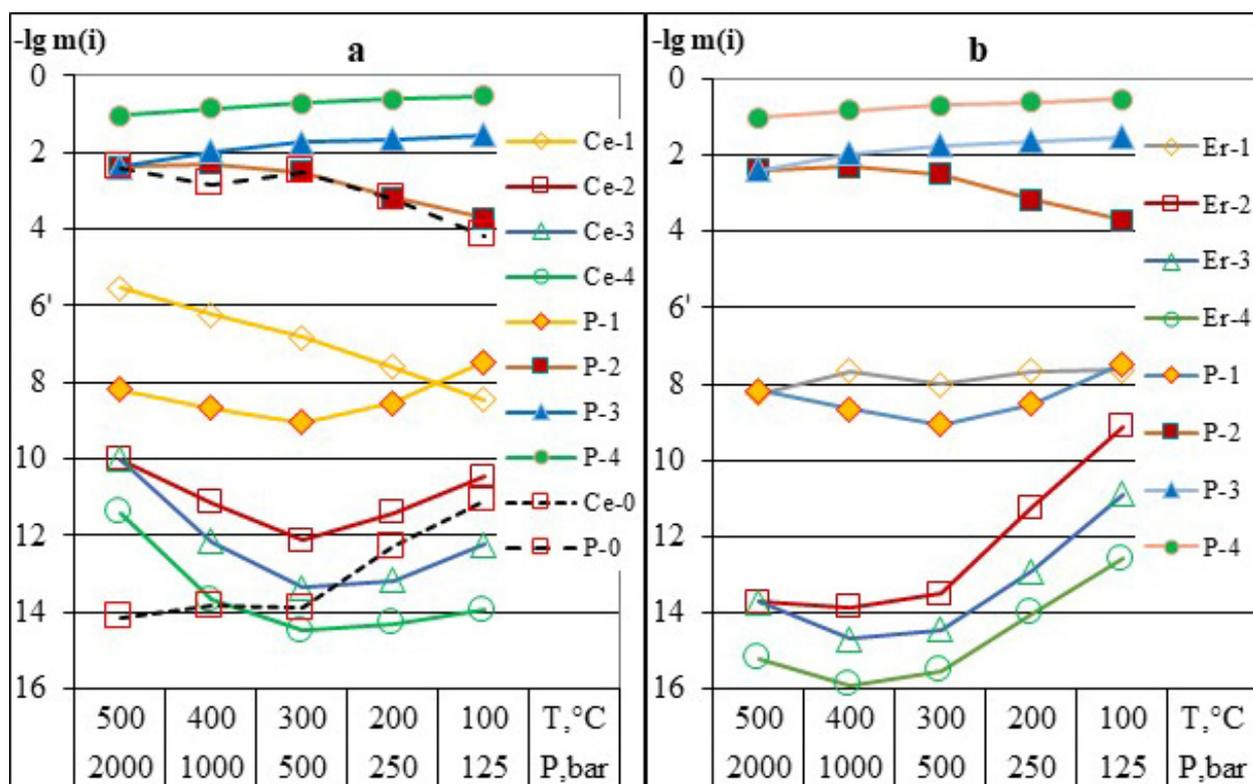


Рис. 3. Сопоставление суммарных концентраций церия - представителя легких и эрбия - тяжелых РЗЭ с суммарной концентрацией фосфора в равновесных растворах в зависимости от Т-Р параметров в слабокислых вариантах расчетов, где состав системы 5E-3m монацита +: 0 - +0.01m CaCO₃+0.01m HF + (0.01-0.0025i) m H₃PO₄ + (m) m KOH (pH=4) (рис. 1a); 1 - +0.1m CaCO₃+0.017m HF + (0.154-0.0195i)m HCl+(0.01+0.005i)m H₃PO₄ (pH=4); 2 - +0.01m CaCO₃+1m NaCl+0.5m H₂CO₃+0.01m HF+ (0.01-0.0025i)m H₃PO₄ + (0.004-0.0004i)m HCl+0.004i m KOH (pH=4); 3 - +0.01m CaCO₃+1m NaCl + 0.5m H₂CO₃ + 0.01m HF+ (0.01+0.005i)m H₃PO₄ + 0.004m HCl + 0.01i m KOH (pH=4.3); 4 - +0.01m CaCO₃+1m NaCl+0.5m H₂CO₃+0.01m HF+ (0.1+0.05i)m H₃PO₄ + (0.034+0.07i) mKOH (pH=4.09).

ставителя легких и эрбия – тяжелых РЗЭ с концентрацией фосфора в равновесных растворах в зависимости от Т-Р параметров в слабокислых вариантах расчетов (рН около 4). Резко выделяются кривые зависимости от Т-Р параметров для варианта (1) с повышенным исходным содержанием кальция в системе. Конечная (равновесная) концентрация фосфора в растворе оказывается самой низкой по сравнению с остальными вариантами расчетов, несмотря на повышение ее исходной концентрации при понижении температуры, а концентрация церия и эрбия – самой высокой. Это скорее всего связано с образованием большего количества здесь РЗЭ-содержащего фторапатита (см. рис. 1, b), обусловленного

большой доступностью кальция и фтора. В серии расчетов при 0.01 моля кальцита в присутствии NaCl и H₂CO₃ кривые равновесной концентрации фосфора лежат значительно выше, при этом самую низкую позицию занимает вариант (2), где исходная добавочная концентрация фосфора уменьшалась с понижением температуры. Ей соответствуют самые значимые для этой серии концентрации церия и эрбия.

В вариантах (3) и (4) добавочная исходная концентрация фосфора последовательно повышалась и установлено последовательное увеличение равновесной ее концентрации. Соответствующие кривые концентраций РЗЭ синхронно опускаются на минимуме до значений 10⁻¹⁴ для Ce и 10⁻¹⁶ для Er. Таким образом, хорошо

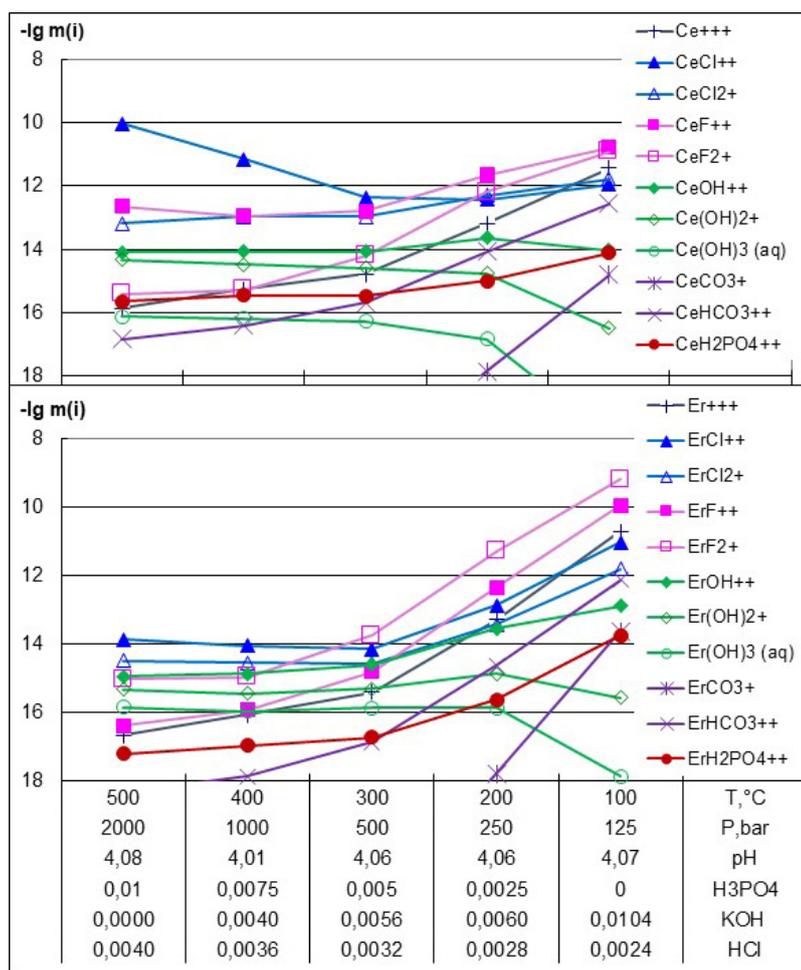


Рис. 4. Распределение по формам церия – представителя легких и эрбия – тяжелых РЗЭ в равновесном охлаждающемся растворе в зависимости от Т-Р-Х параметров при исходном составе системы: 5Е-3м монацита +0.01м CaCO₃+1м NaCl+0.5м H₂CO₃+0.01м HF + (0.01-0.0025)м H₃PO₄+ (0.004-0.0004)м HCl+0.004и м KOH.

видно, что увеличение равновесной суммарной концентрации фосфора приводит к уменьшению суммарной концентрации обоих лантаноидов.

Характер зависимости кривых РЗЭ от Т-Р параметров заметно отличается. Концентрация церия в интервале 500 – 400°С с понижением температуры уменьшается, а затем растет от 300 к 100°С и тем круче, чем ниже равновесная концентрация фосфора. Кривые концентраций эрбия при 500 – 400°С почти горизонтальные, но также поднимающиеся от 300 к 100°С. При этом в высокотемпературном интервале концентрация Се на 4 – 2 порядка выше, чем Ер, а в низкотемпературной области наблюдается обратный порядок: при 100 концентрация Ер на полтора-два порядка превышает концентрацию Се.

Для Се приведены результаты расчетов в варианте (0) при отсутствии в составе системы NaCl и H₂CO₃ с добавочной концентра-

цией фосфора аналогично варианту (2), т.е. понижающейся с уменьшением температуры. Хорошо видно, что равновесная концентрация фосфора в обоих вариантах довольно близкая, тогда как концентрация Се значительно ниже в случае отсутствия солевой добавки, особенно в высокотемпературной области на 4 – 2 порядка при 500 - 300°С соответственно, очевидно из-за отсутствия вклада хлорокомплексов РЗЭ в этом случае.

На рис. 4 приведено распределение церия и эрбия по формам в равновесном растворе варианта (2). Хорошо видно, что фосфатные комплексы не вносят сколько-нибудь значимый вклад в суммарную концентрацию РЗЭ в растворе достигая максимума порядка 10⁻¹⁴ моль/кг H₂O при 100°С. Основными являются первый хлорокомплекс LnCl²⁺ в интервале 500 – 300°С и фторокомплексы в области пониженных температур. При этом концентра-

Таблица 1. Сравнение суммарных концентраций РЗЭ в равновесных охлаждающихся фторидно-карбонатно-хлоридных слабощелочных растворах в зависимости от уменьшающейся (2.1) и возрастающей (4.1) исходной концентрации H_3PO_4 при понижении температуры от 500 до 100°C

T°C	500	400	300	200	100
$H_3PO_4(2.1)$	0.01	0.0075	0.005	0.0025	0
pH-2.1	6.986	7.017	7.013	6.958	7.005
P_{tot} -2.1	5.45E-03	5.64E-03	3.14E-03	2.13E-03	3.15E-08
Ce-2.1	2.20E-14	2.90E-14	5.57E-14	1.02E-14	8.29E-12
Pr-2.1	8.49E-15	2.09E-14	5.43E-14	1.83E-14	1.28E-10
Sm-2.1	3.81E-16	2.01E-15	3.13E-15	7.53E-16	6.62E-13
Gd-2.1	1.12E-15	7.34E-15	1.50E-14	5.06E-15	3.32E-12
Er-2.1	3.12E-14	5.05E-14	1.33E-13	6.64E-14	1.65E-10
$H_3PO_4(4.1)$	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
pH-4.1	7.007	7.232	7.069	7.014	7.029
P_{tot} -4.1	9.40E-02	1.48E-01	1.98E-01	2.48E-01	3.00E-01
Ce-4.1	1.43E-15	2.24E-15	1.18E-15	1.02E-16	9.67E-19
Pr-4.1	5.26E-16	1.50E-15	1.15E-15	1.62E-16	1.52E-17
Sm-4.1	1.74E-17	1.28E-16	6.66E-17	4.58E-18	7.64E-20
Gd-4.1	5.09E-17	4.68E-16	3.18E-16	3.04E-17	3.80E-19
Er-4.1	1.99E-15	3.81E-15	2.84E-15	8.50E-16	1.88E-17

Исходный состав системы: 5E-3m монацита +0.01m $CaCO_3$ +1m NaCl+0.5m H_2CO_3 +0.01m HF+1кг H_2O +: 2.1 - + (0.01-0.0025i) m H_3PO_4 + (0.03+0.006i)m KOH (см рис. 2 (b)); 4.1 - + (0.1+0.05i) m H_3PO_4 + (0.13+0.1i)m KOH (см рис. 2 (d)).

ция хлорокомплекса для Ce на 4 – 2 порядка выше, чем Er при 400-300°C соответственно. Фторокомплексы проявляют большую устойчивость для представителя тяжелых РЗЭ – эрбия, при этом для легкого РЗЭ – церия на первом месте по концентрации оказывается первый комплекс - LnF^{+2} начиная с 200°C, а для эрбия второй фторокомплекс - LnF_2^+ , начиная с 300°C (порядка $10^{-14}m$) резко возрастает к 100°C (до $10^{-9}m$). Такое распределение рассматриваемых лантаноидов по формам в растворе хорошо объясняет различие в зависимости кривых их концентраций от конечной суммарной концентрации фосфора на рис. 3.

Для слабощелочных вариантов расчетов

в таблице 1 приведено сопоставление величин суммарных концентраций РЗЭ в равновесных охлаждающихся фторидно-карбонатно-хлоридных слабощелочных растворах в зависимости от уменьшающейся (2.1) и возрастающей (4.1) исходной концентрации H_3PO_4 при понижении температуры от 500 до 100°C выборочно для представителей легких, средних и тяжелых лантаноидов. Хорошо видно, что в целом величины их суммарных концентраций в слабощелочных растворах в интервале 500 – 200°C в варианте 2.1 колеблются в пределах 10^{-13} – $10^{-12}m$, повышаясь до $10^{-10}m$ при 100°C (при 100°C не вводилась добавочная исходная концентрация H_3PO_4). Увеличение добавочной концентрации H_3PO_4 (вариант 4.1) привело к понижению

нию суммарных концентраций РЗЭ до величин не выше $10^{-15}m$ при исходной добавочной концентрации фосфора $0.1m$ с дальнейшим их падением вплоть до величин $10^{-20}m$ (Sm) при увеличении вводимой концентрации H_3PO_4 до $0.3m$. Таким образом, в слабощелочных условиях увеличение добавочной исходной концентрации фосфора сопровождается падением суммарных концентраций РЗЭ в равновесном растворе во всем температурном интервале.

Заключение

Таким образом, от добавленной концентрации H_3PO_4 в рассмотренных вариантах наибольшие отличия наблюдаются в слабощелочных условиях: при повышении добавленной концентрации фосфора уменьшается область образования бастнезита и полностью отсутствуют паризит и флюорит (рис. 2, с), при этом наблюдается увеличение количеств всех трех фосфатов РЗЭ вплоть до расширения интервала устойчивости ксенотима до $100^\circ C$. В слабощелочных условиях при повышении концентрации фосфора уменьшается интервал образования обоих фторокарбонатов РЗЭ (бастнезита и паризита) и полностью отсутствует кальцит (рис. 2, d), устойчивый при $100^\circ C$ в условиях уменьшающейся добавленной концентрации фосфора (рис. 2, b). Рассмотрение зависимости концентрации РЗЭ от суммарной конечной концентрации фосфора в слабощелочных равновесных растворах (рис. 3) приводит к выводу о том, что в условиях низкой доступности кальция (исходное количество 0.01 моль $CaCO_3$) увеличение добавленной концентрации H_3PO_4 приводит к снижению суммарных концентраций РЗЭ в равновесном флюиде. При этом введение солевой добавки в исходный состав системы резко увеличивает концентрацию легких РЗЭ особенно в высокотемпературной области (примерно на 2 порядка при $500^\circ C$), что хорошо согласуется с экспериментальными

данными по поведению РЗЭ при растворимости апатита [Chappell et al., 2023]. Характер зависимости кривых концентрации РЗЭ от Т-Р параметров заметно отличается, что объясняется преобладанием в высокотемпературной области хлорокомплексов легких лантаноидов, а в низкотемпературной – фторидных комплексов тяжелых РЗЭ. В этой области, где наблюдается образование фторокарбонатов, которые осаждают в основном ЛРЗЭ, можно ожидать преобладание тяжелых лантаноидов в равновесном флюиде. Подтверждением обогащения ТРЗЭ в низкотемпературной области могут служить данные [Cook et al., 2023], показывающие обогащение тяжелыми РЗЭ позднего рабдофана ($LnPO_4 \cdot H_2O$), замещающего монацит в том же образце. Ограничением проведенного исследования является то, что термодинамические данные для водных комплексов РЗЭ-фосфата основаны на экстраполяции экспериментов при температуре окружающей среды [Haas et al., 1995], поэтому вывод о незначимом вкладе фосфатных комплексов в общую концентрацию лантаноидов в равновесном флюиде можно считать предварительным. Следует также оговориться, что бастнезит и паризит в модели приняты как минералы постоянного состава [Gysi, Williams-Jones, 2015] из-за отсутствия термодинамических данных для их конечных членов.

Источники финансирования

Численные эксперименты в щелочных системах проведены за счет средств гранта РФФ № 23-17-00098. Работа выполнена в рамках государственного задания ИГМ СО РАН (122041400241-5) и ТуВИКОПР СО РАН (121031500140-2).

Список литературы

1. Chappell J. C., Gysi A.P., Monecke T. and Zhaoshan Chang Experimental apatite-fluid interaction and partitioning of rare earth elements at 150 and 250 °C // American Mineralogist. 2023. V. 108. P. 1409–1420.

2. Chebotarev D., Wohlgemuth-Ueberwasser C., Tong Hou. Partitioning of REE between calcite and carbonatitic melt containing P, S, Si at 650–900 °C and 100 MPa // *Scientific Reports*. 2022. 12(1):3320. DOI: 10.1038/s41598-022-07330-0.
3. Cook, N.J.; Ciobanu, C.L.; Wade, B.P.; Gilbert, S.E.; Alford, R. Mineralogy and Distribution of REE in Oxidised Ores of the MountWeld Laterite Deposit, Western Australia. // *Minerals*. 2023. V. 13. 656. <https://doi.org/10.3390/min13050656>
4. García-Arias M., Corretgé L.G., Castro A. Trace element behavior during partial melting of Iberian orthogneisses: An experimental study // *Chemical Geology*. 2012. V. 292-293. P. 1-17.
5. Goodenough, K.M.; Wall, F.; Merriman, D. The rare earth elements: Demand, global resources, and challenges for resourcing future generations. // *Nat. Resour. Res.* 2018. V. 27. P. 201–216.
6. Gupta, C.K. and Krishnamurthy, N. (2005) *Extractive Metallurgy of Rare Earths*. CRC Press, Boca Raton.
7. Gysi A.P., Williams-Jones A.E. The thermodynamic properties of bastnasite-(Ce) and parisite-(Ce) // *Chemical Geology*. 2015. V. 21. P. 87–101.
8. Haas J., Shock E.L., Sassani D. Rare earth elements in hydrothermal systems: estimates of standard partial molal thermodynamic properties of aqueous complexes of the rare earth elements at high temperature and pressure // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1995. V. 59. P. 4329–4350.
9. Li J., Liu C., Liu X., Li P., Huang Zh., Zhou F. (2019). Tantalum and niobium mineralization from F- and Cl-rich fluid in the lepidolite-rich pegmatite from the Renli deposit in northern Hunan, China: Constraints of fluid inclusions and lepidolite crystallization experiments. *Ore Geology Reviews*, 115, 103187.
10. Migdisov A., Williams-Jones A.E., Brugger J., Caporuscio F.A. Hydrothermal transport, deposition, and fractionation of the REE: Experimental data and thermodynamic calculations // *Chemical Geology*. 2016. V. 439. P. 13–42.
11. Nikolenko A.M., Redina A.A., Doroshkevich A.G., Prokopyev I.R., Ragozin A.L., Vladykin N.V. (2018). The origin of magnetite-apatite rocks of Mushgai-Khudag Complex, South Mongolia: mineral chemistry and studies of melt and fluid inclusions. *Lithos*, 2018, 320–321, 567–582.
12. Prokopyev I.R., Kozlov E., Fomina E., Doroshkevich A., Dyomkin M. (2020). Mineralogy and Fluid Regime of Formation of the REE-Late-Stage Hydrothermal Mineralization of Petyayan-Vara Carbonatites (Vuoriyarvi, Kola Region, NW Russia). *Minerals*, 10(2) 405.
13. Qifeng Zhou, Kezhang Qin, Dongmei Tang and Chunlong Wang. A Combined EMPA and LA-ICP-MS Study of Muscovite from Pegmatites in the Chinese Altai, NW China: Implications for Tracing Rare-Element Mineralization Type and Ore-Forming Process // *Minerals*. 2022. V. 12(3). 377.
14. Shironosova G.P., Kolonin G.R., Sushchevskaya T.M. Thermodynamic Modeling of the Influence of Isothermal Dilution of Ore Forming Fluid on Its Potential Tungsten Productivity // *Geochem. Intern.* 2001. V. 39. Suppl. 2. P. S235–S240.
15. Shironosova G.P., Prokopyev I.R. Assessment of the Role of Carbonate–Bicarbonate Fluids in the Transport and Deposition of REEs in the Process of Ore Formation (Thermodynamic Modeling) // *Doklady Earth Sciences*. 2021. V. 501. Supl 1. P. S13-S17.
16. Shvarov Yu.V. HCh: New potentialities for the thermodynamic simulation of geochemical systems offered by windows // *Geochemistry International*. 2008. V. 46. № 8. P. 834–839.
17. Teixeira L.A.V., Silva R.G., Majuste D., Ciminelli V.S.T. Stability of lanthanum in sulfate and phosphate systems and implications for selective rare earths extraction // *Minerals Engineering*. 2020. V. 155. 106440.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИНТИСИТА В РЕЗУЛЬТАТЕ РАСШИРЕНИЯ МЕТОДИК ЕГО СИНТЕЗА И МОДИФИКАЦИИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Г. О. Калашникова¹, Т. Л. Паникоровский¹, М. Н. Тимофеева^{2,3}, Д. В. Грязнова¹, Н. А. Кабанова^{1,4}, О. Ю. Синельщикова⁵, Я. А. Пахомовский^{1,6}, В. Н. Яковенчук^{1,6}, С. В. Кривовичев¹

¹ Центр наноматериаловедения КНЦ РАН; ² Институт катализа им. Борескова СО РАН; ³ Новосибирский государственный технический университет; ⁴ Самарский центр теоретического материаловедения, Самарский государственный технический университет; ⁵ Институт химии силикатов РАН; ⁶ Геологический институт КНЦ РАН; g.kalashnikova@ksc.ru

В работе представлено объединение данных по статьям и патентам, представленных на конкурс работ молодых ученых ФИЦ КНЦ РАН в 2023 году, согласно указанной в названии тематики. Приведены новые данные о связи специфики изменения кристаллической структуры минералов группы линтисита с апробацией его синтетического аналога AM-4 в качестве полупроводника и гетерогенного катализатора.

