

ФИЦ
КНЦ
РАН

- НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СТАТЬИ
- НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ. СОБЫТИЯ. ХРОНИКА
- ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
- ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ
- ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ВЕСТНИК

Кольского научного центра РАН

3/2021



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, чл.-корр. РАН, д.г.-м.н., проф.

Заместитель главного редактора
Е.А. БОРОВИЧЕВ, к.б.н.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В.А. МАСЛОБОЕВ, д.т.н.

Н.К. БЕЛИШЕВА, д.б.н.

Н.Е. КОРОЛЕВА, к.б.н. (ПАБСИ КНЦ РАН)

В.Е. ИВАНОВ, д.ф.-м.н.

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

В.В. МЕГОРСКИЙ, к.м.н.

Д.В. МОИСЕЕВ, к.г.н. (ММБИ РАН)

А.Г. ОЛЕЙНИК, д.т.н.

Т.В. РУНДКВИСТ, к.г.-м.н.

С.В. ФЕДОСЕЕВ, д.э.н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

Б.В. КОЗЕЛОВ, д.ф.-м.н. (ПГИ)

Н.Е. КОЗЛОВ, д.г.-м.н., проф.

С.А. КУЗНЕЦОВ, д.х.н.

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

С.В. ЛУКИЧЕВ, д.т.н.

Д.В. МАКАРОВ, д.т.н.

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

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

В.А. ПУТИЛОВ, д.т.н., проф.

И.А. РАЗУМОВА, д.и.н., проф.

Ответственные редакторы выпуска
Е.А. БОРОВИЧЕВ, Н.Е. КОРОЛЕВА

Выпускающий редактор Н.В. ЦУР

Корректор С.А. ШАРАМ

Подписано в печать 20.12.2021

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

HERALD

of the Kola Science Centre of RAS

Scientific Publication.

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

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

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

Editor-in-Chief and Chairman of the Editorial Council

**S.V. KRIVOVICHEV, Corr. Member of RAS,
Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), Prof.**

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

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

EDITORIAL BOARD

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

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

N.E. KOROLEVA, PhD (Bio), PABGI KSC RAS

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

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

V.V. MEGORSKY, PhD (Medicine)

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

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

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

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

EDITORIAL COUNCIL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V.A. PUTILOV, Dr. Sci. (Eng.), Prof.

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

Executive Editors: E.A. BOROVICHEV, N.E. KOROLEVA

Issuing Editor N.V. SHCHUR

Proofreader: S.A. SHARAM

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

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ СТАТЬИ

Куклин Д.В.	НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРОЗОЗАЩИТНЫХ ЗАЗЕМЛЕНИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ	7
Дворникова А.М., Щелокова Е.А., Соколов А.Ю., Касиков А.Г.	ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ И ПРОМПРОДУКТОВ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ	12
Компанченко А.А., Нерадовский Ю.Н., Волошин А.В.	ВАНАДИЙ В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ ДОКЕМБРИЯ (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН): КРАТКИЙ ОБЗОР	18
Дмитриев С.В.	РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ ОБЪЕМНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК	22
Чапаргина А. Н.	ЖИЛИЩНЫЕ УСЛОВИЯ ПЕНСИОНЕРОВ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ: ОБЪЕКТИВНЫЕ И СУБЪЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ	27
Бобрева Л. А., Сидоров Н.В., Палатников М. Н.	ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ДЕФЕКТОВ В КРИСТАЛЛАХ $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}(4.34):\text{Fe}(0.02)$ и $\text{LiNbO}_3:\text{Zn}(4.54)$ мол. %	38

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ИНТЕРВЬЮ

ЧТО СКРЫВАЮТ ГОРНЫЕ ПОЧВЫ? АПАТИТСКИЕ ЭКОЛОГИ ИЗУЧАЮТ ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРНЫХ ТУНДР И НАСЕЛЯЮЩИЕ ЕГО ОРГАНИЗМЫ	46
---	----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ. СОБЫТИЯ. ХРОНИКА

НОВЫЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ	48
ОТ ОПЫТОВ ДО РАЗМЫШЛЕНИЙ О БУДУЩЕМ: В АПАТИТАХ ПРОШЕЛ ФЕСТИВАЛЬ «НАУКА 0+»	49
СООБЩА ТВОРИТЬ ЧУДО НАУКИ	56

ЮБИЛЕИ И ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

К ЮБИЛЕЮ ЛЮДМИЛЫ ЛЮБИМОВОЙ	59
К ЮБИЛЕЮ ГАЛИЯБАНУ КАДЫРОВОЙ	59
К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ТЕСАЛОВСКОЙ	60
К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ СЕЛИЦКОЙ	61
К ЮБИЛЕЮ ИРИНЫ КРЕМЕНЕЦКОЙ	61
К ЮБИЛЕЮ ВАЛЕНТИНЫ НОВОСЕЛЬЦЕВОЙ	62
К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ШЕМОНАЕВА	63

СОДЕРЖАНИЕ

К ЮБИЛЕЮ ГЕОРГИЯ НОСОВА	64
ПЕРВЫЕ ЗАСЛУЖЕННЫЕ	64
ПОЗДРАВЛЯЕМ КАНДИДАТОВ!	66

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ГЕОРГИЕВИЧА ЗАГОРОДНОГО	67
ПАМЯТИ ВИКТОРА АЛЕКСЕЕВИЧА МАТВЕЕВА	68
ПАМЯТИ ЮРИЯ АНДРЕЕВИЧА БАЛАШОВА	70
ПАМЯТИ НИКОЛАЯ ПАВЛОВИЧА ВЕРЕТЕННИКОВА	71
ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ПУТИЛОВА	72
ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА МАРТЫНОВА	73
ПАМЯТИ ИРИНЫ ЛЕОНИДОВНЫ ВОЛКОВОЙ	74

РЕЦЕНЗИИ. БИБЛИОГРАФИИ

АРКТИКА НУЖДАЕТСЯ В ОЧИСТКЕ: ЕЙ ПОМОГУТ ИСКУССТВЕННЫЕ «БОЛОТА»!	75
КАКОЙ ОН, ТУРИЗМ В АРКТИКЕ?	77
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФИНАНСАМ	80
ТРЕТИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «СЕВЕР И РЫНОК»	81
ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА: ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	82
ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА: ХИМИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	84
ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА: ОКЕАНОЛОГИЯ	86
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»	90

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРОЗОЗАЩИТНЫХ ЗАЕМЛЕНИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Д.В. Куклин

Центр физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН, kuklindima@gmail.ru

В работе обозначены некоторые проблемы, возникающие при измерениях и расчетах, относящихся к грозозащитным заземлителям энергетических объектов. Отмечен недостаточный уровень изученности некоторых явлений (искрообразование в грунте, частотная зависимость электрических свойств грунта, параметры тока молнии и др.). Перечислены основные расчетные и измерительные методы для электрических параметров заземлителей.