Ключевые слова:

Линтисит, кристаллическая структура, синтез, AM-4, SL3, гетерогенный катализатор, полупроводник

MODELING OF CATALYTIC AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF LINTISITE AS A RESULT OF EXPANSION OF THE METHODS OF ITS SYNTHESIS AND CRYSTAL STRUCTURE MODIFICATION

G. O. Kalashnikova¹, T. L. Panikorovsky¹, M. N. Timofeeva^{2,3}, D. V. Gryaznova¹, N. A. Kabanova^{1,4}, O. Yu. Sinelshchikova⁵, Ya. A. Pakhomovsky^{1,6}, V. N. Yakovenchuk^{1,6}, S. V. Krivovichev¹

¹ Nanomaterials Research Centre KSC RAS; ² Boreskov Institute of Catalysis Siberian Branch of RAS; ³ Novosibirsk State Technical University; ⁴ Samara Center for Theoretical Materials Science, Samara State Technical University; ⁵ Institute of Silicate Chemistry RAS; ⁶ Geological Institute KSC RAS; g.kalashnikova@ksc.ru

This work presents a combination of data from the cycle of articles and patents submitted to the competition of works by young scientists of the FRC KSC RAS in 2023. New data are presented on the relationship between the specificity of changes in the crystal structure of minerals of the lintisite group and the approbation of its synthetic analog AM-4 as a semiconductor and a heterogeneous catalyst.

Keywords:

Lintisite, crystal structure, synthesis, AM-4, SL3, heterogeneous catalyst, semiconductor

Гибкие кристаллические структуры, демонстрирующие превращения по схеме монокристалл-монокристалл (SCSC), привлекают внимание во многих прикладных аспектах: магнитных переключателях, катализе, сегнетоэлектриках и сорбции. Одним из материалов, обладающих подобной особенностью структуры является титаносиликат AM-4. Список всех полезных свойств единственного на данный момент синтетического аналога группы минералов линтисита (AM-4) представлен в работе [Калашникова и др., 2021]. Данные о сорбционных свойствах декатионизированной формы AM-4 с условным названием SL3 были описаны авторами ранее в статье [Kalashnikova et al., 2021]. Особенности же механизма изменения кристаллической структуры синтетического материала стало возможным понять только после детального изучения результатов съемки монокристалльной рентгеновской дифракции минералов кукишумита и линтисита [Kalashnikova et al., 2024].

Авторами данного цикла работ показано, что в кислой среде синтетический AM-4, как и его природный прототип, теряет внекаркасные катионы Na^+ и октаэдры Na/Li , выступающие в качестве связующих звеньев для отдельных титаносиликатных блоков кристаллической структуры объектов. В результате таких изменений происходит структурная реконструкция со сдвигом соседних Ti-Si слоев на 5\AA вдоль вектора (b+c), сжатием элементарной ячейки на 20% от исходного объема и модификацией кислотно-основных свойств.

В результате сотрудничества коллектива ученых из Института катализа имени Г. К. Борескова СО РАН, Новосибирского государственного технического университета и Центра наноматериаловедения Кольского научного центра удалось совершенно по новому взглянуть на свойства синтетического аналога линтисита. Благодаря пониманию специфики трансформации кристаллической структуры соединения и особенностей работы его модификаций в качестве гетерогенных катализаторов стало возможным подтвердить пригодность AM-4 для синтеза органических веществ: глицидола и глицеринкарбоната из ключевого

побочного продукта производства биодизельного топлива, глицерина [Timofeeva et al., 2023]. Глицеринкарбонат широко используют в качестве растворителя в пищевой, косметологической, текстильной и фармацевтической промышленности, и как электролит для литий-ионных аккумуляторов. Это вещество также широко применяется в органической химии в качестве строительного компонента для получения полимеров, полиэфиров, поликарбонатов и многих других соединений [Лядов и др., 2017]. Глицидол применяют в промышленности для стабилизации натуральных масел и виниловых полимеров, в качестве химического промежуточного продукта в синтезе глицидиловых эфиров (процессы получения смол), сложных эфиров (ароматизаторы, растворители, пластификаторы) и аминов (производство пластмасс, красителей, антиоксидантов, пестицидов), фармацевтических препаратов [Лядов и др., 2017]. По данным одного из крупнейших аналитических центров маркетинга Transparency Market Research и Global Market Insights, в 2019 году мировой рынок глицидола оценивался в 8190,2 миллионов долларов США. К 2026 году прогнозируют рост рынка еще на 4,9 % [<https://www.gminsights.com>]. Новый катализатор представляет собой композитный материал, основой которого является аналог минерала линтисита, а добавочным компонентом его кристаллической структуры – цеолитоподобное вещество с цинк-имидазольным каркасом, ZIF-8 (материал, широко применяемый для селективного улавливания углекислого газа, разделения водорода от примеси иных газов, доставке лекарственных препаратов) [Saliba et al., 2018]. Такой «союз» позволяет значительно снизить потерю ZIF-8 и получить новый катализатор с управляемыми физико-химическими свойствами, высокой удельной площадью поверхности ($57\text{ м}^2/\text{г}$ – в случае AM-4 и $1801\text{ м}^2/\text{г}$ – для ZIF-8), равномерным распределением пор, наличием регулируемого количества активных кислотных и основных центров. Существует несколько распространенных методов синтеза глицерин карбоната и глицидола, наиболее экологичным и экономичным из которых является одностадийный

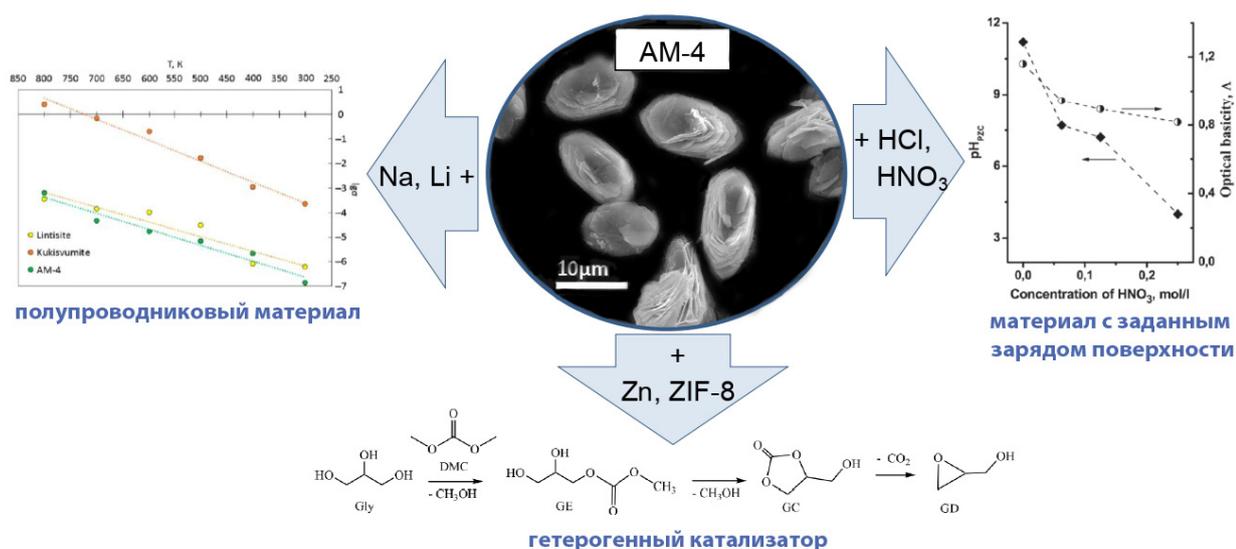


Рис.1. Схема моделирования свойств синтетического аналога линтисита AM-4 для области катализа и электрохимии. Условные сокращения: Gly – глицерин, DMC – диметилкарбонат, GC – глицеринкарбонат, GD – глицидол.

синтез в результате взаимодействия глицерина с диметилкарбонатом (рис.1). Авторами цикла работ показано, что в присутствии нового гетерогенного катализатора AM-4/ZIF-8 реакция проходит с максимальной селективностью по отношению к итоговому продукту (78,4 %) при температуре 100°C [Timofeeva et al., 2023].

Еще одним перспективным направлением для практического применения AM-4 является область электрохимии. Теоретический расчет ионнопроводящих свойств соединений группы линтисита при помощи построения тайлинговой модели каркаса позволил сделать предположение, что миграция катионов в кристаллической структуре возможна по трем путям: 1) по каналам, созданным упаковкой [4².5⁴.6².14²] тайлов; (2) по каналам, проходящие через [6⁴] тайлы и (3) каналам, образованных «сшивающими» катионами. К первому типу миграции ионов относятся катионы, расположенные внутри широких каналов. Для второго и третьего типов миграции энергетические барьеры активации определены с помощью расчетов BVSE и DFT. В целом расчеты BVSE показывают, что кристаллические структуры AM-4 более

подходят для 1D-диффузии Na⁺, в то время как структура линтисита позволяет осуществить 3D-диффузию. Следовательно, рассматриваемые минералы потенциально могут быть смешанными катионными проводниками. Электропроводимость модификаций AM-4:Na и AM-4:Li была протестирована экспериментально при помощи импедансной спектроскопии (импеданс метр Z2000) при переменном токе. В результате проведенных экспериментов для образцов была установлена энергия активации 0,66–0,69 эВ (колебания в пределах погрешности измерения). Проведенные исследования подтвердили согласование экспериментальных данных с расчетными энергиями миграции по данным BVSE и DFT [Kalashnikova et al., 2024].

Синтетические аналоги минералов особенно интересны тем, что их синтез можно осуществить на основе доступно титансодержащего сырья (например, сфена) [Dorosheva et al., 2023]. Так, например, одним из главных условий в схеме получения катализатора может быть использование в качестве исходного сырья промежуточных или обедненных по содержанию титана источников (например, сырья, от-

правляемого на долгосрочное хранение после извлечения полезных компонентов из апатито-нефелиновых руд предприятия АО «Апатит») [Калашникова и др., 2023; Калашникова и др., 2024]. Такой подход позволяет проектировать технологии с увеличением процента комплексного использования рудных ресурсов и уменьшением ежегодной нагрузки на окружающую среду. Большое значение имеет и снижение себестоимости продукта и энергозатрат при его производстве и дальнейшем использовании.

Отдельный интерес представляет возможность синтеза подобных материалов в условиях обработки реакционной смеси микроволновым излучением (микроволновый синтез) [Kalashnikova et al., 2023], позволяющего в тысячу раз ускорить время синтеза, например, аналога минерала ситинакита. Микроволновой синтез является методом, при котором образец подвергают обработке в диапазоне длин волн от 0,3 до 30 ГГц [Li et al., 2008], за счет чего достигается более высокая скорость нагрева и обеспечивается быстрая кристаллизацию фазы аналога минерала. Однако размер частиц синтетического материала и качество получившихся кристаллов из-за этого сильно снижается, что часто приводит к уменьшению сорбционной емкости образцов по сравнению с аналогами, синтезированными в традиционных гидротермальных условиях [Kalashnikova et al., 2023]. Тем не менее предложенный метод, бесспорно, позволяет получить аналог минерала в предельно короткие сроки, что может быть важно для оперативной наработки материала в случае срочной необходимости ликвидации техногенных аварий, связанных с загрязнением водных сред.

Заключение

В настоящей работе, являющейся общим описанием цикла работ, представленных на конкурс трудов молодых ученых ФИЦ КНЦ РАН в 2023 году, приведены примеры подтверждающие то, что группа минералов линтисита представляет особый интерес как для фундаментальных исследований, так и поиска практического применения в хо-

рошо востребованных областях рынка: новые электропроводящие материалы, гетерогенные катализаторы, соединения с прогнозируемыми свойствами. Отдельно необходимо отметить, что в 2023 году проведен первый перевод методики синтеза исследуемого материала от лабораторного (объем автоклава от 50 до 450 мл) до укрупненно-лабораторного масштаба (объем реактора 7 литров). Для промасштабированной методики выявлены основные важные проблемы кристаллизации сопутствующих AM-4 фаз (аналоги зорита и натисита), намечены пути их решения. Федеральным институтом промышленной собственности одобрена заявка на патент для новой методики получения AM-4 на основе сфенового концентрата, и на товарный знак продукта.

Развитие исследований по данной теме в настоящее время продолжается авторами в рамках проекта № 24-23-00374 «Новые синтетические аналоги минералов с цеолитоподобной структурой для очистки промышленных газов: синтез при использовании промышленных отходов в Арктике, сорбционные свойства, использование в мембранных технологиях», поддержанного Российским научным фондом в 2024 году.

Благодарности

Авторы искренне признательны А. В. Базай и Е. Э. Савченко (ЦНМ КНЦ РАН, ГИ КНЦ РАН) за помощь в изучении образцов при помощи электронного сканирующего микроскопа, Н. И. Забавчик, М. Ю. Глазуновой и Е. А. Селивановой (ГИ КНЦ РАН) – за рентгенофазовые исследования, И. А. Лукоянову за осуществление органического синтеза глицеринкарбоната и глицидола, г.н.с. ЦНМ КНЦ РАН А. И. Николаеву за консультации и помощь в исследованиях на разных этапах работы.

Исследования проводились при финансовой поддержке НИР № 122022400362-6 (исследования природных титаносиликатных минералов), гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере СТАРТ С1-218218 (масштабирование методики синтеза аналога линтисита).

Литература

1. Интернет ресурс <https://www.gminsights.com/>.
2. Калашникова Г.О., Яковенчук В.Н., Селиванова Е.А., Пахомовский Я.А., Грязнова Д.В. Путь развития природного линтисита от минерала до его синтетического аналога: полезные свойства, потенциальные области практического применения // Вестник Кольского научного центра РАН. 2021. № 13. С. 7-15.
3. Калашникова Г.О., Грязнова Д.В., Кадакина А.В. Заявка на патент 2023136206 РФ. МПК C01G23/00, C01B33/20 (2006.01). Способ получения кристаллического титаносиликата. Заявл. 10.04.2023.
4. Калашникова Г.О., Плаунов И.С., Грязнова Д.В., Яковенчук В.Н. Патент на торговый знак «ЛинтиСИНТ» № 1016692. Зарегистрировано в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания РФ 17.04.2024.
5. Лядов А.С., Хаджиев С.Н. Биоглицерин – альтернативное сырье для основного органического синтеза (Обзор) // Журнал прикладной химии. 2017. Т.90. Вып. 11. С. 1417 – 1428.
6. Dorosheva I.B., Rempel A.A., Kalashnikova G.O., Yakovenchuk V.N. Nanoparticles in titanite ore // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. 2023. Vol. 14 (5). P. 549-553. DOI: 10.17586/2220-8054-2023-14-5-549-553.
7. Kalashnikova G.O., Zhitova E.S., Selivanova E.A., Pakhomovsky Ya.A., Yakovenchuk V.N., Ivanyuk G.Yu., Kasikov A.G., Drogobuzhskaya S.V., Elizarova I.R., Kiselev Yu.G., Knyazeva A.I., Korovin V.N., Nikolaev A.I., Krivovichev S.V. // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2021. Vol.313.110787. DOI: 10.1016/j.micromeso.2020.110787.
8. Kalashnikova G.O., Gryaznova D.V., Baranchikov A.E., Britvin S.N., Yakovenchuk V.N., Samburov G.O., Veselova V.V., Pylyalina A.Y., Pakhomovsky Y.A., Glazunova M.Y., Shirokaya A.A., Kozerozhets I., Nikolaev A.I., Ivanov V. K. Microwave –assisted synthesis of titanosilicates using a precursor produced from titanium ore concentrate // *ChemEngineering*. 2023. #6. P. 118-134. DOI:10.3390/chemengineering7060118.
9. Kalashnikova G.O., Krivovichev S.V., Yakovenchuk V.N., Selivanova E.A., Avdontceva M.S., Ivanyuk G.Y., Pakhomovsky Y.A., Gryaznova D.V., Kabanova N.A., Morkhova Y.A., et al. The Am-4 family of layered titanosilicates: single-crystal-to-single-crystal transformation, synthesis and ionic conductivity // *Materials*. 2024. Vol. 17. P. 111. DOI:10.3390/ma17010111.
10. Li, Y., Yang, W. Microwave Synthesis of Zeolite Membranes: A Review // *J. Memb. Sci.* 2008. Vo.316. P. 3–17.
11. Saliba D., Ammar M., Rammai M., Al-Ghoul M., Hmadeh M. Crystal growth of ZIF-8, ZIF-67, and their mixed-metal derivatives // *Journal of the American Chemical Society*. 2018. Vol. 140. DOI: 10.1021/jacs.7b11589.
12. Timofeeva M.N., Lukoyanov I.A., Kalashnikova G.O., Panchenko V.N., Shefer K.I., Gerasimov E.Yu., Mel'gunov M.S. Synthesis of glycidol via transesterification glycerol with dimethylcarbonate in the presence of composites based on a layered titanosilicate AM-4 and ZIF-8 // *Molecular Catalysis*. 2023. Vol. 539.113014. DOI: 10.1016/j.mcat.2023.113014.

УДК 379.851, 338.48

АРКТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТУРИЗМА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. И. Булыгина^{1,2}, А. В. Елисеев¹, М. В. Шулина^{1,3}

¹ Комитет по туризму Мурманской области, ² Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН, ³ Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, irina_bulygina@mail.ru

В статье представлены краткие сведения о развитии экологического туризма в Мурманской области. Арктика в последние годы стала привлекательной для туристов, турпоток значительно вырос по сравнению с началом XXI века. Однако ее природа очень хрупкая, поэтому важно воспитать бережное отношение к ней как у специалистов турбизнеса, так и у туристов. С этой целью необходимо проводить планомерную работу по экопросвещению. С целью повышения экологической и профессиональной грамотности работников турбизнеса в регионе реализован проект «Арктическая лаборатория туризма», ставший одним из наиболее эффективных инструментов анализа, планирования и развития экологически ответственного туризма в Мурманской области.

Ключевые слова:

туризм, арктическая лаборатория туризма, экологический туризм, природные территории

LABORATORY OF ARCTIC TOURISM AS A TOOL FOR DEVELOPING ECOLOGICAL TOURISM IN THE MURMANSK REGION

I. I. Bulygina^{1,2}, A.V. Eliseev¹, M.V. Shulina^{1,3}

¹ Tourism Committee of the Murmansk Region, ² Polar-Alpine Botanical Garden-Institute, KSC RAS,

³ Institute of Industrial Ecology Problems of the North, KSC RAS, irina_bulygina@mail.ru

The article presents brief information on the development of ecotourism in the Murmansk Region. The Arctic has become attractive to tourists in recent years, the tourist flow has grown significantly compared to the beginning of the 21st century. However, its nature is very fragile, so it is important to cultivate a careful attitude towards it among both tourism industry specialists and tourists. For this purpose, it is necessary to carry out systematic work on environmental education. In order to improve the environmental and professional literacy of tourism industry workers in the region, the Arctic Tourism Laboratory project has been implemented, which has become one of the most effective tools for analyzing, planning and developing environmentally responsible tourism in the Murmansk Region.