Ключевые слова:

заземление, параметры тока молнии, частотно-зависимые свойства грунта, удельное сопротивление грунта, диэлектрическая проницаемость грунта, вертикальное электрическое зондирование

SOME PROBLEMS OF GROUNDING SYSTEMS FOR ELECTRICAL GRID OBJECTS

Dmitry V. Kuklin

Northern Energetics Research Centre of the Kola Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, kuklindima@gmail.ru

This work covers some problems in measurements and calculations related to lightning protection grounding systems of electrical grid objects. An insufficient understanding of some phenomena (soil ionization, frequency dependence of electrical soil properties, lightning parameters, etc.) is marked out. The main calculation and measuring methods for electrical parameters of earth electrodes are listed.

Keywords:

grounding, lightning current parameters, frequency dependent electrical soil properties, soil resistivity, soil permittivity, vertical electrical sounding

Введение

Существует несколько основных видов заземления: защитное — с целью обеспечения безопасности людей, рабочее заземление и заземление грозозащиты. Причем один и тот же заземлитель может выполнять несколько функций.

Защитное заземление служит для обеспечения безопасного для людей потенциала на электрических частях установок, рабочее

служит для заземления нейтралей трансформаторов, заземления фазы при использовании земли в качестве рабочего провода и др. Заземление грозозащиты необходимо для отвода тока молнии в землю с целью защиты оборудования подстанций и линий электропередачи. Данный тип заземления требует рассмотрения относительно высокочастотных процессов (до нескольких мегагерц) и больших токов (десятки килоампер). Это сказывается на особенностях методов измерения и расче-

та электрических параметров заземлителей, а также на выборе их конструкций.

При проектировании заземления одной из основных задач является достижение наибольшей его эффективности при разумных трудозатратах и количестве используемого металла. Эта задача особенно важна для грунтов с высоким удельным сопротивлением. Предпочтительная конструкция в некоторой степени может зависеть от заземляемого объекта (например, от высоты опоры линии электропередачи или линейной изоляции), а также от точки присоединения заземления. Поэтому выбор заземлителей может производиться совместно с учетом заземляемого объекта. Данная задача обычно решается расчетными методами, но нуждается в применении множества экспериментальных данных и моделей.

Параметры разряда молнии и модели перекрытия изоляции

Проектирование заземления грозозащиты зависит от параметров разряда молнии. Вследствие непредсказуемости мест ударов молнии измерения этих параметров затруднены. Поэтому они получены преимущественно с применением средств и объектов, удобных для молниевых измерений. Но эти объекты, как правило, отличаются от тех, что применяются в энергетике.

К примеру, измерения импульса тока молнии проведены в основном на высоких башнях. И не вполне ясно, будет ли справедливым применять те же параметры тока, например, на опорах линий электропередачи или схожих объектах?

Также стоит отметить, что разряд молнии обычно имеет несколько компонентов. Известно, что для молний отрицательной полярности число компонентов близко к трем, а молнии положительной полярности чаще всего содержат один компонент. Однако более точных вероятностных данных о компонентах молнии также недостаточно для объектов, схожих с используемыми в энергетике (существующие данные, полученные при помощи видеокамер, не являются достаточными для текущей цели).

Не так много информации даже о тех искровых разрядах, которые можно получить в лаборатории. Существующие модели перекрытия изоляции подходят лишь для определенных форм напряжений и разрядных промежутков. Но напряжения на изоляции могут отличаться очень существенно (в зависимости от заземлителя, грунта, опоры и проч.). Также могут различаться и разрядные промежутки. Иными словами, не хватает моделей, охватывающих достаточно широкий диапазон напряжений и разрядных промежутков.

Методы расчета

Наиболее точный подход при моделировании заземлителей заключается в учете процессов электродинамики (в случае больших токов может быть необходимость в моделировании дополнительных физических процессов). И в настоящее время вычислительные возможности компьютеров позволяют моделировать электродинамические процессы с высокой точностью (но могут требовать продолжительного времени расчета). В некоторых случаях, однако, возможно применять и упрощенные модели с использованием электрических цепей (обычно это происходит, когда модель имеет крупные размеры).

Среди точных расчетных методов часто используется один из четырех: метод моментов, близкий к нему метод РЕЕС (partial element equivalent circuit), метод конечных разностей во временной области и метод конечных элементов. Существует также множество других, схожих с перечисленными. Различные методы накладывают свои ограничения на то, какие детали возможно включать в модель (неоднородности грунта, протяженные проводники и др.). При этом даже среди точных методов нет универсальных, пригодных для всех необходимых случаев, поэтому постоянно появляются новые методы (или изменяются существующие), способные учитывать все большее число процессов (например, искрообразование в грунте, коронный разряд, частотную зависимость электрических свойств грунта и др.).

Различаются также методики расчета. В некоторых случаях заземлитель моделируют отдельно от заземляемого объекта, в других моделируется и заземляемый объект. При втором подходе может понадобиться использование более точных параметров молнии и методов перекрытия изоляции, о которых говорится выше.

Также в тех случаях, когда моделируется в том числе и канал молнии, не всегда ясно, как его следует моделировать: достаточно ли точной является модель, использующая прямой проводник с источником у основания или нужны более сложные подходы?

Методы расчета также накладывают отпечаток на то, какие параметры заземлителей рассчитываются (сопротивление, импеданс, напряжение на заземлителе и др.).

Таким образом, даже при текущем избытии расчетных методов, в связи с неизученностью некоторых процессов и ограниченностью компьютерных ресурсов, проблема разработки расчетных методов далека от завершения.

Методы измерения

При измерениях электрических параметров заземлений имеется меньше свободы, чем при расчетах: не всегда можно точно задать необходимую форму импульса тока (или напряжения), ограничены длина и расположение измерительных проводников, зачастую нет точной информации об электрических параметрах грунта и др.

Измерительная установка для электрических параметров заземлителя состоит, как правило, из токового и потенциального проводников (обычно, заземленных на концах), генератора и цепей измерения тока и напряжения. Поскольку проводники имеют конечные размеры, могут возникать отражения от их концов и искажать результаты измерений.

Импульс тока молнии имеет довольно специфичную форму и большую амплитуду. Технически источник тока создать обычно сложнее, чем источник напряжения, особен-

но для больших амплитуд и определенных форм импульса. Поэтому проблема создания импульсных генераторов также является актуальной.