Keywords:

tourism, arctic tourism laboratory, ecotourism, natural areas

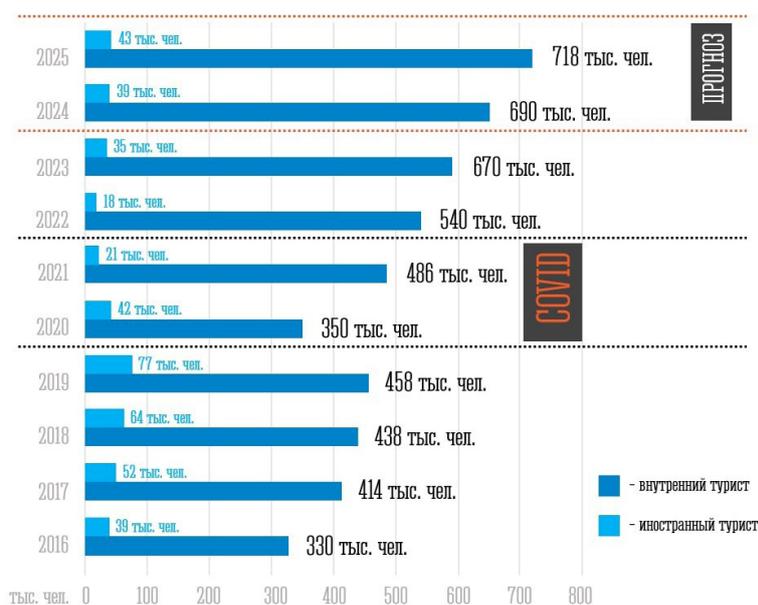


Рис. 1. Туристический поток в Мурманскую область в период с 2016 по 2023 гг. и прогноз на 2024-25 гг. [Данные комитета по туризму Мурманской области]

Арктическая зона РФ с каждым годом становится все более привлекательной для развития туризма. Если в 2022 году рост турпотока в Арктику составлял 15%, то в 2023 уже 41% [Турпоток в районы...]. Такое увеличение связано с многими факторами: мировой политической обстановкой, изменениями потребительских предпочтений, поиском туристами новых локаций для отдыха и новых впечатлений и пр.

Мурманская область является флагманом по росту турпотока среди полностью арктических российских регионов (уступает только Красноярскому краю, большая часть которого находится вне арктической зоны), поскольку является «близкой» Арктикой (находится в небольшой удаленности от Москвы и Санкт-Петербурга), «теплой» Арктикой (благодаря теплоте течения Гольфстрим средние зимние температуры составляют – 8-12 °С), и главное – «доступной» Арктикой (имеет эффективную и развитую транспортную инфраструктуру, включающую все виды транспортного сообщения (авиационное с возможностью приема в двух аэропортах, железнодорожное, автомобильное и водное).

С 2016 по 2023 год туристический поток вырос в два раза (рис. 1). Некоторый спад наблюдался только 2020 году – в период пандемии

Covid-19. Однако за последние годы турпоток не только увеличился количественно, но и изменился качественно. В постпандемийный период турпоток состоит преимущественно из российских туристов, которые составляют 97,92% от общего турпотока.

До 2021 года в Мурманскую область приезжало достаточно большое количество иностранных туристов. Это были преимущественно гости из соседних стран – Норвегии и Финляндии, а также из Китая и Тайваня. С 2022 года поток иностранных гостей уменьшился, реже стали посещать область гости из европейских стран, в то же время увеличился поток из стран Азии и Африки. Мурманская область является участником соглашения о безвизовом обмене туристами с Китаем и Ираном. Из 66 региональных туроператоров – 11 имеют право принимать туристов из Ирана и Китая по безвизовому обмену.

По данным Big Data за 2023 год наибольшее число зарубежных гостей прибыли в регион из Белоруссии, с которой летом действовало прямое авиасообщение, Китая, Норвегии, Турции (действовало прямое авиасообщение); следующими в списке прибытий иностранных гостей значатся Филиппины, Финляндия, Таиланд, Индия.

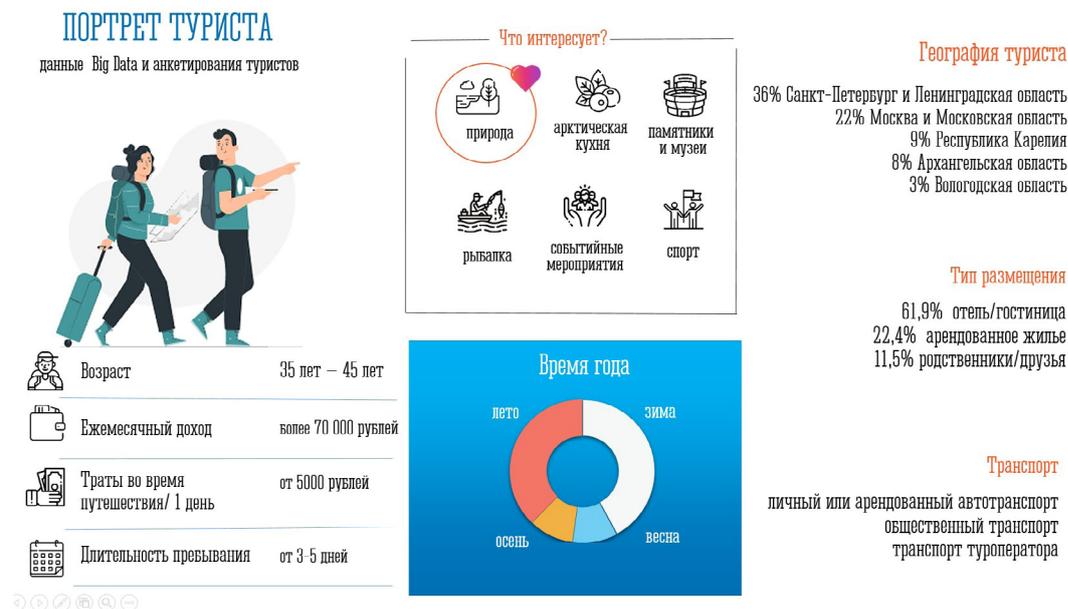


Рис. 2. Портрет туриста, посещающего Мурманскую область

Бурное развитие туризма является вызовом для российских арктических регионов, ранее практически не задействованных в туристском бизнесе. Арктическая территория для большинства путешествующих до сих пор остается загадкой из-за страха оказаться в суровых климатических условиях Заполярья. Однако есть желающие испытать себя в этих суровых условиях. Это прежде всего активные люди трудоспособного возраста от 25 до 45 лет с доходом выше среднего по общероссийским показателям (рис. 2) [Данные анкетирования].

По опросным данным 86 % туристов¹, прибывающих в Мурманскую область, привлекает именно природа, что значительно увеличивает рост антропогенной нагрузки на природные территории. При этом большая часть гостей региона не обладают развитым эко-мышлением, поэтому важно воспитывать экологически ответственных работников турбизнеса, которые, в свою очередь, будут доносить до гостей региона правила бережного отношения к северной природе.

Туризм стал новым вызовом и открыл новые возможности для Мурманской области.

Возросла потребность как в совершенствовании туристской инфраструктуры, так и в системном вовлечении местных жителей в процесс приема и обслуживания туристов.

С увеличением и качественным изменением турпотока остро встала проблема формирования нового турпродукта, к которому в условиях Арктики предъявляются особые требования обеспечения безопасности путешествий, особенно в тех местах, где отсутствует связь и затруднены коммуникации с внешним миром и службами безопасности, и разнообразного и качественного наполнения программ пребывания на маршрутах.

Регион не имеет сложившихся традиций индустрии гостеприимства, что обуславливает необходимость участия органов власти в формировании новых конкурентоспособных туристических маршрутов, а также важность повышения квалификации турсообщества и формирования пула экспертов, умеющих работать с учетом особенностей организации турбизнеса в условиях Арктики.

В связи с этим появилась необходимость в поиске новых инструментов. Одним из таких

1. Опросы проводятся Туристским информационным центром Мурманской области



Рис. 3.
Посещение
музея
«Хибинариум»
КНЦ РАН
экспертами
«Арктической
лаборатории
туризма»
8 апреля
2022 года.
Фото Н. Щур

многофункциональных инструментов стал проект «Арктическая лаборатория туризма» (ALT) (рис. 3). Его главная цель – выращивание кадров, обладающих компетенциями для качественной работы в туризме в условиях Крайнего Севера, способных разрабатывать и реализовывать безопасный и качественный арктический турпродукт, налаживание горизонтальных связей между всеми участниками туристической деятельности. В соответствии с поставленной целью были определены задачи:

1. анализ деятельности туристских предприятий, поиск проблемных мест и путей их решения;
2. вовлечение работников турбизнеса, представителей образования, науки и культуры в общие задачи развития туризма и «выращивание» компетентных работников и экспертов сферы туризма, работающих качественно в арктических условиях;
3. открытие новых объектов туристского интереса и включение их в новые маршруты;
4. поиск новых подходов и технологий работы с туристами и применение их на практике.

В регионе была разработана стратегия развития туризма на 5 лет, где каждый год был обозначен как тематический:

- 2022 – год экологического туризма;
- 2023 – год активного туризма;
- 2024 – год культурно-познавательного туризма;
- 2025 – год промышленного туризма;
- 2026 – год делового туризма.

На протяжении тематического года главное внимание сосредоточено именно на обозначенном виде туризма, а также региональная финансовая поддержка оказывается в этот год именно тем предпринимателям, которые предлагают проекты актуальной тематики. Выделение тематического года показало себя эффективной практикой управления сферой туризма, позволяя сфокусировать внимание всех акторов на одном из важных для региона направлений туризма.

Старт проекту «Арктическая лаборатория туризма» был дан в марте 2022 года, который был объявлен в Мурманской области годом экологического туризма, поскольку посещение природ-

ных территорий было главным приоритетом туристических путешествий в регион.

В рамках первого тематического года был проведен анализ ресурсной базы экологического туризма, апробированы маршруты, вовлечены в туриндурию ранее слабо задействованные участники, поддержаны проекты, связанные с охраной природы, эко-просвещением и вовлечением местных сообществ в развитие экологически ответственного туризма.

Арктическая лаборатория туризма (ALT) стала ключевым инструментом тематического года. За 2022 год была проведена большая работа по увеличению разнообразия и повышению качества регионального турпродукта. Благодаря программе ALT удалось познакомить турбизнес с научными и эколого-просветительскими организациями, заповедниками.

Основной формат работы Арктической лаборатории – экспертные выезды. Экспертное сообщество, состоящее из представителей Комитета по туризму Мурманской области, регионального Туристского информационного центра, представителей агентств развития территорий, науки, профильного образования, туристического бизнеса (туроператоры, гиды, турагенты, объекты питания и коллективные средства размещения) и местных жителей, на протяжении года выезжали для апробации и оцифровки маршрутов и туристических программ на разные природные территории (Лапландский и Кандалакшские заповедники, заповедник «Пасвик», Полярно-альпийский ботанический сад, природный парк «Териберка»), одновременно знакомились с дополняющими объектами туристской инфраструктуры и туристского интереса во всех муниципалитетах области.

Были проанализированы ресурсы для развития экологического туризма; сформирован пул партнеров, реализующих проекты в сфере безотходных и малоотходных производств, сортировки и переработки отходов; сформирован перечень необходимых проектов, для реализации которых были выделены региональные меры поддержки субъектов предприниматель-

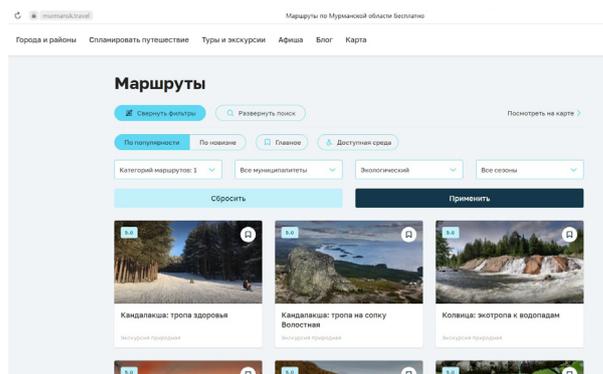


Рис. 4. Экологические маршруты на региональном турпортале Murmansk.travel

ства, реализующих проекты в сфере экологического туризма; проведены образовательные экопросветительские сессии в целях повышения квалификации представителей туриндурии региона; и главное – по итогам каждого выезда эксперты дали развернутую обратную связь (прошли глубинное анкетирование) о степени готовности объектов к приему гостей, актуальных целевых группах, рекомендуемых механизмах продвижения и актуальных улучшениях сервиса.

По результатам экспертных выездов были апробированы и нанесены на карту регионального турпортала Murmansk.travel 12 экологических троп² (рис. 4). За счет успешно прошедших апробацию экологических маршрутов расширилась линейка турпродуктов, доступных как для самостоятельных путешествий, так и для организованных групп, сложились партнерские отношения между объектами показа, гидами, турагентами и туроператорами.

За три года реализации проекта «Арктическая лаборатория туризма» в регионе удалось сформировать сообщество представителей гостиничного и туристического бизнеса, активно включающегося в процесс создания более качественного и экологичного турпродукта. И если в первых программах представители бизнеса участвовали с недоверием, то в настоящее время

2. С результатами работы можно ознакомиться на региональном туристическом портале

мя чаще именно бизнес инициирует экспертные выезды, понимая их важность для развития туристических объектов.

Важным моментом в работе «Арктической лаборатории туризма» является сбор и анализ обратной связи. Это помогает посещаемым объектам совершенствовать свою работу, а выезжающим на объекты и маршруты представителям турбизнеса повышать уровень экспертности, учиться замечать детали и совершенствовать собственную работу. Анализ опросов позволяет выработать также общие стандарты качества туристического обслуживания в регионе.

Кроме экспертных выездов в рамках проекта «Арктической лаборатории туризма» проводятся встречи, обсуждения, семинары,

позволяющие повышать квалификацию работников турбизнеса. Важно, что благодаря реализации этого проекта налажен продуктивный диалог между представителями науки, бизнеса и власти, позволяющий повысить уровень качественного выполнения планируемых задач и заинтересованность в достижении результатов.

Помимо ученых и преподавателей в процесс развития экологического туризма и экопросвещения были вовлечены работники культуры, туроператоры, турагенты, гиды, отельеры и даже рестораторы, которые на массовых мероприятиях предлагают напитки в многоразовую кружку значительно дешевле, нежели в одноразовый стакан, что позволяет сократить количество мусора.

Список литературы

1. Александр Елисеев: повышение качества регионального турпродукта дает положительный результат // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/464490/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).
2. Арктическая лаборатория туризма: состоялся экспертный выезд в заповедник «Пасвик» // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/444773/?sphrase_id=6482581 (дата обращения 20.09.2024).
3. В Никеле открылся первый эколого-индустриальный туристический маршрут «Шпиль 555» // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/468175/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).
4. Древняя история и невероятная природа: Арктическая лаборатория туризма посетила Кандалакшу // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/457641/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).
5. Кандалакшский заповедник представили на фестивале «Первозданная Россия» // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/443666/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).
6. На международном форуме «Арктика: настоящее и будущее» представили туристический потенциал Мурманской области // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/475253/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).
7. Региональный турпортал // Электронный ресурс: <https://murmansk.travel/routes> (дата обращения 20.09.2024).
8. Состоялся круглый стол «Интеграция учреждений культуры в формирование туристического продукта в год экологически ответственного туризма» // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/449580/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).
9. Турпоток в районы Крайнего Севера в 2023 году увеличился на 41% // Электронный ресурс: <https://www.finmarket.ru/news/6101536> (дата обращения 17.09.2024).
10. Эксперты Арктической лаборатории туризма посетили Кировск и Апатиты // Электронный ресурс: https://tourism.gov-murman.ru/news/496523/?sphrase_id=6482582 (дата обращения 20.09.2024).

УДК 929+58(092)

МАТЕРИАЛЫ К БИОГРАФИИ БОРИСА НИКОЛАЕВИЧА ГОЛОВКИНА – ВЫДАЮЩЕГОСЯ БОТАНИКА И ПОПУЛЯРИЗАТОРА НАУКИ

Е. А. Боровичев

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН,
e.borovichev@ksc.ru

В статье приведены основные вехи жизненного и научного пути выдающегося ботаника, цветовода и популяризатора науки, профессора, доктора биологических наук Бориса Николаевича Головкина. Впервые публикуются архивные фотографии, иллюстрирующие различные этапы пути ученого.

Ключевые слова:

Борис Николаевич Головкин, интродукция растений, популяризация ботаники, цветоводство, юбилей, ПАБСИ, Главный ботанический сад, история науки

TO THE BIOGRAPHY OF BORIS NIKOLAEVICH GOLOVKIN – AN OUTSTANDING BOTANIST AND POPULARIZER OF SCIENCE

E.A. Borovichev

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute KSC RAS, e.borovichev@ksc.ru

The article presents the main stages of the life and scientific way of the outstanding botanist, florist and popularizer of science, professor, doctor of biological sciences Boris Nikolaevich Golovkin. For the first time, archival photographs are published illustrating various stages of the scientist's way.

Keywords:

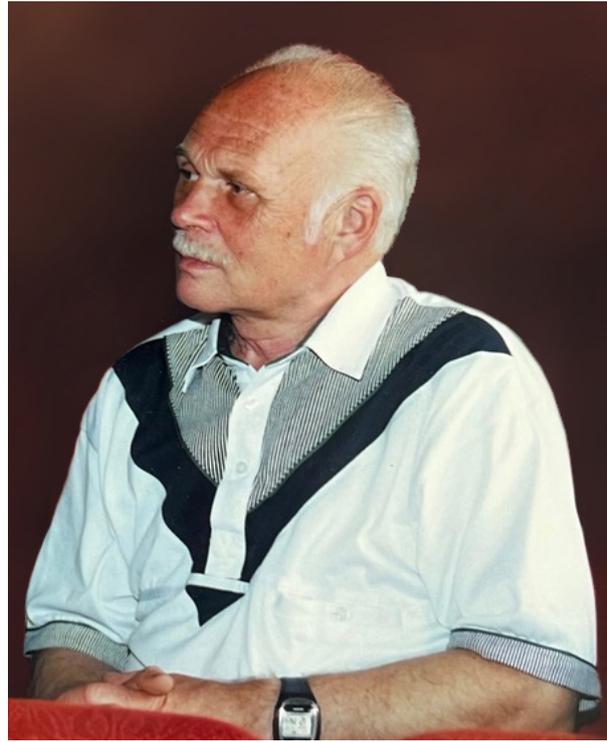
Boris Nikolaevich Golovkin, plant introduction, popularization of botany, floriculture, anniversary, PABGI, Main Botanical Garden, history of science

Введение

22 августа 2024 г. исполнилось бы 90 лет выдающемуся ботанику, цветоводу и популяризатору науки, доктору биологических наук, профессору Борису Николаевичу Головкину. Вся его жизнь была связана с познанием мира растений: он начал с интродукции растений в условия Заполярья, занимался внедрением красивоцветущих интродуцентов в ассортимент озеленительных посадок в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий Мурманской области. В конце 1990-х годов его увлекли исследования в области медицинской ботаники. В частности, он стал инициатором подготовки трехтомного спра-

вочника «Биологически активные вещества растительного происхождения» [Головкин и др., 2002, 2001]. Уже после его смерти вышла книга, подводящая некоторый итог этому этапу его научной деятельности – «Медицинская ботаника» [Головкин и др., 2019].

А еще он очень активно занимался популяризацией знаний о растениях, переводил их безмолвный зеленый язык на человеческий. Его научно-популярные книги зародили интерес и привели в науку несколько поколений ботаников. Он умел очень просто и увлекательно рассказать о самых сложных феноменах из жизни растений и сочетал самые современные научные исследования и факты из истории



Борис Николаевич Головкин в молодости и в зрелом возрасте. Архив семьи Б. Н. Головкина

биологии, и сказки, легенды и мифы. За свою жизнь Борис Николаевич успел сделать очень много но, к сожалению, о нем был опубликован всего лишь небольшой некролог [Колобов, Коллмейцева, 2012]. Нами подготовлена статья, довольно подробная освещающая жизненный и научный путь Бориса Николаевича Головкина [Боровичев и др., 2024]. К сожалению, ряд материалов в нее не вошел, включая архивные фотоматериалы, и настоящая публикация призвана исправить это и еще раз вспомнить этого замечательного человека и ученого.

Основные вехи жизненного и научного пути

Родился 22 августа 1934 г. в Москве в семье служащих; отец, Николай Николаевич, до войны работал технологом института ЦНИИТМаш, погиб на фронте в ноябре 1943 г.; мать, Лидия Петровна, работала библиотекарем научной библиотеки им. Горького МГУ.

1952 г. – московскую среднюю школу №12 и поступил на первый курс Биолого-почвенно-

го факультета Московского государственного университета.

1954 г. – со второго курса университета проходил производственную практику в Полярно-альпийском ботаническом саду Кольского филиала АН СССР (ныне Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН).

1956-1958 гг. – трехлетние наблюдения за способностью интродуцированных растений возобновляться самосевом в условиях Мурманской области.

1957 г. – окончил кафедру геоботаники Биолого-почвенного факультета Московского государственного университета.

1957 г. – по направлению переехал работать в ПАБС, сначала в должности старшего лаборанта, затем младшего научного сотрудника.

1958 г. – участие в экспедиционной поездке по сбору семян и растений в г. Кишинев (Молдавия).

1959 г. – участие в экспедиционной поездке в г. Астрахань и г. Ялту.

1961 г. – участие в экспедиционной поездке в Кара-Калу (Копет-Даг) совместно с Г. Н. Андреевым.

Июнь 1963 г. – инициатор создания и первый председатель Кольского (ныне Мурманского) отделения Всесоюзного Ботанического общества (ныне Русское Ботаническое общество – РБО).