Между электрическими цепями – как при расчетах, так и при измерениях – существует взаимное электромагнитное влияние, которое существенно проявляется на высоких частотах и влияет на результаты. Во многих случаях измерительные проводники невозможно расположить таким образом, чтобы его избежать.

Также заземляемый объект нередко вносит большой вклад в результаты измерений электрических параметров заземлителей. Для минимизации этого влияния в некоторых случаях помогает использование импульсов с коротким фронтом. Но и это нередко лишь частично устраняет проблему, особенно в случае крупных объектов.

Электрические свойства грунта и бетона

Электрические параметры заземлителей помимо их конструкции зависят от электрических свойств грунта, в котором они расположены. Удельное сопротивление и диэлектрическая проницаемость грунта зависят от частоты и на относительно высоких частотах (в первые микросекунды или десятки микросекунд действия тока молнии) оказывают существенное влияние на электрические характеристики заземлителей. Они также не изучены в необходимой степени: существующие для одних типов грунта модели зачастую неточны для других типов грунта.

Можно выделить три основных метода полевых измерений: с использованием полусферического электрода, при помощи вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и с применением крупных образцов грунта (что также можно отнести и к лабораторному методу измерения). При лабораторных измерениях (для частотного диапазона до нескольких мегагерц), как правило, применяется двух- или четырехэлектродный метод.

Применение вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) является, пожалуй, наиме-



Рис. 1. Установка ВЭЗ для измерения электрических свойств грунта на частотах от сотен герц до нескольких мегагерц. Обозначения на рисунке: э – электроды; л – пробник измерения напряжения; г – блок генератора и измерения; о – оптоволоконный кабель

нее трудоемким и наиболее точным на данный момент полевым методом измерения.

Можно выделить три основных метода полевых измерений: с использованием полусферического электрода, при помощи ВЭЗ, а также с применением крупных образцов грунта (что также можно отнести и к лабораторному методу измерения). При лабораторных измерениях (для частотного диапазона до нескольких мегагерц), как правило, применяется двух- или четырехэлектродный метод.

Вертикальное электрическое зондирование является, пожалуй, наименее трудоемким и наиболее точным на данный момент полевым методом измерения.

Пример использования установки ВЭЗ показан на рис. 1. Блок генератора (г) изолирован от пробника измерения напряжения (л) при помощи оптоволоконного кабеля (о) для минимизации электромагнитного влияния между измерительными цепями на высоких частотах. Также для уменьшения данного влияния цепи измерения тока и напряжения расположены перпендикулярно.

При применении ВЭЗ, однако, на частотах, достигающих нескольких мегагерц, возможно проводить измерения лишь до определенных глубин исследования вследствие запаздывания распространения сигнала в грунте.

Существенной проблемой является также учет неоднородностей грунта при измерениях на высоких частотах. Если для слоистой модели грунта измерительные методы существуют, то для более сложных неоднородностей точных методов пока нет.

Частью заземления нередко оказываются железобетонные конструкции (это так называемые естественные заземлители), например, фундаменты установок часто используются как часть заземлителя. Поэтому для корректного моделирования заземлителей помимо электрических параметров грунта также нужно знать и об электрических параметрах бетона (с учетом того, что он расположен в грунте). Недостаточно данных и об электрических свойствах бетона, который используется в естественных заземлителях.



Рис. 2. Высоковольтная генераторно-измерительная установка

Искрообразование

Другое недостаточно изученное явление – искрообразование в грунте, которое возникает при больших токах и также оказывает влияние на электрические параметры заземлителей. В особенности это сказывается на заземлителях относительно небольших размеров в высокоомных грунтах.

Одной из особенностей данной проблемы является то, что ее изучение требует применения крупных высоковольтных генераторов и трудозатратных исследований (рис. 2).

Заключение

Подводя итоги, можем сказать, что простая, казалось бы, задача о выборе зазем-

лителя раскрывает множество нерешенных проблем как в технических, так и в естественных науках.

При этом здесь отмечены лишь некоторые проблемы, но существует множество и других: контроль состояния заземления (и соответствующие измерительные методы), сезонные изменения электрических параметров заземлителей, выбор грозозащитных заземлителей с учетом дополнительных факторов (например, совместно с линейной изоляцией или с учетом защитной функции заземления) и др.

УДК 542.61

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ И ПРОМПРОДУКТОВ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

А.М. Дворникова, Е.А. Щелокова, А.Ю. Соколов, А.Г. Касиков

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева
КНЦ РАН, Petrova_am@mail.ru

В обзоре кратко представлена история внедрения экстракционных технологий в медно-никелевом производстве Арктической зоны РФ. Также кратко изложены основные разработки последних лет в области экстракции при переработке отходов и промпродуктов производства – кислых некондиционных стоков, железистых кеков, металлургических шлаков и т.п., а также отходов, содержащих редкие и платиновые металлы. Сделан вывод о благоприятных перспективах внедрения экстракционных технологий в производство для переработки отходов, получения дополнительной дорогостоящей продукции и повышения комплексности использования сырья при снижении нагрузки на экологию Арктической зоны.

Ключевые слова:

жидкостная экстракция, переработка отходов и промпродуктов, медно-никелевое производство, ПАО «ГМК "Норильский никель"», Арктическая зона

APPLICATION AND PROSPECTS FOR EXPANDING THE USE OF SOLVENT EXTRACTION IN THE PROCESSING OF WASTE AND INDUSTRIAL SEMI-PRODUCTS OF THE RUSSIAN ARCTIC ZONE NON-FERROUS METALLURGY

Anna M. Dvornikova, Elena A. Shchelokova, Artem Y. Sokolov, Alexander G. Kasikov

Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials
of Kola Science Centre of the Russian Academy of Science, Petrova_am@mail.ru

The overview briefly presents the history of solvent extraction (SX) technologies introduction at the Russian Arctic's copper-nickel industry. The main developments of recent years in the field of SX of the industrial wastes and semi-products such as acid substandard effluents, ferrous cakes, metallurgical slags, etc., as well as rare and platinum metals-containing waste, are also briefly shown. In particular, hydromet-allurgical method of sulfuric acid SX recovery from copper waste electrolyte with fatty alcohol-based extractant was proposed and laboratory-scale tested. General circuit for copper and palladium SX from waste solutions by kinetic-modified (synergist) hydroxyoxyme-based extractant was developed, etc. It was concluded that there were favorable prospects for the introduction of SX technologies in the field of waste disposal, additional valuable products obtaining and increasing the complexity of raw materials processing while reducing the load on the ecology of the Arctic zone.