1963 г. – защита кандидатской диссертации «Интродукция луковичных геофитов в условиях Субарктики».

1964 г. – выход книги «Результаты интродукции травянистых растений в 1932-1956 гг. Переселение растений на Полярный Север. Ч.1.», авторы Н. А. Аврорин, Г. Н. Андреев, Б. Н. Головкин, А. А. Кальнин.

1964 г. – участие в экспедиционной поездке на Алтай совместно с Л. А. Шавровым.

1966 г. – участие в экспедиционной поездке в гг. Нальчик, Кисловодск, Железноводск.



. Борис с родителями и младшим братом Сашей. Архив семьи Б. Н. Головкина

1967 г. – участие в экспедиционной поездке на Сахалин и Курильские острова совместно с Н. М. Александровой, М. Л. Раменской и Л. А. Шавровым.



Вторая группа Биофака МГУ. 1956 г. Нижний ряд: И. Новикова, З. Костельцева, Р. Маргулис, В. Алания; средний: Т. Капустина, Ю. Еременко, И. Горекая, Н. Чижова, Е. Свердлова; верхний ряд: М. Добротворская, Е. Розанова, Б. Головкин, Л. Белоусов, А. Болотова, Т. Пустовойтова. Архив семьи Б. Н. Головкина



Борис Николаевич
Головкин и Геннадий
Николаевич
Головкин за работой.
Архив ПАБСИ КНЦ
РАН

1968-1977 гг. – работа заведующим лабораторией интродукции растений ПАБС.

1969 г. – участие в экспедиционной поездке на Алтай совместно Г. Н. Андреевым, А. П. Гореловой, М. Л. Раменской, З. Г. Улле, Л. А. Шавровым.

1970 г. – награжден медалью «За доблестный труд» за разработку озеленительного ассортимента растений для промышленных предприятий Мурманской области и его внедрение.

1970-1975 гг. – тема «Научные основы озеленения промышленных предприятий и общественно-бытовых помещений в условиях Крайнего Севера».

1971 г. – участие в экспедиционной поездке в Бакуриани.

1972 г. – участие в Международной выставке по цветоводству «Флорида-72» в Нидерландах.

1973 г. – выход книги «Переселение травянистых многолетников на Полярный Север: Эколого-морфологический анализ».

1974 г. – защита докторской диссертации «Основные закономерности поведения травянистых многолетников, переселенных в районы Субарктики».

1974 г. – участие в экспедиционной поездке в Теберду.

1975 г. – участие в экспедиционной поездке в Кабардино-Балкарскую АССР и Ставропольский край.

Август-сентябрь 1976 г. – участие в Советско-Американской экспедиции по проведению ботанических исследований и сбору материалов на северо-востоке США (Аппалачи, Адиронские горы и прилегающие равнины).

1977 г. – вместе с семьей переехал в Москву.

1978-1980 гг. – работа заведующим филиалом Ботанического сада МГУ им. М. В. Ломоносова «Аптекарский огород».

1980-1984 гг. – заведовал кафедрой ботаники, физиологии растений и агробиотехнологии аграрного факультета РУДН.

1980-е гг. – постоянный участник учебной телепрограммы «Ботаника».

1981 г. – выход книги «История интродукции растений в ботанических садах».

1982 г. – выход первого издания книги «Самые-самые (рассказы о рекордах растительного мира)».

1983 г. – научный руководитель кандидатской диссертации Л. Л. Виравековой «Семенное



Борис Головкин, Геннадий Андреев, О. Гордон и П. Жукова у входа в тоннель одной из штолен южных Хибин. Август 1959 г. Архив ПАБСИ КНЦ РАН

размножение некоторых интродуцированных на север травянистых многолетников».

1984 г. – выход книги «Рассказы о растениях-переселенцах».

1984 г. – перешел на работу в Главный ботанический сад АН СССР.

1984-2004 гг. – заведующий отделом тропических и субтропических растений ГБС.

1986 г. – выход первого издания «О чем говорят названия растений».

1986 г. – выход книги «Декоративные растения СССР», авторы Б.Н. Головкин, Л.А. Китаева, Э.П. Немченко.

1988 г. – выход книги «Культигенный ареал растений».

1988 г. – научный руководитель кандидатской диссертации А. С. Петровой «Структура и формирование побеговой системы видов рода *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae Juss.)».

1988-1992 гг. – совмещение заведования отделом с должностью заместителя директора по научной работе.

1989 г. – выход книги «Комнатные растения. Справочник. Книга для любителей цветоводов», авторы Б. Н. Головкин, В. Н. Чеканова, Г. И. Шахова и др.

1990 г. – выход книги «По дедовским рецептам (русский народный опыт бытового использования растений)».

1990 г. – научный руководитель кандидатской диссертации Г. Л. Залукаевой «Особенности онтогенеза тропических и субтропических орхидей в оранжерейной культуре».

1991 г. – составление определителя родов порядков Asparagales и Liliales, рода *Agave* для книги «Оранжерейные растения: Таблицы для определения».



Выставки букетов в Кировске, инициатором которых был Б. Н. Головкин.
Фото А. Г. Корня, архив ПАБСИ КНЦ РАН

1993 г. – выход книги «Энциклопедия комнатного цветоводства».

1995 г. – научный руководитель кандидатской диссертации И. А. Трофимовой «Биоморфологическая характеристика интродуцируемых видов семейства Acanthaceae Juss. s.l.».

2001 г. – выход книги «Чудеса живой природы. Атлас», авторы Б. Н. Головкин, А. А. Минин 2001.

2001 г. – выход книги «Энциклопедия комнатного цветоводства».

2001 г. – выход первого издания книги «Все о комнатных растениях», авторы Б. Н. Головкин, Е. С. Колобов, Л. П. Костюченко.

2002 г. – выход книги «Биологически-активные вещества растительного происхождения

(в трех томах)», авторы Б. Н. Головкин, Р. Н. Руденская, И. А. Трофимова, А. И. Шретер.

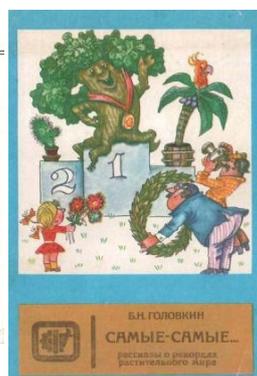
2004-2011 гг. – главный научный сотрудник отдела тропических и субтропических растений ГБС.

2006 г. – научный консультант докторской диссертации Г. Л. Коломейцевой «Морфо-экологические особенности адаптации тропических орхидных при интродукции».

2007 г. – выход книги «Флора Москвы», авторы Т. И. Варлыгина, Б. Н. Головкин, К.В. Киселева.

2007 г. – выход книги «Исконно русская кухня. Рецепты, обычаи, традиции».

2008 г. – удостоен премии правительства Москвы в области охраны окружающей сре-



Обложки научно-популярных книг Б. Н. Головкина



Б. Н. Головкин среди сотрудников ПАБСИ КНЦ РАН



Сотрудники отдела тропических и субтропических растений ГБС РАН перед зданием Фондовой оранжереи, Б. Н. Головкин в центре. 2007 г.

ды за работу над коллективной монографией «Флора Москвы».

2012 г. – выход книги «Самая полная энциклопедия комнатных растений», авторы Г. Р. Попова, Г. Л. Коломейцева, В. Н. Гапон, Н. В. Щелкунова, В. В. Горбатовский, Б. Н. Головкин, Е. С. Колобов.

2012 г. – выход книги «Самая полная энциклопедия комнатных растений», авторы В. Н. Гапон, В. В. Горбатовский, Б. Н. Головкин и др.

22 сентября 2011 г. – смерть; похоронен в Москве на Перепеченском кладбище.

2019 г. – выход книги «Медицинская ботаника», авторы Б. Н. Головкин, С. Ю. Золкин, И. А. Трофимова.

Благодарности

Благодарим семью Б. Н. Головкина за предоставленные малоизвестные сведения о его биографии и фотографии и хранителя архива ПАБСИ КНЦ РАН В. И. Москалеву за предоставленные материалы. Работа выполнена в рамках темы ГЗ ПАБСИ КНЦ РАН.

Список литературы

1. Аврорин Н. А., Андреев Г. Н., Головкин Б. Н., Кальнин А. А. 1964. Результаты интродукции травянистых растений в 1932–1956 гг. Переселение растений на Полярный Север. Ч. 1. 500 с.
2. Боровичев Е. А., Вирачева Л. Л., Коломейцева Г. Л. Борис Николаевич Головкин – ботаник, цветовод и популяризатор науки // Ботанический журнал. 2024. №9. (в печати).
3. Варлыгина Т. И., Головкин Б. Н., Киселева К. В. 2007. Флора Москвы. М. 511 с.
4. Вирачева Л. Л. 1983. Семенное размножение некоторых интродуцированных на север травянистых многолетников. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 18 с.
5. Гапон В. Н., Горбатовский В. В., Головкин Б. Н. и др. 2012. Самая полная энциклопедия комнатных растений. М.: Астрель. 648 с.
6. Головкин Б. Н. 1963. Интродукция луковичных геофитов в условиях Субарктики. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 18 с.
7. Головкин Б. Н. 1973. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север: Эколого-морфологический анализ. Л. 266 с.
8. Головкин Б. Н. 1974. Основные закономерности поведения травянистых многолетников, переселенных в районы Субарктики. Автореф. дис. ... доктора биол. наук. Л. 34 с.
9. Головкин Б. Н. 1981. История интродукции растений в ботанических садах. М. 128 с.
10. Головкин Б. Н. 1982. Самые-самые (рассказы о рекордах растительного мира). М. 127 с.
11. Головкин Б. Н. 1984. Рассказы о растениях-переселенцах. М. 129 с.
12. Головкин Б. Н. 1986. О чем говорят названия растений. М. 160 с.
13. Головкин Б. Н. 1988. Культурный ареал растений. М. 184 с.
14. Головкин Б. Н. 1990. По дедовским рецептам (русский народный опыт бытового использования растений). М. 208 с.
15. Головкин Б. Н. 1991а. Определитель родов порядков Asparagales и Liliales. – Оранжевые растения: Таблицы для определения: Сб. науч. ст. М. С. 34–68.
16. Головкин Б. Н. 1991б. Ключ для определения видов рода *Agave* L. – Оранжевые растения: Таблицы для определения: Сб. науч. ст. М. С. 68–74.
17. Головкин Б. Н. 1993. Энциклопедия комнатного цветоводства. М. 343 с.
18. Головкин Б. Н. 2007. Исконно русская кухня. Рецепты, обычаи, традиции. М. 157 с.
19. Головкин Б. Н., Золкин С. Ю., Трофимова И. А. 2019. Медицинская ботаника. М. 326 с.

20. Головкин Б. Н., Китаева Л. А., Немченко Э. П. 1986. Декоративные растения СССР. М. 320 с.
21. Головкин Б. Н., Колобов Е. С., Костюченко Л. П. 2001, 2002, 2003, 2004. Все о комнатных растениях. М. 368 с.
22. Головкин Б. Н., Минин А. А. 2001. Чудеса живой природы. Атлас. М. 72 с.
23. Головкин Б. Н., Руденская Р. Н., Трофимова И. А., Шретер А. И. 2002. Биологически-активные вещества растительного происхождения. В 3 т. М.
24. Головкин Б. Н., Чеканова В. Н., Шахова Г. И. и др. 1989. Комнатные растения. Справочник. Книга для любителей цветоводов. М. 431 с.
25. Залукаева Г. Л. 1990. Особенности онтогенеза тропических и субтропических орхидей в оранжерейной культуре. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 19 с.
26. Колобов Е. С., Коломейцева Г. Л. 2012. Памяти Бориса Николаевича Головкина (22.08.1934–20.09.2011). // Бюллетень Главного ботанического сада. 198(1): 85–86.
27. Коломейцева Г. Л. 2006. Морфо-экологические особенности адаптации тропических орхидных при интродукции. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 38 с.
28. Петрова А. С. 1988. Структура и формирование побеговой системы видов рода *Dendrobium* Sw. (Orchidaceae Juss.). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 22 с.
29. Трофимова И. А. 1995. Биоморфологическая характеристика интродуцируемых видов семейства *Acanthaceae* Juss. s.l. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 28 с.
30. Энциклопедия комнатного цветоводства. 2001. М. 296 с.

ЦВЕТОЧНАЯ КОМПОЗИЦИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ «НА СЕВЕРЕ – ЖИТЬ»

М. А. Ярцева, Е. А. Боровичев

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина, КНЦ РАН,
e.borovichev@ksc.ru

В статье приведено описание проекта «На Севере – жить», представленного на фестивале «Будущее в цветах», проходившем на территории ВДНХ в Москве с мая по июль 2024 года. Даны основные характеристики клумбы-экспозиции и ее визуализация. Основой дизайна экспозиции Мурманской области стали три ключевые темы: суровая природа региона, добыча полезных ископаемых и рыбный промысел. Образ реки был создан с помощью вейника седоватого, лишайники подчеркнули особенности северных ландшафтов. Для усиления визуального эффекта дополнительно использовались природные минералы и искусственные камни. Выполнен проект цветника в масштабе 1:100, составлена ассортиментная ведомость, включающая перечень растений, конструкций, инертных и вспомогательных материалов.

Ключевые слова:

*цветочная композиция,
Мурманская область,
ландшафтный дизайн*

FLOWER ARRANGEMENT OF THE MURMANSK REGION «IN THE NORTH – TO LIVE»

M. A. Yartzeva, E.A. Borovichev

Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute KSC RAS,
e.borovichev@ksc.ru

The article describes the project «In the North – to live» presented at the «Future in Flowers» festival, which took place from May to July 2024 in Moscow at Exhibition of Achievements of National Economy. The main characteristics of the flowerbed-exposition project and its visualization are given. The design of the Murmansk Region exposition was based on three key themes: the harsh nature of the region, mining and fishing. The image of the river was created using the cereal (*Calamagrostis canescens*), lichens added emphasis to the uniqueness of the northern landscapes. Natural minerals and artificial stones were also used. A flowerbed project was completed on a scale of 1:100, an assortment list was compiled, including a list of plants, structures, inert and auxiliary materials.

Keywords:

*flower arrangement, Murmansk
Region, landscape design*

Введение

Жизнь на севере представляется довольно сложной из-за климатических особенностей. В зимний период солнце лишь ненадолго поднимается над горизонтом, окрашивая природу в тусклые оттенки, и ночное время может продолжаться практически непрерывно. Летом солнечных дней больше, но зелени все равно недостаточно, а зимний снежный покров остается доминирующим элементом природного ландшафта. Несмотря на эти трудности, местные жители и природа приспособились к таким условиям, создавая уникальные экосистемы и культурные традиции. На протяжении длительного времени задача улучшения визуальной среды для жителей Заполярья была одной из приоритетных для Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН.

В целях расширения ассортимента растений, пригодных для озеленения, ученые проводили экспедиции и исследования на территориях различных регионов бывшего СССР. Уже в 1941 году было выпущено первое практическое руководство, посвященное озеленению населенных пунктов Севера [Аврорин, 1941]. Многолетняя работа нескольких поколений исследователей была сосредоточена на внедрении декоративно-цветущих видов в программы озеленения, применяемые как в общественных местах, так и на промышленных территориях Мурманской области [Тамберг, 1950, 1958; Аврорин и др., 1956; Аврорин, 1958; Андреев, Головкин, 1962, 1975; Головкин, 1967, 1972, 1973; и др.]. В ходе этих исследований был создан и продолжает расширяться зональный ассортимент, предназначенный для формирования разнообразных растительных композиций [Гонтарь и др., 2010; Иванова и др., 2023; Тростенюк и др., 2023].

Композиции из цветущих растений представляют собой наиболее яркий способ трансформации окружающей обстановки, как в интерьерах, так и на территориях разного масштаба — от небольших частных участков до городских кварталов и общественных пространств. Проектирование и реализация такого цветочного оформления призваны

смягчить визуальные недостатки современной архитектуры и оживить палитру городских ландшафтов полярных регионов.

С мая по июль 2024 года на территории ВДНХ в Москве состоялся фестиваль «Будущее в цветах», который стал значимым мероприятием, объединяющим природу, ландшафтный дизайн и людей. Каждый регион страны представил собственную экспозицию, символизирующую его уникальные особенности. В числе 89 выставленных клумб была представлена и экспозиция Мурманской области. Подготовка и исполнение данного проекта были поручены ПАБСИ КНЦ РАН. Целью данной статьи является предоставление детального описания этого проекта и раскрытие его ключевых характеристик.

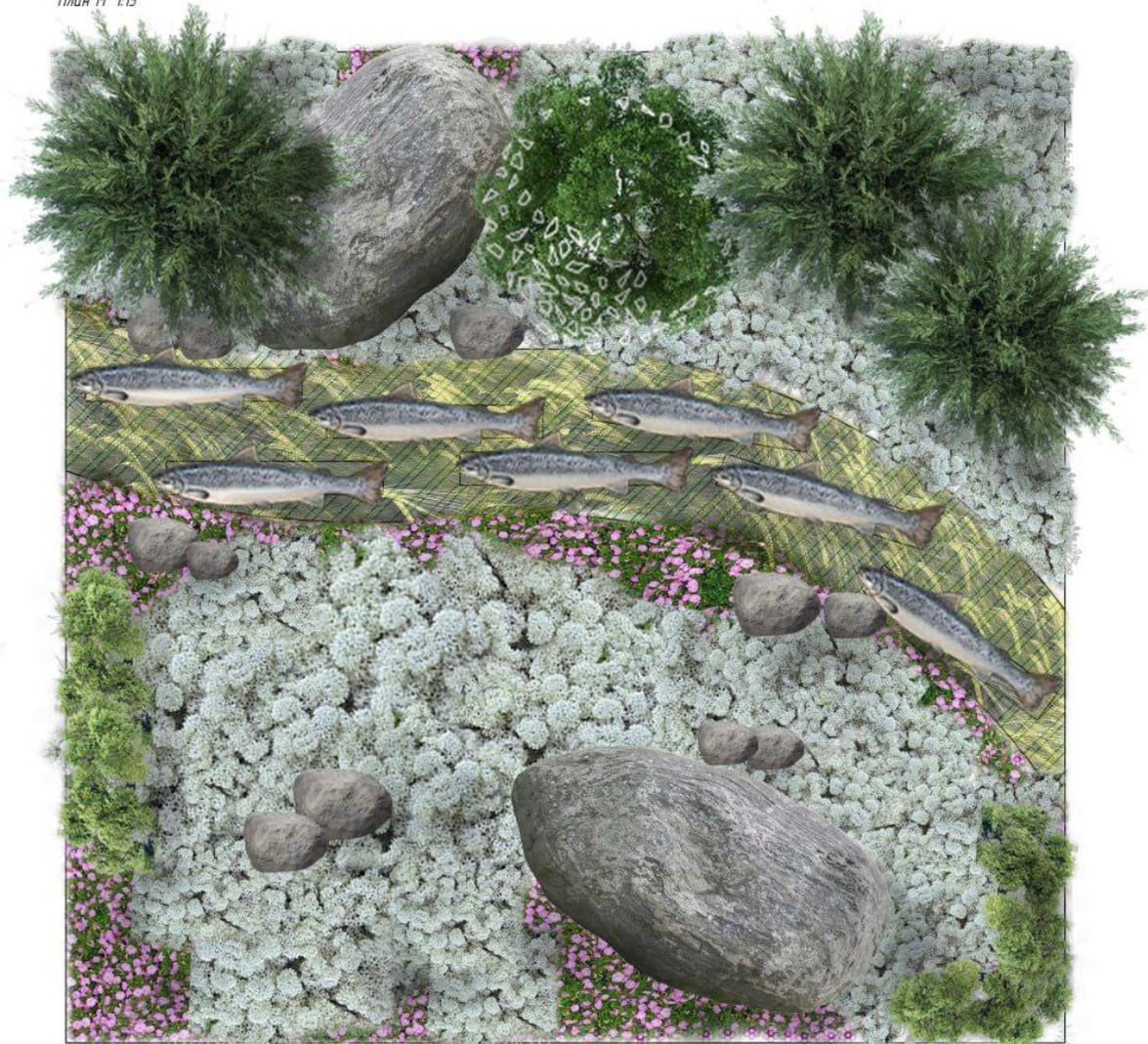
Результаты

Мурманская область является регионом с крупнейшими предприятиями горнопромышленного комплекса, которые обеспечивают большую часть потребности страны в фосфатных рудах, циркониевом сырье (бадделеите), ниобии, тантале, редкоземельных металлах. Ведется добыча и переработка медно-никелевых и железных руд, нефелинового и керамического сырья [Маслобоев и др., 2021]. Омываемый двумя морями и обладая множеством рек и озер, регион обеспечивает около 11% общероссийского улова рыбы, что подчеркивает его стратегическое значение в рыбной промышленности. Экспозиция региона была призвана отразить суровую красоту заполярных ландшафтов и богатые природные ресурсы.

Проект «На Севере – жить», представленный на фестивале, демонстрирует пейзажную композицию, отражающую природу и богатства Мурманской области (рис. 1). Дизайн включает три основные темы: суровую природу региона, добычу полезных ископаемых и рыбный промысел. Клумба выполнена в романтическом (модернистском) стиле. Был выполнен проект цветника в масштабе 1:100, составлена ассортиментная ведомость, включающая перечень растений, конструкций, инертных и вспомогательных материалов. Размер выставочной площади – 9 кв. м.