Keywords:

Solvent extraction, waste and semi-products processing, copper-nickel industry, PJSC "MMC "Norilsk Nickel", Russian Arctic zone

Жидкостная экстракция является одним из важнейших инструментов переработки бедного, комплексного и вторичного сырья. На сегодняшний день она применяется в том числе для концентрирования, разделения и очистки металлов как в промышленности, так и в аналитической практике [Kumar et al., 2010]. При использовании относительно простого оборудования жидкостная экстракция за короткое время позволяет решить проблему выделения целевого компонента из смесей сложного состава. Например, это идеальный метод для выделения следовых количеств вещества на фоне большого количества примесей [Kislik, 2011], что весьма актуально при переработке сложных полиметаллических промпродуктов и отходов металлургических производств.

На сегодняшний день экстракционные процессы широко применяются в цветной металлургии, особенно при производстве меди. Жидкостная экстракция также используется для получения кобальта, никеля, цинка; большинства редких элементов – в первую очередь радиоактивных (обогащение урана и др.), с которых и началось активное внедрение экстракционных технологий в промышленность [El-Nadi, 2017], а также тугоплавких (молибден, вольфрам, ниобий, тантал, рений, ванадий, цирконий, гафний), рассеянных (галлий, индий и др.), редкоземельных (скандий, лантаноиды и т.п.) и благородных (палладий, золото и др.) металлов [Стеблевская и др., 2006; Kumar et al., 2010].

Жидкостная экстракция представляет собой процесс перераспределения растворенного вещества – «солюта» (металла – если говорить о металлургии) между двумя несмешивающимися жидкими фазами (сольвентами) при их контакте в результате перемешивания. В качестве сольвентов обычно выступают водная фаза (исходный раствор) и органическая (экстрагент). Органическая фаза, как правило, представляет собой раствор экстракционного реагента в углеводородном разбавителе. Также она может содержать модификатор и/или синергетический компонент, повышающие физико-химические характеристики процесса (увеличивающие степень извлечения целевого компонента в экстракт, улучшающие

расслаивание фаз после экстракции и т.п.). За редким исключением, процессы экстракции ведут при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, что делает их энергетически малозатратными [Kislik, 2011].

Несмотря на суровые климатические условия Арктической зоны России, процессы жидкостной экстракции на промплощадках действующего медно-никелевого производства, сейчас принадлежащего ПАО «ГМК «Норильский никель», начали внедрять еще в 1960-х гг., начиная с освоения экстракционной технологии получения кобальта из кобальтового концентрата на Норильском ГМК (НГМК) [Пашков и др., 2010; Касиков, 2020]. На протяжении более полувека сотрудниками Института «Гипронибель» и Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН (ИХТРЭМС КНЦ РАН) велись научные изыскания по оптимизации экстракционной технологии кобальта с периодическим опробованием инноваций на комбинате «Североникель» Кольской ГМК (КГМК) в масштабах опытно-промышленной установки (ОПУ), что закономерно привело к запуску в 2015 г. на базе мощностей цеха электролиза никеля № 2 комбината «Североникель» участка производства кобальта «Большой кобальт» – экстракционного производства с проектной мощностью до 3000 т/год, рассчитанного на выпуск электролитного кобальта чистотой 99.8 %. Технология жидкостной экстракции имеет много нюансов, поэтому исследования по оптимизации производства продолжают по сей день [Касиков, 2018, 2020; Комлев, 2019].

Параллельно с оптимизацией кобальтовой схемы разрабатывались способы переработки различных промпродуктов и отходов медно-никелевого производства с привлечением процессов жидкостной экстракции [Темеров и др., 2003; Пашков и др., 2010; Касиков, 2018; Касиков, Арешина, 2019; Касиков и др., 2020].

В частности, на комбинате «Североникель» КГМК испытывали экстракционные схемы очистки некондиционных серноокислых растворов (обезмеженного отсечного электролита) экстракцией октиловыми спиртами или их смесями с третичным алкиламином (ТАА), обеспечиваю-

Физико-химические характеристики и экстракционные свойства экстрактов на основе технической смеси спиртов C_8-C_{10} при экстракции из раствора, моделирующего обезмеженный электролит, состава, в г/л: 635 H_2SO_4 , 30 Ni, 5 Cu, 1.7 Fe (III)

Вид экстрагента	Исходная плотность, кг/м ³	Исходная вязкость, в сПз	О:В	Плотность экстрактов, кг/м ³	Вязкость экстрактов, в сПз	Степень извлечения H_2SO_4 за 1 ступень
Смесь спиртов C_8-C_{10}	0.821	7.96	1:1	0.923	26.6	23.5
			3:1	0.894	19.34	45.5
			3:1 40 °С	0.887	13.88	40.2
			5:1	0.876	17.33	65.2
10 % ТАА + смесь спиртов C_8-C_{10}	0.820	8.50	5:1	0.870	20.64	43.0
30 % ТАА + смесь спиртов C_8-C_{10} (40 °С)	-	6.47	3:1	0.888	33.48	65.8

щие регенерацию H_2SO_4 . Однако впоследствии от экстракции кислоты отказались, и с 2002 г. на КГМК используют экстракционную очистку отсечных электролитов от цинка экстрагентом на основе ТАА с возвращением очищенных растворов в никелевое производство [Касиков и др., 2018а].

Проблема утилизации подобных отходов сейчас особенно актуальна для НГМК в связи с закрытием в 2020 г. там никелевого производства [Касиков и др., 2018а]. Поэтому в последние годы в ИХТРЭМС была адаптирована экстракционная схема регенерации H_2SO_4 алифатическими спиртами и смесями на их основе применительно к обезмеженным отсечным электролитам НГМК. Предлагаемая двухстадийная схема [Касиков и др., 2016, 2018а; Gromov et al., 2018] предусматривает глубокую регенерацию кислоты с по-

лучением в реэкстракте очищенной от основных примесей H_2SO_4 при значительном уменьшении кислотности сбросных рафинатов, что позволит снизить затраты на их нейтрализацию и вернуть часть H_2SO_4 в основное производство.

В качестве экстрагента для первичной экстракции кислоты из отсечного электролита по совокупности физико-химических свойств (табл.) была выбрана техническая смесь высокомолекулярных алифатических спиртов C_8-C_{10} . Процесс целесообразно проводить в условиях избытка органической фазы и при температуре 30-40 °С.