План проекта "НА СЕВЕРЕ - ЖИТЬ"

План М 1:15



Условные обозначения



Рис. 1. План проекта «На Севере – жить!»

Смысловой основой клумбы является образ реки, созданный с помощью злака вейника седоватого, который передает динамику и структуру северных рек. Для большей выразительности композиция включает фигу-

ры семги. Эти элементы не только украшают, но и подчеркивают важность рыболовства и водных ресурсов в северных регионах.

Лишайники служат для добавления яркости и акцентирования неповторимости северных



Рис. 2.
Визуализация проекта
«На Севере – жить!»

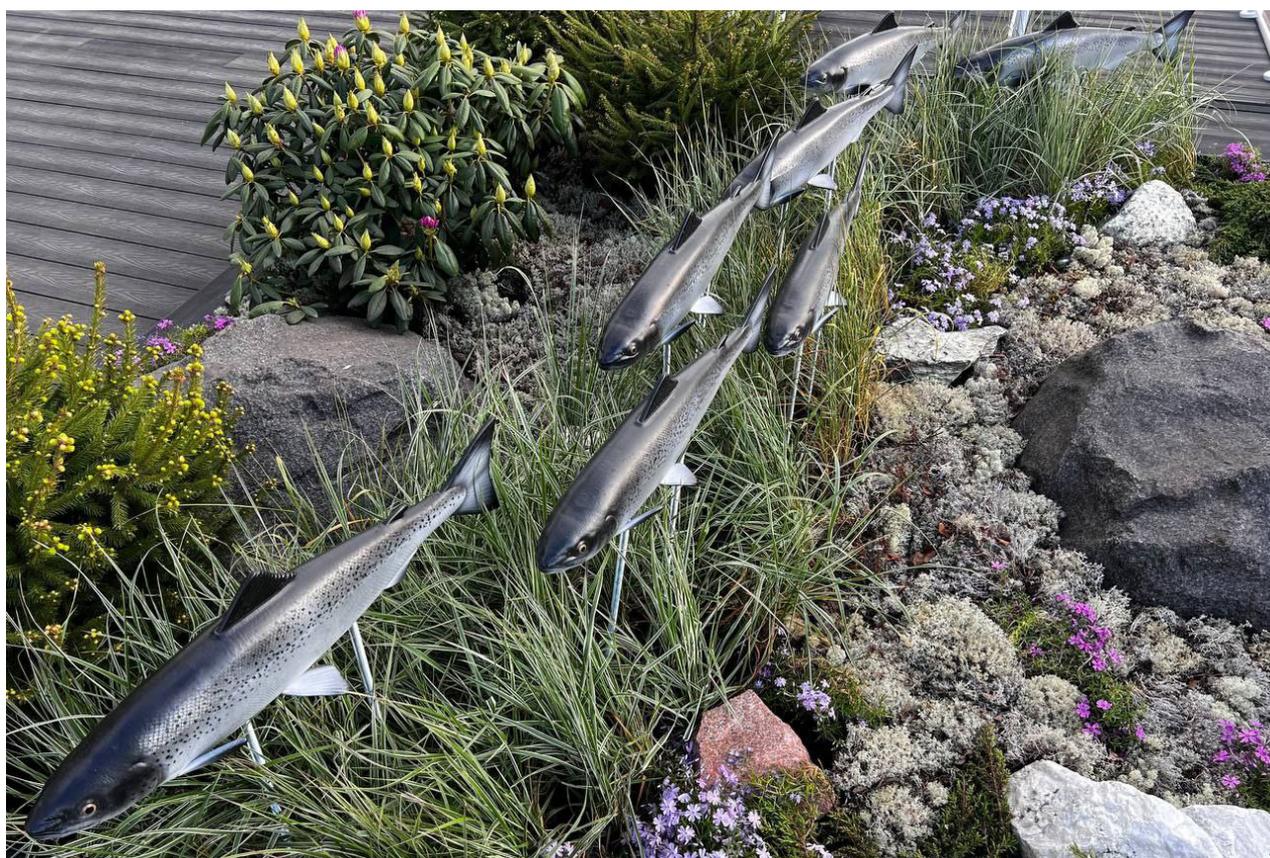


Рис. 3. Реализованный проект «На Севере – жить» на фестивале «Будущее в цветах»,
ВДНХ, Москва, 2024



Рис. 4. Реализованный проект «На Севере – жить» на фестивале «Будущее в цветах», ВДНХ, Москва, 2024

ландшафтов. Хвойные деревья, такие как ель, создают высоту и объем, а кустарники – можжевельник и рододендрон, вместе с цветами флокса шиловидного, обеспечивают разнообразие текстур и цветов (рис. 2). Особое внимание уделено естественности композиции. Искусственные камни и природные минералы (такие как зеленый амазонит, фуксит, розовато-серый гранит, черный диопсид, желтоватый серпентинит) расположены так, чтобы их присутствие выглядело органично (рис. 3, 4).

Заключение

Одной из приоритетных задач ПАБСИ КНЦ РАН является сохранение и расширение коллекций растений как открытого, так и закрытого грунта. Актуальные научные исследования и практический опыт, накопленный специалистами ботанического сада, обеспечивают разработку уникальных проектов озеленения. В

рамках таких проектов создаются зональные ассортименты растений, подтверждающие свою адаптационную устойчивость в условиях экстремального климата Заполярья. Проект «На Севере – жить» представляет собой инновационное решение, демонстрирующее, что клумбы и цветники могут не только украшать окружающее пространство, но и служить инструментами культурного просвещения. Они играют ключевую роль в повышении осведомленности о природных особенностях региона и являются примерами гармоничного сосуществования человека и природы.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках темы ГЗ ПАБСИ КНЦ РАН. Благодарим Правительство Мурманской области за доверие, и АНО «Спорткульт 51» за финансирование реализации проекта.

Список литературы

1. Аврорин Н. А. Чем озеленять города и поселки Мурманской области и северные районы Карело-Финской ССР. Кировск, 1941. 126 с.
2. Аврорин Н. А. Многолетники для озеленения Крайнего Севера // Декоративные растения для Крайнего Севера СССР. М.-Л., 1958. С. 42–103.
3. Аврорин Н. А., Горюнова Л. И., Качурина Л. И., Тамберг Т. Г. Основной ассортимент озеленительных растений для Мурманской области. Кировск, 1956. 43 с.
4. Андреев Г. Н., Головкин Б. Н. Новые декоративные многолетники для Мурманской области. // Декоративные растения и озеленение Крайнего Севера СССР. М.-Л., 1962. С. 79–85.
5. Андреев Г. Н., Головкин Б. Н. История создания и перспективы использования ассортимента озеленительных растений для Мурманской области // Флористические исследования и зеленое строительство на Кольском полуострове. Апатиты, 1975. С. 73–87.
6. Головкин Б. Н. О некоторых трудностях создания ассортимента озеленительных растений для Крайнего Севера. // Интродукция растений на Полярный Север. Ленинград: Наука, 1967. С. 115–121.
7. Головкин Б. Н. О некоторых трудностях создания озеленительного ассортимента озеленительных растений для Крайнего Севера. // Интродукция растений на Полярный Север. Л., 1967. С. 115–121.
8. Головкин Б. Н. Современное состояние и задачи исследований по зеленому строительству на Крайнем Севере. // Проблемы ботанических и почвенных исследований на Кольском Севере. Апатиты, 1972. С. 11–18.
9. Головкин Б. Н. Возможности расширения ассортимента декоративных травянистых многолетников открытого грунта для Крайнего Севера СССР. // Изучение ботанических и почвенных ресурсов в Мурманской области. Апатиты, 1973. С. 30–34.
10. Гонтарь О. Б., Жиров В. К., Казаков Л. А., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты, 2010. 224 с.
11. Иванова Л. А., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н. Северное цветоводство. Апатиты, 2022. 358 с.
12. Маслобоев В. А., Макаров Д. В., Ключникова Е. М. Устойчивое развитие горнопромышленного комплекса Мурманской области: минимизация техногенных воздействий на окружающую среду // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т.13. №2. С. 188-200.
13. Тамберг Т. Г. Однолетние и двулетние декоративные растения в условиях Кольского полуострова. // Декоративные растения для Крайнего Севера СССР. М.-Л., 1958. С. 104–181.
14. Тамберг Т. Г. Практическое руководство по озеленению городов и поселков Мурманской области. Мурманск, 1950. С. 36–62.
15. Тростенюк Н. Н., Носатенко О. Ю., Виравчева Л. Л. Новые декоративные травянистые растения, рекомендуемые в озеленительный ассортимент для городов Кольской Субарктики // История и перспективы интродукции растений в России: Тезисы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Антонины Степановны Лантратовой, 27 ноября–1 декабря 2023 года. Петрозаводск, 2023. С. 84.

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ХРОНИКИ

КНИГИ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ПОБЫВАЛИ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ КНИЖНЫХ ЯРМАРКАХ

За первую половину 2024 года книги издательства Кольского научного центра успели побывать на двух крупных международных книжных ярмарках.

В индийском Нью-Дели мы **представили** издания «Кольская платинометалльная провинция» (это издание содержит статьи об уникальной рудной провинции, открытой коллективом Геологического института КНЦ РАН под руководством академика РАН Феликса Митрофанова, написанные как Феликсом Петровичем, так и его учениками) и «История Кольской академической науки: становление Кольского научного центра РАН и его первого научного института (ГИ КНЦ РАН)» (этот объемный труд Елены Макаровой, Павла Припачкина и Валентина Петрова посвящен 90-летию со дня основания Кольского научного центра и 70-летию Геологического института и содержит анализ

становления заполярной академической науки, начиная с горной станции «Тиэтта», и ее развития на примере Геологического института, а также оценку вклада кольских ученых в развитие науки и производства на Севере).

Издательство «БХВ» представило сборник «Саамские сказки» из серии «Сказки народов России»: один из двух авторов литературной обработки вошедших в него саамских сказок – главный хранитель Музея-архива истории изучения и освоения Европейского Севера Центра гуманитарных проблем Баренц-региона КНЦ РАН Евгения Паця. К сожалению, книга увидела свет уже после трагической гибели Евгении Яковлевны.

На **крупнейшую в Азии Пекинскую ярмарку** Кольский научный центр направил другой «набор». По-прежнему важное место в экспозиции занимала «Кольская платинометалльная



Книги КНЦ РАН на международных выставках. Фото предоставлены В. Бондаренко

провинция», но и две другие книги не остались без внимания посетителей.

«История Хибин в лицах» Кировского краеведа Евгения Шталя – это 27 историй писателей, журналистов и авторов мемуаров, чья жизнь так или иначе была связана с Хибинами. Это издание продолжает неформальную традицию Кольского научного центра ежегодно издавать хотя бы одну книгу о родном крае. Пролистать богато проиллюстрированное «Северное цветоводство» сотрудников Полярно-альпийского

ботанического сада-института и членов Русского ботанического общества тянулись даже те, кто не знал русского. Это издание сочетает достоинства научного труда и популярного практического руководства.

По традиции после окончания выставки все представленные на ней книги передали в дар посольствам России в Индии и Китае.

*Подготовила
Надежда Щур*

ЗАСЛУЖЕННЫЕ РАБОТНИКИ ГОРОДА АПАТИТЫ РАБОТАЮТ В КОЛЬСКОМ НАУЧНОМ ЦЕНТРЕ

6 сентября в апатитском Дворце культуры глава города Светлана Кательникова и глава городской администрации Николай Бова **торжественно вручили знаки отличия новым заслуженным работникам города.**

Почетного звания «Заслуженный работник города Апатиты» удостоиваются люди, долго и плодотворно трудящиеся на благо города. Звание присваивает городской Совет депутатов, опираясь на ходатайства от разных организаций.

Из тридцати двух новых обладателей звания шесть человек работают в Кольском научном центре. Это старший научный сотрудник

Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина Любовь Вирачева, главный научный сотрудник Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Лидия Герасимова, главный научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера Владимир Даувальтер, заведующая научным архивом КНЦ РАН Елена Макарова, медицинская сестра поликлиники Больницы КНЦ РАН Екатерина Некрасова и ведущий научный сотрудник Центра гуманитарных проблем Баренц-региона Ольга Шабалина.

Поздравляем, коллеги! Гордимся вами!



Заслуженные работники города Апатиты 2024 года. Фото из группы **Апатитского городского дворца культуры социальной сети «ВКонтакте»**



Сергей Кривовичев. Фото пресс-службы РАН



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Об утверждении состава Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию и состава президиума этого Совета

1. Утвердить прилагаемые:
 - а) состав Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию;
 - б) состав президиума Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.
2. Признать утратившими силу:
 - а) подпункты "б" и "в" пункта 1 Указа Президента Российской Федерации от 15 марта 2021 г. № 144 "О некоторых вопросах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 12, ст. 1983);
 - б) Указ Президента Российской Федерации от 1 июня 2021 г. № 332 "О внесении изменения в состав Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 15 марта 2021 г. № 144" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2021, № 23, ст. 4035);
 - в) Указ Президента Российской Федерации от 28 июня 2022 г. № 412 "О внесении изменений в состав Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию и в состав президиума этого Совета, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 15 марта 2021 г. № 144" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2022, № 27, ст. 4812);



Первая страница указа президента России об утверждении состава Совета по науке и образованию при президенте РФ

ГЛАВА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА ВОШЕЛ В СОСТАВ СОВЕТА ПО НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИЮ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

19 августа президент России Владимир Путин подписал **указ** об утверждении состава Совета по науке и образованию при президенте Российской Федерации. В него вошли 46 человек – члены правительства, видные деятели науки и образования, а также представители бизнеса и власти. В их числе – генеральный директор Кольского научного центра, академик РАН Сергей Кривовичев.

Возглавил Совет Владимир Путин, а его заместителем и председателем президиума Совета – заместитель председателя Совета безопасности России Дмитрий Медведев.

Совет по науке и образованию при президенте России образован в 1995 году. Тогда он назывался Советом по научно-технической политике при Президенте Российской Федерации. Это консультативный орган, главной задачей которого является информирование президента страны о положении дел в науке и технике и формулировка предложений по важнейшим вопросам научно-технической политики. С 2004 года одной из функций Совета является подготовка рекомендаций по присуждению Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий.



Диплом и памятную статуэтку от лица всей научной группы получили доктор геолого-минералогических наук, генеральный директор Кольского научного центра, профессор Санкт-Петербургского государственного университета, академик РАН Сергей Кривовичев и кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики Центра наноматериаловедения Тарас Паникоровский. Фото из личного архива Т. Паникоровского

«ХРУСТАЛЬНЫЙ КОМПАС» – НАШ!

Ежегодно Русское географическое общество при поддержке Президентского фонда культурных инициатив проводит национальную премию «Хрустальный компас». Десять лучших открытий, изобретений, просветительских проектов в области географии, экологии, сохранения и популяризации природного и историко-культурного наследия выбирает жюри, еще один победитель становится известен благодаря голосованию зрителей.

В 2024 году в номинации «Научное достижение» победили ученые Санкт-Петербургского государственного университета и Кольского научного центра Сергей Кривовичев, Виктор Якович

венчук, Яков Пахомовский, Наталья Коноплева, Тарас Паникоровский, Айя Базай, Юлия Михайлова и Владимир Бочаров. Команда удостоилась «географического Оскара» за открытие и описание нового минерала сергейсмирновита.

Этот минерал, найденный в Якутии на Кестерском оловянном месторождении, был назван в честь крупнейшего специалиста в области минералогии рудных месторождений, президента Всесоюзного минералогического общества академика Сергея Смирнова. Сергей Сергеевич в 1946 году получил Сталинскую премию за открытие якутских месторождений олова.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С УСПЕШНОЙ ЗАЩИТОЙ ДИССЕРТАЦИИ!

В первом полугодии 2024 года четыре сотрудника Кольского научного центра защитили кандидатские диссертации.

6 февраля в диссертационном совете Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук защитил младший научный сотрудник лаборатории электроэнергетики и электротехнологии Центра физико-технических проблем энергетики Севера Андрей Климов. Тема диссертации «Исследование энергетических характеристик электроимпульсного разрушения техногенного сырья», научный руководитель – директор ЦЭС КНЦ РАН, кандидат технических наук Василий Селиванов.

27 февраля в Институте проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова РАН диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук защитил младший научный сотрудник лаборатории природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики и лаборатории

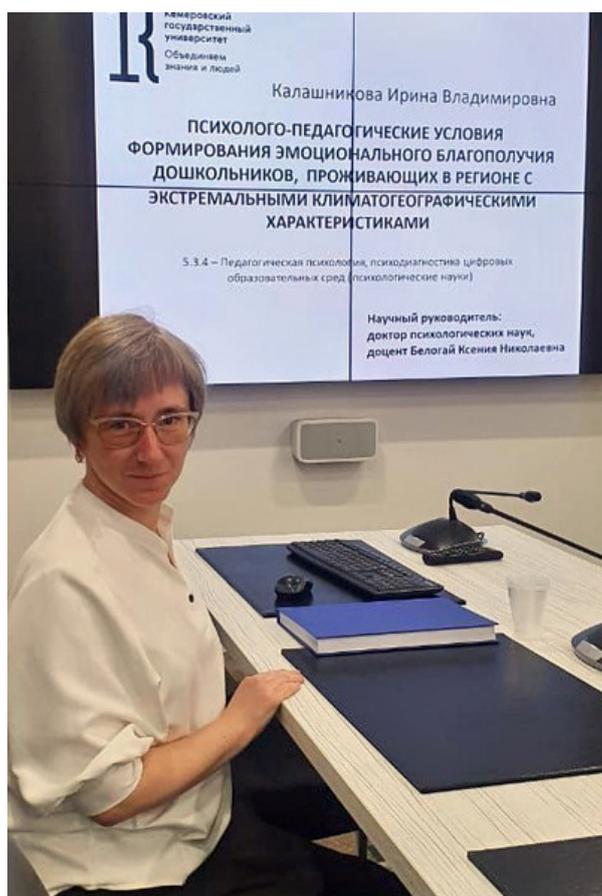


Андрей Горячев. Фото из личного архива

промышленной экологии Института проблем промышленной экологии Севера Андрей Горячев. Научный руководитель работы на тему «Обоснование и разработка термогидрохимической технологии переработки медно-нике-



Андрей Климов.
Фото Н. Черновой



Татьяна Иванова, Ирина Калашникова. Фотографии из личного архива

левых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата аммония» – директор ИППЭС КНЦ РАН, доктор технических наук Дмитрий Макаров.

7 июня успешно была защищена еще одна диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Защита прошла на базе диссертационного совета Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра. Автор работы – младший научный сотрудник института Татьяна Иванова, ее тема – «Гранулированный реагент на основе серпентиновых минералов для извлечения металлов из техногенных растворов». Научный руководитель работы – старший научный сотрудник ИХТРЭМС КНЦ РАН, кандидат технических наук Ирина Кременецкая.

30 мая в диссертационном совете на базе Кемеровского государственного университета диссертацию на соискание ученой степени кандидата психологических наук «Психолого-педагогические условия формирования эмоционального благополучия дошкольников, проживающих в регионе с экстремальными климатогеографическими характеристиками», выполненную под научным руководством доктора психологических наук, заведующей кафедрой акмеологии и психологии развития Кемеровского государственного университета Ксении Белогай, успешно защитила младший научный сотрудник Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина Ирина Калашникова.

От всей души поздравляем коллег с преодолением очередного рубежа в научной карьере и желаем им новых успехов!



Марина Слуковская с коллегами на экспериментальной площадке в окрестностях Мончегорска.
Фото из личного архива

ПОБЕДИТЕЛЬНИЦА МОЛОДЕЖНОГО КОНКУРСА РОССИЙСКОГО НАУЧНОГО ФОНДА 2024 ГОДА ВОССТАНАВЛИВАЕТ НАРУШЕННЫЕ ПОЧВЫ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Одна из победителей конкурса «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов 2024 года – старший научный сотрудник лаборатории природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики Кольского научного центра Марина Слуковская. Научный коллектив под ее руководством работает над проектом «Разработка стратегии и научно-методическое обоснование технологических приемов ускоренного восстановления почвенно-растительного покрова в Арктической зоне РФ с применением модифицированных гидросиликатов магния».

Этот проект направлен на изучение возможностей «лечения» северных ландшаф-

тов, нарушенных в результате воздействия горнодобывающих и горнообогатительных предприятий. Эксперименты проходят на техногенных пустошах в зоне влияния комбината Кольской ГМК в окрестностях Мончегорска. Здесь на площадках с искусственными почвосмесями ученые выращивают травы и подбирают оптимальные составы почв и виды растений, а также максимально эффективную методику восстановления. Исследование получило финансовую поддержку Российского научного фонда до 2027 года.

Ранее этот проект одержал победу в региональном конкурсе грантов молодых ученых.

ВОСЕМЬ ИЗ ДЕВЯТИ. ПОБЕДА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА В РЕГИОНАЛЬНОМ ГРАНТОВОМ КОНКУРСЕ НАУЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Экспертная комиссия при Министерстве образования и науки Мурманской области подвела итоги конкурса грантов молодых ученых.

Восемь из девяти победителей – сотрудники Кольского научного центра.

В номинации «Естественные науки» победили Сергей Сафарян, Любовь Бобрева (Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева), Марина Слуковская (Центр наноматериаловедения) и Данил Асанович (Горный институт).

В номинации «Технические науки» определили четырех победителей: Евгению Красавцеву (Центр наноматериаловедения), Максима Окунева, Кирилла Кесарева (ИХТРЭМС)

и Илву-Елизавету Левшину (Мурманский арктический университет). Ее проект посвящен исследованию диффузии соли и биотехнологического процесса созревания лососевых рыб в присутствии специальных пищевых добавок и разработке инновационной технологии деликатесной малосоленой продукции.

Единственный победитель в номинации «Гуманитарные науки» – Екатерина Кузнецова (Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина).

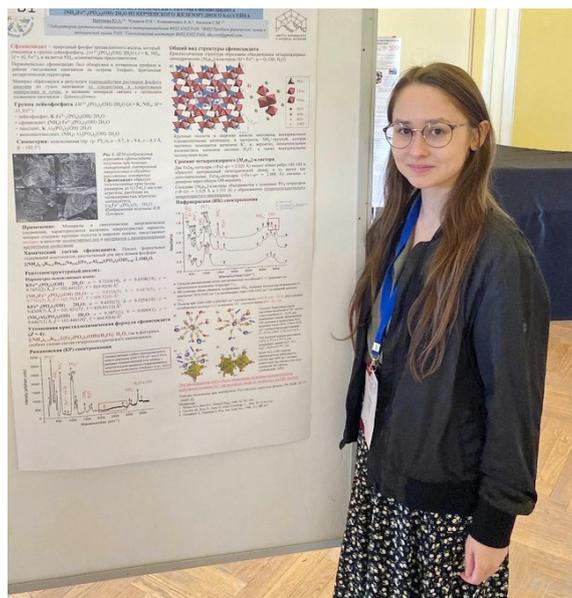
Каждому победителю выделяют из областного бюджета 400 тысяч рублей на поддержку научно-исследовательского проекта.

МЕДАЛЬ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ПОЛУЧИЛА СОТРУДНИЦА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

В июле Российская академия наук подвела итоги конкурса медалей для молодых ученых и студентов за выдающиеся научные работы.

Пятикурсница Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе Юлия Вайтиева удостоена медали по направлению «Геология, геофизика, геохимия и горные науки» в номинации «студенты». Юлия Алексеевна получила ее за работу «Геологическое строение Хибинского щелочного массива, особенности химического состава и строения нефелина и парацепенита-Na (группа лабунцовита)».

Студентка сочетает учебу в университете с работой в Лаборатории арктической минералогии и материаловедения Кольского научного центра. В 2023 году медаль в номинации «молодые ученые» получили ее коллеги по лаборатории Сергей Аксенов, Сергей Волков и Дина Дейнеко.



Юлия Вайтиева. Фото из личного архива

МОЛОДОЙ СОТРУДНИК КНЦ РАН ПОБЕДИЛ В СТУДЕНЧЕСКОМ КОНКУРСЕ НАУЧНЫХ РАБОТ

В конце июля были объявлены победители пятого конкурса «Студенческий стартап». Этот конкурс проводит Фонд содействия инновациям, чтобы выявить среди талантливых студентов тех, кто обладает предпринимательским потенциалом и работает над проектами, направленными на укрепление технологического суверенитета нашей страны.

Среди победителей конкурса 2024 года – выпускник филиала МАУ в Апатитах Артем Грязнов. Молодой ученый работает в лаборатории высокотемпературной химии и электрохимии Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева и под руководством кандидата химических наук Владимира Долматова исследует свойства покрытий из карбидов хрома на поверхности углеродных волокон и изучает процесс их электрохимического синтеза. Метод, который разрабатывает Артем Грязнов, позволит получить равномерные покрытия на углеродном волокне, улучшающие характеристики



Артем Грязнов. Фото из личного архива

этого конструкционного материала с интересными свойствами.

Фонд содействия инновациями выделяет каждому победителю миллион рублей на продолжение исследований и подготовку продукта к выходу на рынок. Эксперименты по получению покрытия пройдут на базе Института химии.

«ХИБИНСКАЯ АЗБУКА»

Человек на планете Земля открыл к сегодняшнему дню более шести тысяч минералов, и каждый год ученые описывают новые минеральные виды. Каждый имеет свое название. Их называют по цвету, свойствам (например, пирит назван так от греческого «огонь», потому что при ударе разбрасывает яркие искры, а флюорит – от латинского «течь» из-за того, что плавится и течет при более низкой температуре, чем другие минералы), химическому составу (в состав ванадата входит ванадий,

молибденита – молибден), в честь богов (по имени скандинавского бога воды Эгира назван эгирин, а ртуть – в честь римского бога Меркурия), местности, где они были найдены (хибинит открыт в Хибинах, а нордит – на севере, в Ловозерских тундрах), в честь людей, так или иначе причастных к открытию.

К 300-летию Российской академии наук мы приурочили «Хибинскую азбуку» – цикл статей о минералах, скрывающих в своих названиях имена людей, причастных к изучению и освое-



Оранжево-коричневый кристалл ферсманиита.
Фото Джанфранко Чикколини, mindat.org



Академик Ферсман. Государственный архив
Мурманской области

нию Хибин. Среди них были не только ученые, но и администраторы, коллекционеры. И даже целое научное учреждение!

Автор всех статей – Наталья Чернова, в качестве консультантов и авторов некоторых фотографий выступили сотрудники Кольского научного центра. При подготовке статей использовались материалы Научного архива КНЦ РАН, Музейно-выставочного центра «Апатит», Госархива Мурманской области в Кировске, Мурманской областной научной библиотеки, сведения Санкт-Петербургского горного университета, Санкт-Петербургского государственного университета, Всероссийского научно-исследовательского геологического института имени А. П. Карпинского, научно-популярная и мемуарная литература, научные статьи об изучении Хибин, другие источники.

Мы благодарим всех, кто помогал нам с иллюстративным материалом, советами, правками. Возможно, доработав и дополнив «Хибинскую азбуку», мы опубликуем ее в едином виде. Ну а пока все ее статьи можно найти в открытом доступе на нашем сайте.

- «А»: **алексхояковит, алсахаровит, андрейбулахит.**
- «Б»: **батиевайт, бахчисарайцевит, бельковит, белянкинит, боншедтит, борнеманит, буровайт, буссенит.**

- «В»: **вернадит, вильгельмрамзаит, вигришинит, волошинит, виноградовит.**
- «Г»: **герасимовскит, гутковайт.**
- «Д»: **дорфманит, денисовит.**
- «Е»: **елисеевит, ершовит.**
- «И»: **иванюкит, икорскиит, илюхинит.**
- «К»: **казанскиит, казаковит, каменевит, капустинит, кондриковит, коробицынит, костылевайт, кривовичевит, кузьменкоит, куплетскит, курахенкоит.**
- «Л»: **лабунцовит, лисицинит, лобановит, лоренценит.**
- «М»: **манаевит, миддендорфит, миневит, митрофановит.**
- «Н»: **нефедовит, никмельниковит, нечелюстовит.**
- «О» и «П»: **ольгит, пахомовскит, перлиалит, полежаевайт, подлесноит.**
- «Р»: **расцветаевайт, римкорольгит.**
- «С»: **сазыкинайт, селивановайт, сидоренкит.**
- «Т»: **тиэттаит.**
- «Ф»: **ферсманиит, ферсмит, фивегит.**
- «Ц» и «Ч»: **цепинит, червинскит.**
- «Ш», «Щ» и «Я»: **широкшинит, щербаковит, яковенчукит.**

МХИ НА КОЛЬСКОМ И ПОВСЮДУ: КОНФЕРЕНЦИЯ И ШКОЛА БРИОЛОГОВ СОБРАЛИ СПЕЦИАЛИСТОВ СО ВСЕЙ СТРАНЫ И ИЗ-ЗА РУБЕЖА

С 23 по 28 августа в Кольском научном центре РАН прошли международная конференция и полевая школа для молодых ученых «Мохообразные: систематика, распространение, экология, роль в растительном покрове, охрана». Последняя столь представительная встреча специалистов проходила 12 лет назад! В этом году организаторы – Полярно-альпийский ботанический сад-институт имени Н.А. Аврорина, Мурманское отделение Русского ботанического общества и Проектный офис развития Арктики – посвятили конференцию 300-летию Российской Академии наук, а участие в ней приняли более 50 бриологов из России, Кореи и Филиппин. Российские участники представляют Калининград и Санкт-Петербург, Владивосток и Якутск, Новосибирск, Сыктывкар, Уфу, Архангельск, Петрозаводск, Тулу, Самару и Нижний Новгород.

Тепло приветствовал коллег генеральный директор Кольского научного центра РАН Сергей Кривовичев:

“ Полярно-альпийский ботанический сад-институт – один из центров бриологии в России. Он занимает важное место в исследованиях мохообразных в нашей стране и входит в состав Кольского научного центра: единственного академического научного центра за Полярным кругом. Безусловно, когда речь идет об Арктике, в первую очередь вспоминается покорение Северного полюса, ледоколы, полярные льды... Но ведь Арктическая зона – это также обширное пространство на суше, которое включает в себя разнообразную растительность, и роль ботанических исследований в Заполярье невозможно переоценить.

Для вас – тех, кто совмещает лабораторные исследования и полевые работы, здесь подготовлена интересная, предельно насыщенная программа. В ней предусмотрены разнообразные доклады,



Участники школы молодых бриологов на полевой экскурсии. Фото Евгения Боровичева

особенно связанные с систематикой, что мне, как минералогу, очень близко. Да, минеральное разнообразие на несколько порядков меньше, чем разнообразие биологическое, но для любого ученого всегда важны попытки выявить характеристики вида, сходства и различия. Очень приятно, что в зале сегодня много молодых лиц. Наш научный центр приветствует молодые кадры, и одна из наших молодежных лабораторий сегодня связана с вопросами биологии, экологии. Я очень рад всем гостям и надеюсь, что пребывание ваше в Апатитах будет максимально комфортным, а работа на конференции – максимально успешной и продуктивной!

”

Пленарные заседания проходили в зале заседаний КНЦ РАН, на них с докладами выступили представители ботанических садов и научных институтов Академии наук, ведущих вузов страны. Первое секционное заседание было посвящено филогении и систематике мхов и печеночников. На нем обсудили современное состояние бриосинтаксономических исследований в России, влияние климатических изменений на бриофлору, коснулись специфики образования мохообразных на редких субстратах. Прозвучали доклады о мхах разных родов, об ископаемых мхах, о том, какие новые данные можно получить с помощью морфологического и молекулярно-генетических анализов, об экологических предпосылках изменчивости растений.

Организаторы конференции, сотрудники ПАБСИ, выступили с содержательными и важными сообщениями. Доктор биологических наук, профессор Надежда Константинова сделала два доклада: о современном состоянии и основных трендах в систематике печеночников на примере некоторых северо-голарктических родов и о подготовке списков для Красных книг России и Европы. Директор Ботанического сада, кандидат биологических наук Евгений Боровичев доложил коллегам о результатах изучения печеночников Мурманской части зеленого пояса Фенноскандии, а кандидат биологических наук Анна Вильнет, – о том, зачем



Лупа просто необходима бриологу при определении мохообразных.
Фото **Анны Колонтаевой**

необходимо секвенировать хлоропластные и митохондриальные геномы печеночников.

За круглым столом «Подводные камни современной интегративной систематики: несоответствие морфологии и молекул» разгорелась активная дискуссия. Началась она с вопроса, который перед коллегами поставила Надежда Константинова: как разрешать проблему несоответствия молекулярных данных морфологическим, в частности полной идентичности традиционно используемых у печеночников информативных локусов у растений с очень сильно различающейся морфологией. Участники живо включились в диалог со своими мнениями о применении разных молекулярных методов.

Сразу после конференции стартовала насыщенная событиями школа (к слову, этот пока не очень распространенный в России формат давно уже вошел в научную практику Европы и Северной Америки). Каждый день проходи-

ли полевые экскурсии, по вечерам – определение собранных образцов под руководством квалифицированных специалистов. Четыре дня экскурсий в Хибинских горах и в предгорье – на территорию ПАБСИ (Молибденитовый рудник), в Южное Сквозное ущелье и на вершину горы Айкуайвенчорр, – позволили ученым осмотреть тундровый пояс и пояс гольцовых пустынь. Еще одна экскурсия состоялась на болотный комплекс недалеко от Апатитов. Это проектируемый памятник природы, где одновременно можно исследовать как верховое болото, так и эвтрофные участки.

“ Впечатления у нас самые лучшие. Нас приводят в не просто красивые, но и очень интересные с научной точки зрения места, – рассказывает представительница молодежной делегации Санкт-Петербургского госуниверситета Мария Шорохова. – К сожалению, бриологические конференции – события редкие, а здесь собрались одновременно и студенты, и именитые ученые с огромным опытом. Для нас такое сотрудничество – это возможность почерпнуть знания прямо на месте. Коллеги нам показывают виды, которые мы не встречали ранее, краснокнижные растения, помогают узнать про их места обитания, про методы определения по ключевым признакам даже в полевых условиях. Это отличная возможность попрактиковаться и очень классный опыт! ”

“ Думаю, это лучшая конференция в моей жизни! – говорит Анна Шкурко, сотрудница Главного ботанического сада РАН. – Два дня интереснейших докладов, потом полевые экскурсии – лучше такого сочетания и не придумаешь. Причем полевые выходы максимально комфортны, без тяжелых рюкзаков, без необходимости организовывать обед, – просто для души можно погулять на природе, особенно такой, как в Хибинах. Я, например, здесь впервые, да и в целом так далеко на Севере ранее не бывала. Для большинства из нас самые интересные места – гор-

ные участки, и скалы действительно были великолепны и информативны, но у меня специфический объект, и его основная концентрация – болото, поэтому вылазки сюда я особенно ждала. Ведь главное, конечно, сбор образцов в самых интересных местах. Хотя все мы бриологи, у каждого своя специализация – кто-то занимается печеночниками, кто-то зелеными мхами, я вот – сфагнумами. Но при этом любопытна вся информация: слушаешь каждого из коллег, особенно когда они студентам показывают виды из разных групп, рассказывают о каждом – это очень интересно! Важно, что конференция собрала такой многогранный срез – от новичков-студентов до докторов наук. ”

“ ПАБСИ является признанным бриологическим центром не только в России, но и в мире. Здесь сформировалась научная школа, созданная Романом Николаевичем Шляковым и активно развиваемая сейчас Надеждой Алексеевной Константиновой и ее учениками. В 2012 году мы провели большое совещание, посвященное столетию Шлякова, и оно стало важным событием в жизни бриологического сообщества. Уверен, что конференция этого года также будет очень полезна! – делится итогами конференции Евгений Боровичев. – Радостно, что подавляющее большинство участников осталось на школу для молодых ученых. Это не только отличная возможность перенять опыт у старших или более опытных коллег, но и шанс собрать образцы разных видов. Одной из задач полевых экскурсий было подготовить списки видов территорий, где проводились экскурсии. Не все собранные коллекции определены, но после идентификации собранных большим коллективом бриологов образцов планируется публикация списков мохообразных обследованных районов. ”

Подготовили Наталья Чернова,
Евгений Боровичев и Надежда Щур

К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ВАСИЛЬЕВНЫ РУНДКВИСТ

15 июля отметила свой юбилей ведущий научный сотрудник Геологического института Татьяна Васильевна Рундквист.

В Геологическом институте она работает с 1976 года – с момента окончания Ленинградского государственного университета. Результаты ее исследований изложены более чем в полусотне научных работ. Простое перечисление того, чем она занималась за эти годы, заняло бы несколько страниц.

Вклад Татьяны Васильевны в достижения института переоценить невозможно: ее научные исследования стали значимой частью комплексного изучения платинометалльных объектов Кольского региона, а многолетняя научно-организационная работа в качестве заместителя директора института не только позволила успешно выполнить многие темы НИР, но и, что не менее важно, всегда создавала необходимую для творчества обстановку.

Коллеги называют ее примером руководителя и наставника. Молодежь, сменившая ее на посту, с благодарностью использует накопленный и бережно переданный опыт – не зря Министерство науки и высшего образования РФ наградило Татьяну Рундквист знаком «Почетный наставник». Многие годы она преподает петрографию на кафедре геологии и полезных ископаемых Мурманского арктического уни-



верситета, по-матерински нежно и требовательно относясь к молодежи.

Никогда Татьяна Васильевна не оставалась и не остается равнодушной к коллективу, его будущему, всегда готова оказать помощь коллегам. Талантлива она не только в науке, не только в педагогике, но и в искусстве. Ее живопись, графика, декоративно-прикладные композиции широко известны не только среди коллег, но и во всем городе.

От всего сердца поздравляем Татьяну Васильевну с юбилеем, желаем ей крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, новых творческих планов и их реализации!

К ЮБИЛЕЮ ОЛЬГИ БОРИСОВНЫ ЩЕРБИНЫ

24 июля отметила юбилей старший научный сотрудник лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Ольга Борисовна Щербина.

После окончания в 1987 году Ленинградского электротехнического института им. Ульянова (Ленина) Ольга Борисовна работала в НПО «Северная заря» – там она руководила отработкой и усовершенствованием техно-

логии контроля монокристаллов и пластин для акустоэлектронных и электрооптических приложений. В 1999 году она пришла на работу в ИХТРЕМС КНЦ РАН. В 2012 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Кристаллические и керамические функциональные и конструкционные материалы на основе оксидных соединений ниобия и тантала с микро- и наноструктурами».

Сейчас Ольга Щербина занимается исследованием механизмов теплового расширения и комплекса механических характеристик керамических оксидов ниобия и тантала, получает керамические функциональные и конструкционные материалы на основе оксидных соединений ниобия и тантала с микро- и наноструктурами, изучает закономерности формирования практически значимых характеристик этих материалов в зависимости от условий их образования. Она является соавтором более 95 публикаций и одного патента.

За грамотность и компетентность, целеустремленность и настойчивость, профессионализм и работоспособность Ольгу Борисовну любят и уважают коллеги. Ее отзывчивый характер, исполнительность, трудолюбие ценят все в институте.



Коллектив Кольского научного центра поздравляет Ольгу Борисовну со знаменательным юбилеем и желает здоровья, счастья, вдохновения и новых научных достижений!

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА БОРИСОВИЧА СЕРГЕЕВА

29 июля отметил славный 75-летний юбилей ведущий инженер транспортного управления КНЦ РАН Владимир Борисович Сергеев.

Больше 20 лет он грамотно, уверенно, профессионально и качественно трудится в Кольском научном центре.

Владимир Борисович, благодарим вас за добросовестную работу! Глядя на вас, понимаешь: жизненная активность, сила духа и позитивный настрой помогают сохранить молодость и задорный блеск в глазах. Желаем вам крепчайшего здоровья, радости и хороших людей вокруг. Живите долго и будьте счастливы!



К ЮБИЛЕЮ ГАЛИНЫ ПРОХОРОВНЫ ФАСТИЙ

7 августа отметила юбилей ведущий инженер лаборатории высоковольтной электроэнергетики и технологии Центра физико-технических проблем энергетики Севера Галина Прохоровна Фастий.

Свой трудовой путь она начала в 1971 году на Кустанайском камвольно-суконном комбинате. В 1980 году окончила Ленинградский институт текстильной и легкой промышленности по специальности инженер-электромеханик по автоматизации и комплексной механизации химико-технологических процессов. В Кольском филиале АН СССР начала работу в 1986 году – в Отделе, а затем Институте физико-технических проблем энергетики Севера. Работала инженером, научным сотрудником, а с 2021 года занимает должности ведущего инженера и специалиста по охране труда.

Галина Прохоровна – прекрасный специалист в области расчетов перенапряжений и переходных процессов в высоковольтных сетях энергосистем с использованием самых современных компьютерных методов, соавтор более 80 научных публикаций. При ее непосредственном участии разработан оригинальный комплекс алгоритмов и программ для анализа электромагнитной совместимости и надежности работы высоковольтных сетей. Имея V группу допуска по электробезопасности, она участвует в экспериментах с напряжением выше тысячи вольт. Сейчас Галина Фастий – исполнитель и непосредственный участник всех работ, выполняемых в лаборатории электроэнергетики и электротехнологии ЦЭС КНЦ РАН.

Большое уважение у коллег Галина Прохоровна завоевала своей активностью, серьезным и творческим отношением к работе, активным участием в общественной жизни и педагогическими талантами. Она заботливо наставляет молодых ученых центра, с 2002



по 2012 год активно участвовала в подготовке специалистов по дисциплинам «Молниезащита» и «Перенапряжения и координация изоляции», руководила подготовкой курсовых работ по дисциплине «Электромагнитная совместимость» в Кольском филиале Петрозаводского государственного университета. Стала соавтором цикла методических указаний и учебных пособий для студентов Мурманского государственного технического университета.

Многолетний добросовестный труд Галины Фастий отмечен Почетными грамотами РАН и Профсоюза работников РАН, Президиума КНЦ РАН, благодарственным письмом главы города Апатиты и памятной медалью «85 лет Мурманской области».

Мы сердечно поздравляем Галину Прохоровну с днем рождения и 40-летием трудовой деятельности в Мурманской области, желаем крепкого здоровья, успехов в работе, счастья и благополучия!

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА ЖАРОВА

20 августа отметил юбилей главный научный сотрудник Института экономических проблем им. Г. П. Лузина, доктор экономических наук Владимир Сергеевич Жаров.