Укрупненные лабораторные испытания экстракции H_2SO_4 этим экстрагентом на каскаде экстракторов смесительно-отстойного (рис. 1) типа в противоточном режиме из реального технологического образца

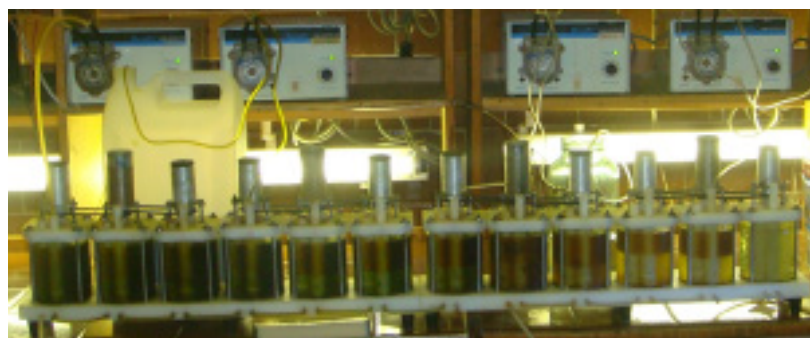


Рис. 1. Высоковольтная генераторно-измерительная установка

обезмеженного электролита, содержащего, г/л: 710 H_2SO_4 ; 28.0 Ni; 5.7 Cu; 1.1 Fe, показали его высокую эффективность, в результате удалось снизить содержание H_2SO_4 в кислом маточном растворе до 380 г/л, что соответствует извлечению в реэкстракт 68 % кислоты и не более 5 % меди и никеля.

Кислотность стоков дополнительно снижается путем включения в схему еще одного экстракционного каскада с использованием в качестве экстрагента смеси спиртов C_3 - C_{10} с добавкой 10 % алифатических третичных аминов Alamine 336 (ТАА). Переход на такую технологию, защищенную патентом [Касиков и др., 2016], позволит не только снизить расходы на нейтрализацию и утилизацию кислых стоков, но и вернуть часть H_2SO_4 в основное производство (рис. 2).

Экстракционные схемы разработаны для переработки железосодержащих отходов КГМК (железистых кеков, остатков дожигания производства карбонильного никеля, металлургических шлаков) [Касиков и др., 2020]. В последние годы схемы значительно усовершенствованы, предусмотрена возможность совместной переработки ряда отходов, разработаны новые составы экстрагентов, например, установлена возможность селективной экстракции железа алифатическими кетонами из концентрированных хлоридных никелевых растворов [Касиков и др., 2020], что позволит не только

упростить очистку растворов от железа и вернуть их в основное производство, но и получить дополнительную продукцию в виде товарного хлорида железа, который может быть использован в качестве коагулянта для очистки промышленных стоков [Касиков и др., 2020].

Платиновые и другие ценные металлы (рений, молибден, золото, серебро и т.п.), содержащиеся в медно-никелевом сырье в небольших количествах, в процессе переработки способны накапливаться не только в товарных концентратах, но и частично перераспределяться по отходам и промпродуктам. Жидкостная экстракция – удобный метод концентрирования следовых количеств веществ. Так, по одной из схем утилизации некондиционных промывных сернокислых растворов газоочистки КГМК предусмотрена экстракция H_2SO_4 смесью третичного три-изо-октил-амина (ТиОА) с октиловым спиртом, обеспечивающая также извлечение микроколичеств осмия и рения и их концентрирование в цикле экстракции-реэкстракции H_2SO_4 с получением очищенной кислоты и чернового Os-Re-концентрата [Касиков, Арешина, 2019].

Аналогичный принцип может быть применен для концентрирования палладия из медьсодержащих технологических растворов от выщелачивания медных промпродуктов, содержащих микропримеси палладия. Схема предусматривает совместную экстракцию меди и палладия из слабокислых растворов смесью на основе 20–30 % экстрагента гидроксиоксимного типа (аналог LIX 84) с добавлением 0.5–1 % третичного амина в алифатическом разбавителе [Касиков и др., 2018а, б]. Оттуда медь может быть реэкстрагирована раствором H_2SO_4 , а палладий концентрируется в цикле экстракции-реэкстракции меди. После накопления палладия в органической фазе периодически проводится его реэкстракция соляной кислотой с получением чернового концентрата палладия. Описанные

Рис. 2. Патенты ИХТРЭМС КНЦ РАН последних лет на изобретения в области жидкостной экстракции [Касиков и др., 2016, 2018, 2020].



экстракционные схемы защищены патентами РФ [Касиков и др., 2007, 2018].

Изучение в ИХТРЭМС КНЦ РАН свойств смесей экстрагентов в последние годы привело к обнаружению интересных «синергетических эффектов» при экстракции некоторых металлов.

«Синергизм» в жидкостной экстракции – это явление неаддитивного усиления экстракции целевого компонента при использовании смеси экстрагентов по отношению к индивидуальным реагентам [Дворникова, Касиков, 2020]. Нами установлено улучшение экстракционных свойств третичных аминов при использовании их в смеси с нейтральными кислородсодержащими экстрагентами – алифатическими кетонами – при экстракции рения, серебра, марганца и свинца [Дьякова, Касиков, 2013, 2015; Petrova, Kasikov, 2016; Дьякова и др., 2018]. Ранее также было показано, что использование 2-октанона в качестве модификатора в экстракционной смеси с ТАА взамен алифатического спирта может улучшать экстракцию кобальта [Дьякова и др., 2015].

Синергетический эффект неожиданно был обнаружен при экстракции смесями нейтральных кислородсодержащих экстрагентов – алифатических спиртов и кетонов. В частности, от-

мечено усиление экстракции железа (III) и рения (VII) подобными смесями [Касиков и др., 2020; Дворникова, Касиков, 2020; Sokolov et al., 2021].

Таким образом, из перечисленных достижений и научных разработок последних лет очевиден высокий потенциал технологий жидкостной экстракции для медно-никелевой промышленности. Накопленный опыт внедрения и эксплуатации экстракционных установок в условиях действующего производства поможет значительно облегчить переход на новые схемы. Модернизация производства с преимущественным переходом на гидрометаллургические технологии с использованием жидкостной экстракции позволит не только снизить затраты на производство, но и улучшить качество и стоимость выпускаемой продукции, а также повысить комплексность переработки сырья, что будет способствовать снижению нагрузки на экологию Арктической зоны.

Следует отметить, что к 2025 году на площадке комбината «Североникель» КГМК планируется строительство нового медного завода с переводом медного производства на современную гидрометаллургическую схему, включающую выщелачивание, жидкостную экстракцию и электролиз.