В 1977 году после окончания Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина Владимир Сергеевич начал работать в Отделе экономических исследований КФАН СССР, на базе которого в 1986 году был образован Институт экономических проблем КНЦ РАН. Прошел путь от стажера-исследователя до главного научного сотрудника института, возглавлял Отдел региональной экономической политики с 1993 по 1998 год.

Сфера научных интересов Владимира Жарова – моделирование и прогнозирование развития региональных экономических систем, управление инновационным промышленным развитием предприятий и отраслей региональной экономики, в том числе на Севере и в Арктике. В 1984 году Владимир Сергеевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему «Экономическая эффективность рационального использования бедного медно-никелевого сырья Кольского полуострова», а в 2000 году – докторскую диссертацию на тему «Формирование системы управления развитием экономики региона сырьевой направленности». Владимир Сергеевич – автор и соавтор более 300 научных публикаций (из них более 30 зарубежных), в том числе учебных и учебно-методических пособий.

На протяжении многих лет Владимир Жаров трудился в сфере высшего образования. С 1998 по 2001 год работал в должности заместителя декана экономического факультета Кольского филиала Петрозаводского государственного университета, заведующего кафедрой экономической теории, с 2001 по 2016 год – в должности декана экономического факультета, зав. кафедрой экономической теории и финансов



Кольского филиала Петрозаводского государственного университета, с 2016 по 2021 год – профессора кафедры экономики, управления и социологии филиала Мурманского арктического государственного университета. Под его руководством подготовлены десять кандидатов экономических наук и доктор экономических наук, а также сотни специалистов высшего образования в области экономики и управления, бакалавров и магистров. С 1993 года время Владимир Сергеевич является членом советов по защитах кандидатских и докторских диссертаций при ФИЦ КНЦ РАН. Его ученики сегодня работают на предприятиях и в организациях Мурманской области и за ее пределами.

Будучи высококвалифицированным специалистом в области прогнозирования экономики регионов, промышленной политики и управления инновациями, Владимир Жаров разработал методологию нового направления

экономического анализа производственных систем – экономического анализа технологического обновления производства, позволяющую определять уровень устойчивости развития промышленных предприятий и отраслей и количественно измерять этот уровень.

За многолетнюю плодотворную работу по развитию и совершенствованию учебного процесса и большой вклад в дело подготовки высококвалифицированных специалистов Владимир Сергеевич неоднократно поощрялся многими грамотами, благодарностями Министерства образования и науки Российской Федерации, Министерства образования и нау-

ки Мурманской области, Мурманской областной Думы.

Глубокие профессиональные знания Владимира Сергеевича, его широкую эрудицию и способность спокойно решать самые сложные вопросы высоко ценят его коллеги. Рядом с ним всегда его семья – жена Елена и трое сыновей.

Коллектив Института экономических проблем, сотрудники Кольского научного центра от души поздравляют Владимира Сергеевича с 70-летием и желают крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, бодрости духа, семейного счастья!

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА АБРАМОВИЧА САНДЛЕРА

22 сентября исполнилось 70 лет ведущему научному сотруднику лаборатории материалов электронной техники Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева, кандидату физико-математических наук Владимиру Абрамовичу Сандлеру.

Владимир Сандлер родился в 1954 году в городе Иваново. В 1976 году он окончил Ивановский энергетический институт по специализации «Электрофизика» и до 2020 года работал на физическом факультете Ивановского государственного университета. С 1981 по 1985 год Владимир Абрамович обучался в аспирантуре Института кристаллографии АН СССР. С тех пор его научная и педагогическая деятельность связана с исследованиями электрических и оптических свойств и фазовых переходов кристаллов, с разработкой и созданием новых приборов и методик эксперимента, а также университетскими учебными курсами тех же направлений и с методами получения и исследования тонких пленок металлов, полупроводников и диэлектриков. С 1986 года Владимир Сандлер интенсивно сотрудничает с лабораторией материалов электронной тех-



ники, а с 2012 года работает в ИХТРЭМС КНЦ РАН в качестве совместителя.

Он автор 72 публикаций в отечественной и международной научной периодике, двух па-

тентов и ряда учебных изданий. В последние годы основные направления его работы – диэлектрические, люминесцентные, фотоэлектрические свойства и проводимость кристаллов, а также возможности их модификации в прикладных целях. Владимира Абрамовича отличает высокий профессионализм в постановке физического эксперимента, а коллеги по институту с удовольствием отмечают его грамотность и целеустремленность, настой-

чивость и работоспособность. Это в высшей степени доброжелательный человек, который принимает активное участие в общественной жизни лаборатории, и ответственный сотрудник, умеющий реализовать поставленные перед ним задачи.

Дорогой Владимир Абрамович! Поздравляем вас с юбилеем и желаем новых научных успехов, счастья, здоровья и долгих лет жизни!

К ЮБИЛЕЮ ЭДУАРДА БОРИСОВИЧА ГРУШЕНКО

29 августа отпраздновал юбилей аналитик сектора экономики морской деятельности в Арктике Института экономических проблем им. Г. П. Лузина Эдуард Борисович Грушенко.

В 1990 году после окончания Ленинградского государственного университета по специальности «экономическая география» Эдуард Борисович начал работать в Мурманской лаборатории комплексных социально-экономических исследований (в 1992-2003 гг. – Арктикцентр) ИЭП КНЦ РАН. Прошел путь от стажера-исследователя до научного сотрудника, аналитика сектора экономики морской деятельности в Арктике отдела экономической политики, морской и хозяйственной деятельности в Арктике и районах Крайнего Севера.

Сфера научных интересов Эдуарда Борисовича – исследования теоретического и прикладного характера в сфере развития туризма и туристского потенциала на Европейском Севере России, Русском Севере, в Западной Арктике, в области развития туризма, культурного и природного наследия, краеведения и урбанистики в регионах России и странах постсоветского пространства.

За годы научной деятельности Эдуард Борисович стал автором и соавтором более 60 научных публикаций, в том числе двух монографий, посвященных развитию туризма в регионах Европейского Севера России и Западной Арктики.



Он участник многочисленных международных и всероссийских научных конференций в северо-западных, арктических регионах Российской Федерации, центральных и южных регионах России и Беларуси.

Эдуард Борисович активно путешествует, ведет любительскую тревел фотосъемку, его знают как постоянного участника фотоконкур-

са «Открытый Север», который в течение многих лет проводит Центр развития туризма и культуры Архангельской области. Эдуард Борисович владеет архивом, состоящим из более 100 тысяч обработанных фото городов, природного ландшафта и сельских населенных мест России и стран постсоветского пространства.

Коллеги уважают и ценят Эдуарда Борисовича Грушенко как специалиста, искренне и глубоко увлеченного своим делом, путешественника

и краеведа, хорошо знающего Север и умеющего рассказать в своих работах о красоте и привлекательности российского Севера и Арктики, как сдержанного и очень скромного человека.

Поздравляем Эдуарда Борисовича с 60-летием. Пусть ваша любовь к родной земле, к Северу будет залогом вашей дальнейшей активной работы на благо российского Севера и Арктики. Желаем здоровья, благополучия, новых идей и путешествий!

ТРИТИЙ: ЗАЧЕМ ОН НУЖЕН И ЧЕМ ОПАСЕН? РАССКАЗЫВАЮТ РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ ¹

Издательство Кольского научного центра выпустило коллективную монографию «Тритий. Теория, практика, последствия», над которой работали сотрудники Федерального научного центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН, Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева Сибирского отделения РАН и Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И. В. Тананаева Кольского научного центра РАН Лидия Бондарева, Маргарита Чеботина, Светлана Артамонова и Иван Тананаев. Издание посвящено 75-летию пионера в технологиях наработки, использования и переработки трития – производственного объединения «Маяк».

Водород – это самый легкий и самый распространенный химический элемент. Доля его атомов во Вселенной – более 88 процентов! Это основная составляющая звезд (в виде плазмы) и межзвездного вещества. Массовая его доля в земной коре – 0,1%, а по количеству атомов на Земле он уступает только кислороду. Все три его изотопа (протий, дейтерий и тритий) обладают высокой практической значимостью.

Тритий, ядро которого состоит из одного протона и двух нейтронов, нестабилен и в природе встречается в следовых количествах. Однако в ядерной энергетике его значение переоценить сложно. Также этот изотоп широко используют в физических и химических, биологических исследованиях и в медицине. Как был открыт тритий, каковы его свойства и области применения? Какие ошибки и недоработки при пуске и освоении ядерных объектов, проведении испытаний и утилизации отходов привели к тяжелым последствиям и можно ли эти последствия как-то нейтрализовать? В чем состоит опасность загрязнения тритием



окружающей среды и работы на предприятиях по его производству и утилизации? Авторы монографии отвечают на эти вопросы четко и достаточно подробно.

Первый раздел книги посвящен непосредственно тритию: его обнаружению и производству, физическим и химическим свойствам, главным сферам его использования и циклу «производство-применение-утилизация» в каждой сфере, поведению в природе и воздействию на живые организмы. Кроме того, авторы сжато рассматривают основные источники и причины тритиевого загрязнения и приводят методы его мониторинга.

Во втором, третьем и четвертом разделах перечислены предприятия Казахстана, Уральского, Сибирского и Дальневосточного регионов России, работающие с тритием, а также находящиеся здесь испытательные полиго-

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

ны, сделавшие большой вклад в загрязнение воздуха, воды и почв этим изотопом. Чем занимаются или занимались эти предприятия, что за испытания проводились на полигонах? Каковы последствия для водоемов и почв, как повлияли выбросы трития на население, животных и растительность? Ученые приводят конкретную информацию по каждому региону, оставляя подробное объяснение механизмов миграции трития в природе и воздействия на живые организмы для пятого раздела, обобщившего результаты многолетних наблюдений, натуральных и модельных экспериментов. Они не только рассказывают о результатах исследований, но и предлагают интересные идеи ассимиляции и трансформации трития.

Тритиевый вопрос достаточно молод, поэтому авторы не претендуют на исчерпывающее его решение.

«Окончательные выводы и заключения по этому поводу сделать достаточно проблематично, особенно если рассматривать данный вопрос с точки зрения сочетанного воздействия физических (освещение, влажность, излучение) и химических факторов непосред-

ственно тритийсодержащих соединений, которые могут быть органической и неорганической природы). Хотелось бы сказать о том, что современная наука не стоит на месте. Возникают новые, еще более актуальные мировые вызовы, которые не терпят промедления в своем решении. Приходят новые идеи, используется новейшее оборудование. В этой связи создаются условия для творчества и новых открытий, которые позволят еще глубже понять природу действия трития на живые организмы как в целом, так и на клеточном уровне,» – пишут они в заключении.

Книга, безусловна, будет весьма полезна для специалистов: экологов, гигиенистов, химиков, а также преподавателей и студентов экологических направлений. Однако много интересного для себя в ней найдут и люди, чья профессиональная деятельность с тритием не связана, поскольку экологические проблемы уязвимых для тритиевого загрязнения территорий России и Казахстана в ней изложены очень понятно и системно.

Подготовила Надежда Щур

ПОДРОБНО О ХВОСТАХ: КОГДА ПЫЛЯТ, КАК ЗАКРЕПЛЯТЬ, ВЛИЯЮТ ЛИ НА ЗДОРОВЬЕ И КАК ПРЕДУГАДАТЬ, ЧТО БУДЕТ ДАЛЬШЕ? ¹

В издательстве Кольского научного центра вышла **монография**, посвященная актуальной теме – пылению хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд, как экологической проблеме. Коллектив авторов представил и пути решения этой насущной проблемы.

Книга разделена на три основные главы. В первой можно прочесть о том, что представляют из себя исследуемые объекты и как интенсивность пыления хвостохранилищ зависит от изменений климата. Здесь описаны результа-

ты натуральных исследований влажности и плотности хвостов обогащения в естественном залегании, приведен обзор методов рекультивации и консервации промышленных отходов, представлены результаты исследования связующих реагентов для закрепления пылящей поверхности хвостохранилища АНОФ-2 КФ АО «Апатит». Во второй главе авторы делятся результатами мониторинга загрязнения микрочастицами атмосферного воздуха Апатитов в летний период, а также собственным

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

взглядом авторов на взаимосвязь температуры и влажности материала хвостов обогащения на базе обработки цифровых фотоснимков лабораторных экспериментов и цветowych моделей. В третьей приведены результаты численного моделирования процессов пыления на объектах горнопромышленного комплекса и загрязнения атмосферы населенных пунктов на примере района хвостохранилища АНОФ-2 и Апатитов. Представлены предыстория исследований процессов пыления хвостов АНОФ-2 в 1980–1990 годы, показано использование двух- и трехмерных CFD-моделей загрязнения атмосферы мультidisперсной примесью вниз по ветровому потоку, а также дана оценка эффективности технологических мероприятий по снижению процесса пыления на пляжах хвостохранилища.

Ученые Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН Павел Амосов, Андрей Горячев, Евгения Красавцева, Дмитрий Макаров, Владимир Маслобоев и Антон Светлов вместе с соавторами представили исследования пыления хвостов обогащения Кировского филиала АО «Апатит» и оценили связь метеорологических параметров теплого периода и интенсивности пыления хвостов, приводящих к превышению ПДК на территории города Апатиты. Также сделан подробный обзор современных способов подавления эмиссии пылевых частиц при эксплуатации действующих и консервированных хвостохранилищ и приведены результаты испытаний новых связующих реагентов, представлены результаты компьютерного моделирования процессов пыления на хвостохранилище АНОФ-2 и загрязнения атмосферы мультidisперсной примесью на базе двух- и трехмерных CFD-моделей. Авторы подчеркивают, что кроме хвостохранилищ значительную нагрузку на атмосферный воздух оказывают транспорт и другие промышленные предприятия, а также отмечают роль зеленых зон как на санитарно-защитных полосах, так и в городе.

Пыление горнопромышленных отходов, действительно, большая проблема – происходит загрязнение воздуха, почвы, водоемов,



а значит, и борьба с ним является важной задачей для ученых и производителей. И хотя атмосферный воздух всегда содержит некоторое количество твердых взвешенных веществ, в обиходе называемых пылью, именно техногенная пыль поставляет в окружающую среду химические элементы и их соединения, интенсивно концентрируя их в пределах, превышающих природные. Влияет пыль, в зависимости от размера микрочастиц и их состава, и на организм человека, вызывая аллергические реакции, раздражение и воспаление слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, а в тяжелых случаях заболевания легких и крови. При этом наиболее опасна пыль негашеной извести, каменноугольного пека, карбида кальция, цемента, действие которой подобно действию щелочи. В целом, в зоне воздействия техногенных массивов наблюдается ухудшение показателей здоровья населения: снижение продолжительности жизни, увеличение заболеваемости (особенно органов дыхания у детей), врожденных патологий.

Авторы отмечают, что хвосты апатитовой флотации обогатительных фабрик Кировского филиала (КФ) АО «Апатит» – одни из крупнейших разновозрастных техногенных минеральных образований на территории Мурманской области. Хвостохранилище АНОФ-1 в излучине реки Белой в трех километрах от Кировска в 1957-1962 годы заполнялось отходами обогащения руд Кукисвумчоррского и Юкспорского месторождений. Хвостохранилище АНОФ-2 в губе Белой озера Имандра эксплуатируется с 1968 года по настоящее время, а хвостохранилище АНОФ-3 в трех километрах от поселка Титан – с 1963 года по настоящее время. Ученые уделили основное внимание отходам обогащения руд хвостохранилища именно АНОФ-2, исследования которых проходят последние 10 лет.

Интересны цифры. Так, за всю историю АНОФ-2 выработано более 450 миллионов тонн апатитового и свыше 40 миллионов тонн нефелинового концентратов, сформировано одно из крупнейших в России по площади и объему техногенного массива – хвостохранилище АНОФ-2, которое находится в девяти километрах на северо-запад от Апатитов. Кроме отвальных хвостов обогащения апатит-нефелиновых руд там размещаются и тонкодисперсные золошлаковые отходы Апатитской теплоэлектростанции. Общая площадь хвостохранилища АНОФ-2 составляет почти восемь квадратных километров, а периметр по дамбе обвалования – более 11 км. Ежегодно с обогатительной фабрики на хвостохранилище поступает более шести миллионов кубометров хвостов обогащения, а объем хвостов, уложенных с начала эксплуатации АНОФ-2, составляет почти 640 миллионов кубометров.

Если говорить о связи метеорологических параметров теплого периода года и интенсивности пыления хвостов, то количество случаев превышения ПДК пыли в воздухе Апатитов за период 2001–2019 годов варьирует от одного до 15 в год. Максимальное число раз повышенной концентрации пыли зафиксировано в июле: 35 случаев. В мае и июне – по 22 случая, в августе – 13, в сентябре – один. Закономерно, что наибольшее число случаев превышения ПДК приходится на ветры северо-западного направления.

Анализ метеорологических параметров теплого периода показал, что в последнее десятилетие наблюдается существенное (более чем на 2° С) повышение среднемесячной температуры в мае. С этим связан более ранний сход снежного покрова и увеличение продолжительности потенциальной возможности пыления хвостов. Сопоставление изменения влажности проб хвостов, отобранных на одной и той же площади, показало, что уже через 10–15 дней после схода снежного покрова при отсутствии атмосферных осадков даже в случае среднесуточной температуры ниже 5–8° С возникает опасность пыления.

«Отмеченные в последние десятилетия тенденции изменения климата в районе расположения хвостохранилища свидетельствуют об увеличении продолжительности периода возможного интенсивного пыления пляжей и откосов хвостов при наступлении неблагоприятных метеорологических условий и, следовательно, частоты случаев превышения ПДК в атмосфере города Апатиты. Эти обстоятельства, с одной стороны, обуславливают целесообразность ведения мониторинга при наступлении неблагоприятных метеоусловий с отбором разовых проб воздуха, определений направления и скорости ветра, температуры и влажности воздуха непосредственно на хвостохранилище. С другой стороны, необходимы поиск и внедрение новых технологий для предотвращения пылеобразования», – подводят итог ученые.

Для снижения техногенной нагрузки на предприятии внедрен целый комплекс природоохранных мероприятий, и наиболее эффективное из них – закрепление пляжей хвостохранилища и бортов его дамбы посевом многолетней травы – волосенца песчаного, а для снижения пыления внутренних производственных дорог их орошают раствором лигносульфоната – побочного продукта переработки древесины в целлюлозно-бумажной промышленности. Отдельно авторы приводят обзор методов снижения пыления отвалов горнопромышленных отходов: механический (засыпка инертным материалом, щебнем или гравием), физико-химический (обработка связующими составами) и био-

логический (нанесение плодородного грунта с посевом растений).

Вторая глава начинается с рассказа о наблюдении загрязнения воздуха города Апатиты микрочастицами – измерения концентрации пыли в атмосферном воздухе проводили летом 2022 года с помощью прибора экологического контроля СЕМ DT-9881) на высоте 1,5 метра от поверхности в черте города Апатиты. Отобранные пробы атмосферной пыли, а также тонкие классы поверхностного слоя хвостохранилища апатит-нефелиновых руд исследовали в лабораторных условиях. Оказалось, все пробы в том или ином количестве содержат минералы, характерные для отходов обогащения апатит-нефелиновых руд, – нефелин, титанит, натролит, содалит. Пробы атмосферной и фоновой пыли отличаются гораздо меньшим их содержанием и преобладанием кварца. А вот индикатором загрязнения атмосферного воздуха города Апатиты пылью хвостов обогащения может служить минерал содалит. В пробах атмосферной пыли он присутствует в виде единичных зерен и малочисленных сростков с нефелином, в пробе фоновой пыли его содержание превышает 1 %.

Но не только хвостохранилища влияют на воздух в Апатитах, а еще и транспорт, Апатитская ТЭЦ, промышленные предприятия в самом городе, частые возгорания на полигоне твердых коммунальных отходов, мелкие частицы мусора, который накапливается на территории города. Так, в пробах атмосферной пыли зафиксировано присутствие мелких частиц окисленного железа, бесцветного пластика, круглые металлические шарики окалины, мелкие осколки темного стекла.

Мониторинг показал и временные закономерности. Оказалось, что наиболее интенсивно пыление происходит после нескольких дней без атмосферных осадков. А вот дождь, попадая на сухую поверхность пляжа хвостохранилища, не увлажняет и закрепляет, а наоборот, испаряясь, способствует быстрому высыханию и нагреву поверхности пляжей, и пыление возобновляется в интервале от нескольких часов до 1–2 суток после выпадения осадков.

Если говорить о зелени в городе, то она не влияет на ситуации значительных превыше-

ний ПДК при пылении и не снижает концентрацию пыли в приземном слое воздуха.

Для ученых важно не только привести и проанализировать результаты многолетних наблюдений, но и разработать новые методы работы с техногенными месторождениями. Подробное повествование об этом – в главе «Численное моделирование процессов пыления на объектах горнопромышленного комплекса и загрязнения атмосферы населенных пунктов (на примере хвостохранилища АНОФ-2 и города Апатиты)». Авторы монографии знакомят читателей с результатами цикла исследований, посвященных прогнозу рассеяния мультidisперсной пыли при вариации высоты пляжной зоны хвостохранилища АНОФ-2 для района города Апатиты. «Результаты анализа численных экспериментов по оценке загрязнения атмосферы города Апатиты с учетом реальной площади пыления (на уровне 10 га) свидетельствуют: при скорости ветра до восьми м/с не прогнозируются ситуации превышения ПДК по пыли в городе Апатиты; дальнейший рост скорости ветра при сохранении реальной площади пыления, безусловно, будет приводить к существенному превышению уровня ПДК; соблюдение условия санитарно-гигиенических норм при штормовых ветрах (20–23 м/с) возможно обеспечить за счет сокращения текущей площади пыления по крайней мере на порядок» – говорится в этой главе.

Монография адресована инженерно-техническим работникам химической промышленности, научным работникам, экологам-практикам, студентам вузов, а также жителям районов размещения горно-обогатительных комбинатов и заинтересованных в чистой атмосфере. Авторы книги подводят итог своей большой работе так: несмотря на то, что выполненные ими и представленные в монографии результаты не являются исчерпывающими и требуют дальнейшего осмысления, все же есть основания полагать, что «приведенная информация и знания составляют те «кирпичики» научного обоснования, которые станут основой решения проблемы пыления хвостов обогащения».

Подготовила Наталья Чернова.

НОВЫЙ ВЫПУСК ЖУРНАЛА «ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА»: ВСЕ ОБ ЭКОЛОГИИ ¹

Рассказываем вам о содержании **первого номера за 2024 год** журнала «Труды Кольского научного центра» из серии «Естественные и гуманитарные науки». Он посвящен экологии.

Открывает номер статья, подготовленная в рамках технологического проекта «Кольский горно-химический комплекс: горно-геологические, химико-технологические и экологические решения для Арктики». Она посвящена влиянию состава гидроксамовых кислот на показатели флотации перовскита. В ней сотрудники Горного института подробно описывают процесс и результаты тестирования, проведенного на основе руды Африкандского месторождения.

В свете недавно прошедшей в Апатитах летней школы-практики молодых лимнологов вызвала особый интерес статья «Практические аспекты цифровизации лимнологических и палеолимонологических исследований» сотрудников Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии, посвященная программным продуктам для исследования озер Урала. Представители Института океанологии РАН и Балтийского федерального университета описывают вторжение воды Балтийского моря в устье реки Преголи, а их коллега из Российского государственного гидрометеорологического университета сравнивает зоопланктон двух малых озер Варлаамского архипелага. Ученые из Института биологии Карельского научного центра Российской академии наук обращаются к малым рекам: они предлагают для более точного мониторинга из состояния анализировать три группы организмов: фитоперифитон, зоопланктон и зообентос.

Сотрудники Института проблем промышленной экологии Севера и Лапландского заповедника рассматривают динамику климатических условий через призму сезонных изменений де-

ревьев хвойных пород и делятся результатами многолетних наблюдений за интродукцией кедрового стланика в Лапландском заповеднике.

В журнале представлено большое количество работ ученых Полярно-альпийского ботанического сада-института имени Н. А. Аврорина. Одна из них посвящена фотосинтетической активности аборигенных осин и берез Кольского Севера. Еще одна статья выполнена на основе материалов гербарной коллекции ПАБСИ. Ее авторы провели ревизию сфагновых мхов с последующим уточнением определений.

В отдельной работе описаны результаты научного исследования, проведенного в рамках обследования флоры печеночников природного парка регионального значения «Полуострова Рыбачий и Средний». Еще одна работа касается оценки посевных качеств семян и сезонного развития многолетних травянистых растений, интродуцированных в ПАБСИ.

Большой блок посвящен здоровью человека в Арктике: рискам для коренного и пришлого населения, социальным и профессиональным аспектам заболеваемости, влиянию химических элементов, поступающих из окружающей среды и от промышленных предприятий, на здоровье взрослых и детей. В этот блок вошли доклады состоявшейся в конце 2023 года всероссийской научно-практической конференции «Медико-биологические проблемы в Арктике». В ней принимали участие сотрудники Кольского научного центра РАН, Северного и Саратовского государственных медицинских университетов, Петрозаводского государственного университета, Северо-Восточного федерального университета, Арктического научно-исследовательского центра Республики Саха, Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики УрО РАН, Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека, Северо-Западного научного центра гигие-

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

ны и общественного здоровья и Научно-исследовательского центра «Арктика» ДВО РАН.

Один из докладов называется «Алгоритм проведения профилактических и лечебных курсов арктической ландшафтной терапии для купирования различных типов стресса» сотрудников Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике. Работа выполнена в рамках темы государственного задания «Изучение особенностей территориальной заболеваемости населения репродуктивного возраста в Арктической зоне Российской Федерации с выявле-

нием факторов, воздействующих на основные функциональные системы организма, и разработки комплексных методов для снижения негативного воздействия экстремальных условий среды». Сотрудники института углубленно исследуют форму хронического психоэмоционального напряжения – синдром полярного напряжения – и немедикаментозный метод, обеспечивающий снижение психологической нагрузки.

*Подготовила
Владислава Шипитька*

ВТОРОЙ ВЫПУСК ЖУРНАЛА «ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА»: ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Продолжаем знакомиться с журналом «Труды Кольского научного центра» 2024 года. **Второй номер серии «Естественные и гуманитарные науки»** включает много статей, написанных сотрудниками Центра гуманитарных проблем Баренц-региона.

Большое внимание авторы уделили семейному наставничеству и социальным связям в рамках семейных и академических сообществ. Доктор исторических наук Ирина Разумова анализирует семейное наставничество, разграничивает термины «семейное наставничество» и «наставничество в семье», и развивает идею о том, как эти концепции могут влиять на развитие личности и социальных структур в контексте культурной специфики региона.

Елена Бусырева представляет обзор исследований, посвященных академической жизни на Кольском Севере. Елена Владиславовна отмечает: необходимо углубленно изучить феномен академических семей, которому практически не уделялось внимания.

Ольга Змеева рассматривает проблему трудовых мигрантов в строительстве Мурманской железной дороги и говорит о разных стадиях процесса привлечения иностранных граждан.

Три статьи сотрудников Центра гуманитарных проблем Баренц-региона затрагивают тему религии. Одна из них, «Туризм и паломничество в зарубежной антропологии и социологии: введение в дискуссию» Алены Давыдовой рассматривает концепцию туризма с позиций антропологии и социологии и указывает на очевидные связи между туризмом и паломничеством в качестве как путешествия, так и опыта общения.

Две другие статьи – «Церковное проповедничество в приходах кольского благочиния в конце XVIII – начале XIX века» Юлии Кожевниковой и «Каждая пропущенная неделя является невозвратимым ущербом в деле обучения и религиозно-нравственного просвещения...»: документы о работе школ на территории европейской Арктики в конце XIX века» Ксении Казаковой – затрагивают тему духовного обогащения и просвещения на территории Кольского полуострова.

*Подготовила
Владислава Шипитька*

В ПЕЧАТЬ ВЫШЕЛ ПЕРВЫЙ В ЭТОМ ГОДУ ВЫПУСК НАУЧНОГО ЖУРНАЛА «СЕВЕР И РЫНОК»¹

Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина в апреле опубликовал первый номер журнала «Север и рынок» 2024 года. Первый раздел традиционно посвящен проблемам устойчивого развития Севера и Арктики России. Теоретические и практические результаты работы Геннадия Деттера, Марии Заболотниковой и Анастасии Левкиной, в которой рассматривается возможность использования системно агломерационного подхода для совершенствования муниципально-территориального устройства регионов, способствуют повышению перспектив его устойчивого инновационного развития и эффективной реализации национальных арктических программ.

В том же разделе Ольга Чернова, Инна Митрофанова и Марина Плешакова анализируют факторы структурного изменения в экономике Северных регионов. Авторы отмечают, что адаптационные изменения отраслевой структуры экономики не всегда ведут к повышению устойчивости ее развития.

Несколько статей посвящено развитию отраслей и секторов экономики: совместная работа Алексея и Тимофея Белошицких, Алексея Череповицына и Салавата Фатхуллина о методике 3D-сейсморазведки ставит целью повышение экономической эффективности поисково-разведочного этапа освоения нефтегазовых месторождений Севера, что особенно актуально в условиях санкционного давления и возрастающей роли Арктики в экономике страны.

Авторы работы «Потребительский спрос и развитие рынка туризма приграничного и северного региона» Татьяна Морозова, Раиса Белая, Галина Козырева и Арсений Морозов подчеркивают: обладая обширным культурным наследием и разнообразием природных



ресурсов, северная часть России имеет потенциал для развития туризма, а создание институциональных условий будет способствовать усилению позиций этой отрасли в структуре экономики Республики Карелия.

Семен Иванов, Светлана Теребова, Ксения Устинова и Александр Ермолов в статье о «Креативных практиках в машиностроительной отрасли Европейского Севера» предлагают методический подход, который позволит разработать перечень приоритетных направлений развития машиностроительных предприятий с учетом основных положений концепции импортозамещения в условиях внешнеэкономических санкций и региональной специфики машиностроительной отрас-

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

ли. О повышении спроса на животноводческую продукцию в республике Коми и о росте проблем с ее производством рассуждает Ирина Мальцева. Яна Тестина, Наталия Белякова и Александр Воротников определяют вектор развития научно-популярного туризма в субъектах Арктической зоны РФ для увеличения научно-технологического потенциала России и привлечения молодежи в научно-исследовательские проекты.

Последний раздел посвящен проблемам социальной, промышленной и финансово-бюджетной политике на севере и в Арктике России. Олег Толстогузов рассматривает баланс интересов внешних и внутренних бенефициаров в условиях «неполных контрактов» ресурсной экономики. Особенности перераспределения финансовых ресурсов между бюджетами Тюменской области, Ямала и Югры, организационно закрепленного в фор-

мате программы «Сотрудничество», изучает Валерий Гамукин.

Елена Корчак проводит статистический анализ уровня жизни в регионах Севера России: уровень обеспечения формируется под воздействием таких специфических особенностей, как дискомфортность природно-климатических условий, ограниченная транспортная доступность, функционирование районной системы оплаты труда, связанных с системой северных гарантий и компенсаций. Завершают выпуск статьи о повышении уровня и качества жизни населения северных регионов и об автоматизации управления предпринимательскими сетями арктических территорий с использованием языка программирования Python.

*Подготовила
Владислава Шипитька*

АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ ВО ВТОРОМ «СЕВЕРЕ И РЫНКЕ» ЗА 2024 ГОД ¹

Второй номер рецензируемого научно-информационного журнала «Север и рынок» представляет собой обширное исследование актуальных вопросов, касающихся северных регионов России. Он состоит из пяти разделов, посвященных изучению социально-экономического, природного, финансово-бюджетного, туристического и морского транспортно-логистического состояния Севера.

Открывает номер статья Сергея Агаркова «Человеческий капитал в теории и практике экономического роста», основанная на эмпирической проверке теории возрастающей отдачи человеческого капитала в форме образования на экономический рост. Валерий Конышев, Мария Лагутина, Александр Сергу-

нин и Николай Бобылев изучают вопрос моделирования системы обеспечения безопасности человека. Статья Марины Ненашевой «Проблемы реализации муниципальной социальной политики в сельских поселениях российской Арктики: пример Приморского округа Архангельской области» посвящена анализу социальной политики сельских муниципальных образований российской Арктики. Исследование проводилось методом качественных полуструктурированных интервью с основными акторами социальной политики, в ходе которых удалось выявить проблемы, связанные с реализацией муниципальной социальной политики в сельских поселениях: монопрофильного производства, неравномерность де-

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

мографического, социально-экономического и социально-культурного развития сельских населенных пунктов и отсутствие достоверной информации о масштабах социально-экономических проблем рассматриваемых муниципалитетов.

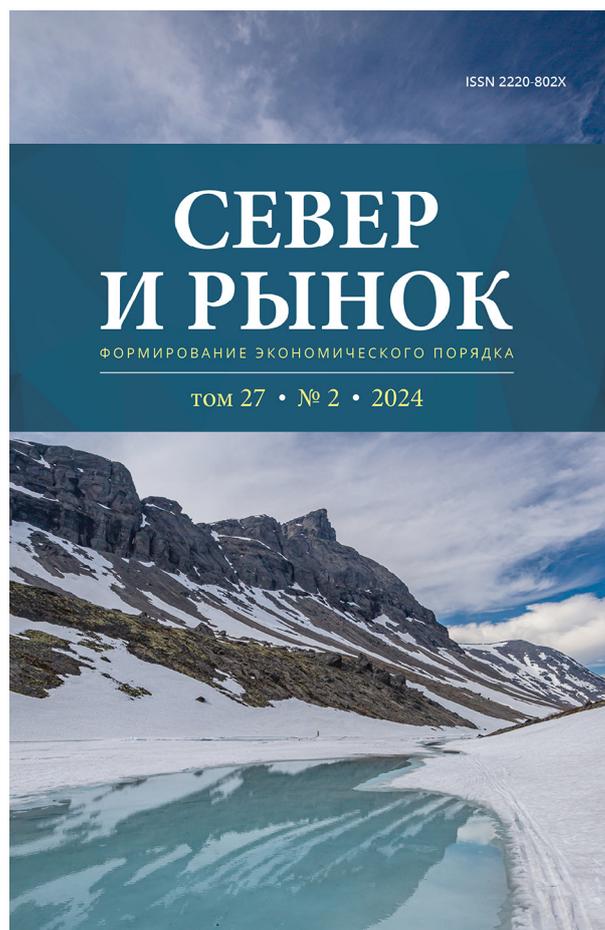
В работе о проблематике формирования и развития цифровых компетенций населения в условиях перехода к цифровой экономике на примере градообразующего предприятия монопрофильного поселения Арктической зоны РФ Владимир Дядик, Алексей Игумнов, Алина Каньковская и Анна Тесля оценивают готовность руководителей, менеджеров и специалистов градообразующего предприятия монопрофильного поселения к внедрению цифровых процессов.

Изучая вопросы освоения угольных месторождений в западной части Арктики России, Медея Иванова говорит об основных процессах, связанных с реализацией новых угольных проектов на современном этапе. Продолжают тему природных месторождений Диана Дмитриева и Амина Чанышева, рассмотревшие в своей статье вклад добывающих компаний в устойчивое развитие минерально-сырьевой базы арктического региона.

Возможно ли применять бетон, изготовленный из цементной смеси с добавками доменного шлака, для строительства зданий и сооружений в Арктическом регионе Российской Федерации в контексте стратегии устойчивого развития территории? Об этом говорят Дмитрий Скобелев, Екатерина Потапова, Дмитрий Михайлиди и Виктор Рудомазин.

Татьяна Барашева на основе контент-анализа научных источников уточняет понятия категории «бюджетная безопасность» и обоснование подхода к выбору индикаторов региональной бюджетной безопасности.

Ольга Балабейкина, Антон Дмитриев и Иван Селезнев оценивают перспективы вовлечения территорий упраздненных поселений в туристско-рекреационное хозяйство. Авторы подчеркивают: пора искать пути импортозамещения на российском туристическом рынке. Как



удовлетворить спрос на уникальные по форме и содержанию путешествия, они показывают на примере Республики Карелия. Светлана Галазова, Валерия Володина, Марина Медведева, Анна Солдатовая и Ксения Трушина представляют обзор памятных коллекционных и инвестиционных монет за последние 30 лет, посвященных Северу.

Завершающая журнал статья Сергея и Арины Козьменко ставит перед собой цель ответить, насколько феномен глобального потепления является перманентным с позиций пространственной организации круглогодичной навигации по Северному морскому пути для обеспечения рациональной экономической морской деятельности в регионе.

*Подготовила
Владислава Шипитька*

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СЕВЕРНОМ БАССЕЙНЕ И СУДОХОДНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РЕГИОНА ¹

В издательстве Кольского научного центра вышла книга «Состояние и тенденции рыбохозяйственной деятельности в Северном бассейне: проблемы и перспективы», в работе над которой приняли участие сотрудники Института экономических проблем им. Г. П. Лузина Валерий Храпов, Анатолий Васильев, Татьяна Турчанинова и Сергей Вопиловский. Ученые обобщили многолетние научные исследования и дискуссии о проблемах рыбного хозяйства среди сотрудников Института экономических проблем и других научных учреждений. Авторы подчеркивают: изучение истории и перспектив рыболовства в Мурманской области важно для понимания и развития этой сферы, поскольку она является исторически крупным рыбопромысловым центром. В доиндустриальную эпоху именно рыболовство было основным видом деятельности местных жителей и остается, помимо грузоперевозок по Северному морскому пути, важной отраслью региональной экономики и сегодня.

Особое внимание в книге уделено проекту возрождения судоремонтного сектора экономики Мурманской области с учетом требования импортозамещения при судостроении рыбопромыслового флота и дальнейшей его эксплуатации, составленному руководителями ассоциаций и рыбопромышленных объединений региона, судовладельцами рыбопромыслового комплекса Северного бассейна и учеными Кольского научного центра. Для приморских регионов России, которые занимаются морской хозяйственной деятельностью, развитие флота и береговых инфраструктурных предприятий – ключевые решения в импортозамещении.

Концептуальные направления по совершенствованию инновационной деятельности в частных судоремонтных предприятиях, предложенные в этой книге, могут значительно по-



высить конкурентоспособность отрасли и способствовать устойчивому развитию рыбной промышленности в регионе. Интеграция этих предприятий с компаниями, специализирующимися на строительстве рыбопромысловых судов, позволит оптимизировать производственные процессы, снизить издержки и повысить качество производимых судов.

Также развитие отечественного производства оборудования и комплектующих для судов позволит снизить зависимость от импорта, обеспечить доступ к современным технологиям и повысить надежность судов. Это увеличит производительность и конкурентоспособность рыбопромышленного флота Мурманской области.

Подготовила
Владислава Шипитька

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

ПАМЯТИ ВАЛЕРИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА КОНСТАНТИНОВА

???.?.1954 – 6.07.2024

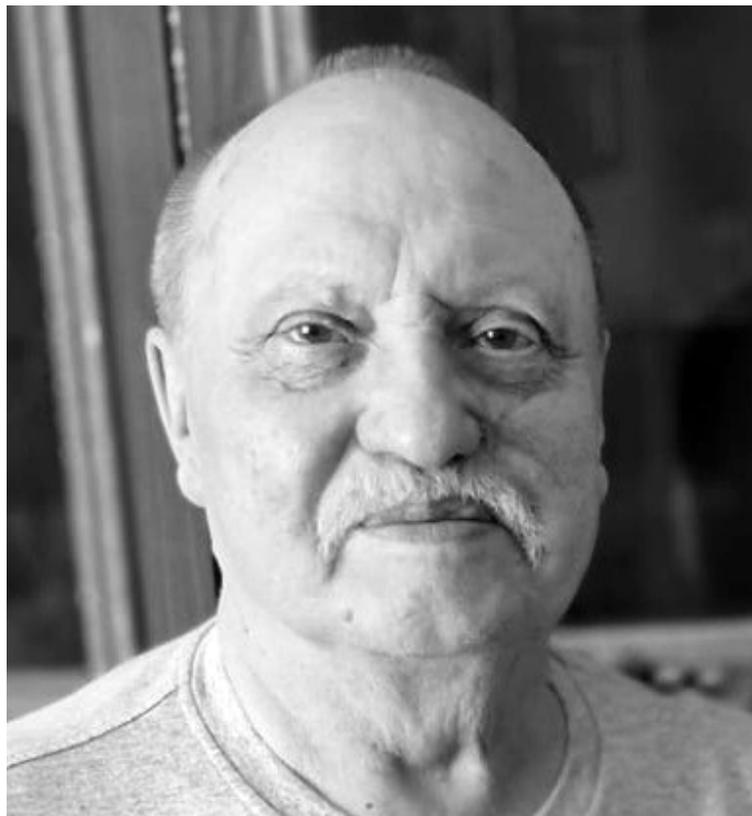
IN MEMORY OF VALERIY VASILIEVICH KONSTANTINOV

???.?.1954 – 6.07.2024

6 июля после тяжелой болезни на 71-м году жизни ушел от нас друг и коллега Валерий Васильевич Константинов.

С 2010 года Валерий Васильевич трудился на должности техника транспортного управления Кольского научного центра. Он отличался исключительным трудолюбием, был настоящим профессионалом, увлеченным и уважаемым человеком. Вся его жизнь – бесконечная преданность выбранному делу.

Скорбя о потере коллеги, выражаем соболезнование родным и близким. Светлая память о нашем товарище 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. Вмesto литеры «ё» используется литера «е». Нужно различать употребление дефиса и тире. После точки и запятой всегда следует пробел. Латинские названия видов и родов растений, грибов и животных выделяются курсивом по всему тексту (*Quercus robur*). Авторов таксонов приводить не нужно, но в разделе «Материал и методика исследований» нужно

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

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

Каждая таблица должна содержать свой заголовок, рисунок – подрисуночную 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 общепринятых: названия мер, физических, химических и математических величин и терминов и т. п. Все величины должны быть выражены в единицах измерения, утвержденных ГОСТами или в Международной системе единиц (СИ). Названия учреждений при первом упоминании их в тексте даются полностью и сразу же в скобках приводится общепринятое сокращение, при повторных упоминаниях дается сокращенное название учреждений.

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

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

Список литературы

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

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

В список литературы не включаются неопубликованные работы и учебники.

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

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

Примеры

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

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

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

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

Примеры

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

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

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

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

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

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

Примеры

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

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

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

Примеры

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

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

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

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

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

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



КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

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

KOLA SCIENCE CENTRE

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