Литература

1. Дворникова А.М., Касиков А.Г. Синергетическая экстракция рения (VII) смесями на основе высокомолекулярных алифатических спиртов и кетонов из серноокислых растворов // Труды КНЦ РАН. Химия и материаловедение. 2020,. Вып. 3, № 4. С. 51–54.
2. Дьякова Л.В., Касиков А.Г., Кадырова Г.И. Влияние природы и концентрации модификатора на экстракцию кобальта (II) из хлоридных растворов триоктиламином // ЖПХ. 2012. Вып. 85, № 11. С. 1884–1887.
3. Дьякова Л.В., Касиков А.Г. Экстракция марганца (II) из хлоридных никелевых растворов с использованием триоктиламина // ЖПХ. 2013. Вып. 86, № 7. С. 1158–1161.
4. Дьякова Л.В., Касиков А.Г. Экстракционная очистка от свинца хлоридных растворов кобальтового производства // Труды КНЦ РАН. Химия и материаловедение. 2015. № 5 (31). С. 128–130.
5. Дьякова Л.В., Кшуманева Е.С., Касиков А.Г. Экстракционное извлечение серебра из хлоридных растворов // Труды КНЦ РАН. Химия и материаловедение. 2018. Вып. 9, № 2–1. С. 265–268.
6. Касиков А.Г. Исследования института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН в области жидкостной экстракции применительно к переработке медно-никелевого сырья // Труды КНЦ РАН. Химия и материаловедение. 2018. Вып. 9. № 2–1. С. 14–19.

7. Касиков А.Г., Арешина Н.С., Петрова А.М. Способ извлечения осмия и рения из промывной серной кислоты: пат. 2291840 Рос. Федерация № 2005108797/15. Заявл. 28.03.2005; опубл. 20.01.2007. Бюл. № 2.
8. Касиков А.Г., Петрова А.М., Багрова Е.Г. Способ переработки сернокислого раствора, содержащего примесные элементы: пат. 2630988 Рос. Федерация № 2016150231. Заявл. 20.12.2016; опубл. 15.09.2017. Бюл. № 26.
9. Касиков А.Г., Петрова А.М., Багрова Е.Г. Способ извлечения палладия из кислого медьсодержащего раствора: пат. 2654818 Рос. Федерация № 2017128377. Заявл. 08.08.2017; опубл. 22.05.2018. Бюл. № 15.
10. Касиков А.Г., Багрова Е.Г., Петрова А.М., Щелокова Е.А. Экстракция серной кислоты из маточного раствора ЗФ «ГМК "Норильский никель"» // Труды КНЦ РАН Химия и материаловедение. 2018а. Вып. 1, № 2. С. 275–279.
11. Касиков А.Г., Дворникова А.М., Кшуманева Е.С., Тюкин А.П. Экстракционное извлечение палладия из растворов гидрохлоридного выщелачивания первичного платинометаллического концентрата // Цвет. мет. 2018б. № 7. С. 51–56.
12. Касиков А.Г., Арешина Н.С. Утилизация и комплексная переработка продуктов и отходов газоочистки медно-никелевого производства: монография. Апатиты, КНЦ РАН: 2019. 196 с.
13. Касиков А.Г., Соколов А.Ю., Щелокова Е.А., Глуховская И.В. Экстракция железа (III) из хлоридных никелевых растворов алифатическими кетонами // ЖПХ. 2019. Вып. 92, № 8. С. 1015–1020.
14. Касиков А.Г., Щелокова Е.А., Соколов А.Ю., Майорова Е.А. Переработка и повторное использование железистых отходов медно-никелевого производства // Гор. журн.. 2020. № 9. С. 91–95.
15. Касиков А.Г. Развитие технологий производства Кольского кобальта. 80 лет пути // Химическая технология. 2020. Вып. 21. № 8. С. 364–372.
16. Касиков А.Г., Соколов А.Ю., Щелокова Е. А. Способ очистки хлоридного раствора от железа: пат. 2725322 Рос. Федерация № 2020107657. Заявл. 18.02.20; опубл. 02.07.2020. Бюл. № 19.
17. Комлев И.В. Кольская ГМК: от истоков до сегодняшнего дня // Цвет. мет. 2019. № 11. С. 9–15.
18. Пашков Г.Л., Флейтлих И.Ю., Холькин А.И., Лубошникова К.С., Сергеев В.В., Копанев А.М., Григорьева Н.А., Никифорова Л.К. Разработка и освоение экстракционных процессов на Норильском горно-металлургическом комбинате // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. Вып. 18, № 3. С. 355–365.
19. Стеблевская Н.И., Медков М.А., Белобелецкая М.В., Смольков А.А., Молчанов В.П. Жидкостная экстракция в гидрометаллургии и технологии получения неорганических материалов // Вестник ДВО РАН. 2006. № 5. С. 38–46.
20. Темеров С.А., Смирнов П.П., Малахов В.Ф. Применение экстракционных процессов в технологии аффинажа металлов платиновой группы // Цвет. мет. 2003. № 6. С. 31–34.
21. El-Nadi Y.A. Solvent extraction and its applications on ore processing and recovery of metals: classical approach // Sep. Purif. Rev. 2017. Vol. 46, № 3. P. 195–215.
22. Gromov P.B. [et al.] Regeneration of sulfuric acid from electrolyte waste of the copper-smelting plant using solvent extraction // Hydrometallurgy. 2018. Vol. 175. P. 187–192.
23. Kislik V.S. Solvent extraction: classical and novel approaches // Elsevier. 2011. 576 p.
24. Kumar V., Sahu S.K., Pandey B.D. Prospects for solvent extraction processes in the Indian context for the recovery of base metals. A review // Hydrometallurgy. 2010. Vol. 103, No 1. P. 45–53.
25. Petrova A.M., Kasikov A.G. Rhenium (VII) solvent extraction with mixtures of tertiary amine and oxygen-containing extractants from sulphate media // Hydrometallurgy. 2016. Vol. 165. P. 270–274.
26. Sokolov A., Valeev D., Kasikov A. Solvent extraction of iron (III) from Al chloride solution of bauxite HCl leaching by mixture of aliphatic alcohol and ketone // Metals. 2021. Vol. 11, No 2. P. 321.

DOI:10.37614/2307-5228.2021.13.3.003

УДК 553.261 + 553.086 (470.21)

ВАНАДИЙ В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ ДОКЕМБРИЯ (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН): КРАТКИЙ ОБЗОР

А.А. Компанченко, Ю.Н. Нерадовский, А.В. Волошин

Геологический институт КНЦ РАН, komp-alena@yandex.ru

В статье приведен краткий обзор распространенности и промышленного потенциала ванадия в Арктической зоне России в пределах Кольского региона. Рассматриваются проявления и месторождения ванадия, локализованные в пределах палеопротерозойского рифтогенного комплекса Печенга-Имандра-Варзуга (ПИВ). Наиболее ценными и перспективными для добычи ванадия являются ультраосновные интрузивные породы, содержащие комплексные Fe-Ti-V руды (Колвицкий массив, Имандровский лополит и др.). Минерализация ванадия проявляется спорадически на протяжении всей структуры ПИВ.

Ключевые слова:

Кольский регион, арктическая зона, ванадий, ванадиевая минерализация, месторождения, докембрий

VANADIUM IN METAMORPHIC COMPLEXES OF THE PRECAMBRIAN (THE KOLA REGION): BRIEF REVIEW

Alena A. Kompanchenko, Yuri N. Neradovsky, Anatoly V. Voloshin

Geological Institute of Kola Science Centre of the Russian Academy of Science, komp-alena@yandex.ru

The article provides a brief overview of the prevalence and industrial potential of vanadium in the Arctic zone of Russia in the Kola region. The occurrences and deposits of vanadium localized within the Pechenga-Imandra-Varzuga (PIV) Paleoproterozoic rift complex are considered. The most valuable and promising for the vanadium extraction are ultrabasic intrusive rocks containing complex Fe-Ti-V ores (Kolviisky massif, Imandrovsky lopolite, etc.). Vanadium mineralization occurs sporadically throughout the entire PIV structure.

Keywords:

Kola region, arctic zone, vanadium, vanadium mineralization, deposits, Precambrian

Введение

Арктическая зона России привлекает все больше внимания среди научного сообщества в связи с необходимостью промышленного освоения этих территорий. Территория Кольского региона, северо-западный сектор российской Арктики, чрезвычайно богат самыми разнообразными проявлениями и месторождениями полезных ископаемых.

На протяжении многих десятков лет открываются и разрабатываются месторождения: апатит-нефелиновые руды Хибин, руды редкоземельных элементов (Ta, Nb и др.) Ловозера, бадделеит-apatит-магнетитовые руды Ковдора, железистые кварциты Оленегорска, медно-никелевые месторождения Печенги и др. На территории региона разведаны потенциальные месторождения элементов платиновой группы, хрома, титана, лития и бериллия

и др. [Гавриленко, 2004]. Однако исследования последних лет, в комплексе с геологоразведочными данными предшественников, указывают на то, что Кольский регион может быть источником и такого ценного элемента, как ванадий.

Ванадий – это чрезвычайно важный элемент, который находит применение в самых разнообразных областях промышленности. Вместе со скандием, титаном, хромом, марганцем, железом, кобальтом и никелем ванадий относится к так называемым переходным элементам, выделенным в отдельное семейство железа. В химическом отношении трехвалентный ванадий наиболее близок к трехвалентным хрому и железу [Борисенко, 1973]. В минералах эндогенного происхождения содержится, как правило, V^{3+} , а в минералах экзогенного – V^{4+} и V^{5+} [Борисенко, 1973; Яковлева, 2015]. Весовой кларк (среднее содержание в земной коре) ванадия – 0,015 % [Холоднов, 1968], или 138 ppm [Pourret, Dia, 2016].

Высокая химическая активность ванадия, его переменная валентность и способность к комплексообразованию приводят к тому, что он является главным или одним из главных компонентов около 150 минералов. Среди ванадиевых минералов лишь немногие имеют промышленное значение. Это корвусит $V_2O_4 \cdot V_2O_5 \cdot nH_2O$, ванадинит $Pb_5Cl(VO_4)_5$, карнотит $K_2(UO_2)_2(VO_4) \cdot 2H_2O$, тьюмунит $Ca(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 8H_2O$, деклаузит $Pb(Zn,Cu)(VO_4)(OH)$, роскоэлит $KV_2(AlSi_3O_{10})(OH,F)_2$, патронит VS_4 , моттрамит $Pb(Cu,Zn)(VO_4)(OH)$, а также ванадийсодержащий титаномагнетит $(Fe,Ti)Fe_2O_4$ (до 1,5 % V). В эндогенных породах установлено около 25 ванадиевых минералов, главным образом оксидов (карелианит V_2O_3 , парамонтрозеит VO_4 , щербинаит V_2O_5 , кульсонит FeV_2O_4 , монтрозеит $(V,Fe)O(OH)$, ноланит $(V,Fe,Fe,Ti)_{10}O_{14}(OH)_2$ и др.). Однако все они имеют ограниченное распространение и не являются предметом самостоятельной добычи.

Содержание ванадия в породе будет напрямую зависеть от ее минерального со-

става: чем больше в породе темноцветных минералов, легко накапливающих ванадий (пироксены, шпинели и др.), тем больше ванадия. Следовательно, его содержание возрастает от ультраосновных пород к основным и далее последовательно уменьшается к средним и особенно кислым магматическим породам [Борисенко, 1973]. Граниты, особенно лейкократовые, бедны ванадием.

Ванадий, являющийся биофильным элементом, весьма характерен для черных сланцев, где его концентрация, по литературным данным, достигает целых процентов [Балабонин, 1984; Юдович, Кетрис, 1994]. В этом отношении сульфидно-углеродистые сланцы северо-запада Кольского полуострова умеренно обогащены ванадием, превосходя по его средней концентрации черные сланцы Северной Америки, но уступая аналогичным породам района Оутокумпу и особенно ванадиеносным сланцам Средней Азии. Собственных минералов, в частности характерных для черных сланцев сульфидов ванадия, в пределах Кольского региона нами пока не установлено.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований был выявлен ряд объектов, интересных для изучения, как с научной, так и с практической точки зрения.

Проявления ванадиевой минерализации в Кольском регионе описаны в работе [Kompanchenko et al., 2018]. Эти объекты, приуроченные к вулканогенно-осадочным комплексам Южной Печенги (ЮП) и Прихибинья, были сформированы в промежуток времени 1,9–1,7 млрд лет и подвергались метаморфизму не ниже амфиболитовой фации. Ванадиевая минерализация, локализованная в метаморфизованных колчеданных рудах и ЮП, и Прихибинья, представлена редкими минералами ванадия: карелианитом, кульсонитом, ноланитом, кызылкумитом, роскоэлитом, голдманитом, и др. [Карпов и др., 2013; Kompanchenko et al., 2018]. Существенная при-

месь ванадия зафиксирована в рутиле, ильмените, минералах группы кричтонита и др. Особенность ванадиевой минерализации в колчеданных рудах заключается в ее тесной связи с хромом и скандием, которые также проявляют себя в виде разнообразных минеральных форм. Однако, несмотря на богатство минеральных форм ванадия, колчеданные руды не представляют интереса для его промышленного извлечения, так как содержание V_2O_5 чаще всего не превышает 0,025 %, а преимущественно сульфидный состав руд делает его извлечение практически невозможным. Ванадиевая минерализация в колчеданных рудах Кольского региона на данный момент представляет только большую минералогическую ценность.

На месторождении «Доломитовый карьер» в Прихибинье, в щелочных метасоматитах, локализованных на контакте вулканитов с доломитами, установлены ванадиевые и ванадийсодержащие минералы – пироксены ряда наталиит-эгирин и магнезиорибекит. Содержание V_2O_5 составляет около 0,41 %, что уже является существенным [Карпов и др., 2018]. Промышленный потенциал этого проявления ванадия еще предстоит оценить.

По данным А.М. Ахмедова [1971], повышенные концентрации ванадия проявлены в Северо-Печенгской зоне, в образованиях третьей и четвертой осадочных толщ. Изучение процесса миграции ванадия показало, что 80–95 % ванадия сорбируется гидроокислами железа, а остальная небольшая часть – гидроокислами марганца и глинами. Именно поэтому его основными носителями в породах третьей осадочной толщи являются рудные минералы – гематит и магнетит. Содержание ванадия в гематитах третьей толщи колеблется в пределах 0,14–0,20 %, а в магнетитах – 0,08–0,12 %. Наибольшими концентрациями ванадия отличаются высокожелезистые терригенные отложения третьей осадочной толщи. Обогащены ванадием и железистые пелиты зоны выветривания, развитые на альбитофирах, в основании третьей осадочной толщи.

Высокое содержание ванадия приходится на черные высокоуглеродисто-сульфид-

ные сланцы четвертой осадочной толщи. С ростом органического углерода в сланцах возрастает содержание ванадия. Так, углеводисто-сульфидные сланцы нижней части разреза четвертой толщи при значениях $C_{орг}$ 0,24–0,28 % содержат 0,030–0,056 % ванадия. Высокоуглеродистые сланцы верхней части разреза выделяются высокими значениями – 0,2–0,36 % [Ахмедов, 1971]. Минеральные формы ванадия в этих образованиях не установлены.

Ванадий является сопутствующим элементом в комплексных Fe-Ti-V рудах, связанных с интрузиями ультраосновных пород. На территории Мурманской области известно 13 месторождений железотитановых руд, где попутным компонентом является и ванадий [Войтеховский и др., 2012]. Так, в Колвицком месторождении Fe-Ti-V руд, которое относится к раннепротерозойским интрузивным образованиям клинопироксенит-верлитовой формации, содержание V_2O_5 составляет 0,2 % [Войтеховский и др., 2014, 2016], однако во всех месторождениях данной группы ванадий находится в рассеянном виде в оксидных минералах и не образует собственных фаз или о них нет данных. В пределах рифта ПИВ известно крупное месторождение титаномагнетитовых руд с высоким содержанием ванадия (до 1 % V_2O_5), приуроченное к Имандровскому лополиту, которое сейчас активно изучается для определения его перспектив и технологических испытаний.

Выводы

В Кольском регионе установлены многочисленные проявления и потенциальные месторождения ванадия, приуроченные к палеопротерозойской Печенга-Имандра-Варзугской структуре. Промышленный потенциал имеют только комплексные Fe-Ti-V руды, приуроченные к расслоенным интрузиям. Эти месторождения обладают промышленно значимыми концентрациями ванадия и, что немаловажно, поддаются обогащению и переработке. Так как потребность в ванадии растет с каждым годом, вполне вероятно, что скоро начнется

промышленное освоение кольских Fe-Ti-V руд. Мелкие проявления ванадия тем не менее представляют научный интерес для изучения особенностей миграции ванадия, образования его минералов и возможности выявления редких и новых минеральных видов.

Авторы статьи выражают глубокую благодарность за помощь в исследованиях минера-

лов А.В. Базай, Е.А. Селивановой, М.Ю. Глазуновой (ГИ КНЦ РАН, Апатиты) и Н.С. Власенко и В.В. Шиловских (РЦ «Геомодель», Санкт-Петербург).

Исследования выполняются в рамках темы НИР 0226-2019-0053.

Литература

1. Ахмедов А.М. Геохимия и металлоносность метаморфизованных осадочных пород среднепротерозойского Печенгского комплекса: дис. ... канд. геол.-мин. наук. 1971, 315 с.
2. Балабонин Н.Л. Минералогия и геохимия колчеданного оруденения (северо-запад Кольского полуострова). КФ АН СССР Апатиты, 1984. 155 с.
3. Борисенко Л.Ф. Ванадий (минералогия, геохимия и типы эндогенных месторождений). М.: Недра, 1973. 192 с.
4. Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н., Бороздина С.В., Грошев Н.Ю., Мокрушин А.В., Савченко Е.Э., Малыгина А.В. Комплексные титаномагнетитовые руды Колвицкого месторождения (Кольский п-ов) // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2016. № 13. С. 67–69.
5. Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н., Гришин Н.Н., Гершенков А.Ш., Касиков А.Г., Мухина Т.Н., Ракитина Е.Ю., Иванова А.Г. Некоторые перспективные направления исследования минерального сырья Кольского региона // Вестник КНЦ РАН. 2012. № 1. С. 31–36.
6. Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н., Гришин Н.Н., Ракитина Е.Ю., Касиков А.Г. Колвицкое месторождение (геология, вещественный состав руд) // Вестник МГТУ. 2014. № 17(2). С. 271–278.
7. Гавриленко Б.В. Кладовые недр Кольского края. Изд. ГИ КНЦ РАН, Апатиты. 2004. 92 с.
8. Карпов С.М., Волошин А.В., Савченко Е.Э., Селиванова Е.А. Минералы ванадия в рудах колчеданного месторождения Пирротиновое Ущелье (Прихибинье, Кольский полуостров) // Записки РМО. 2013. № 142(3). С. 83–99.
9. Карпов С.М., Волошин А.В., Тележкин А.А. Ряд наталиит-эгиринов в щелочных метасоматитах Имандра-Варзугской структурной зоны, Кольский регион // Записки РМО. 2018. № 147(5). С. 68–81.
10. Холоднов В.Н. Ванадий (геохимия, минералогия и генетические типы месторождений в осадочных породах). М.: Наука, 1968. 246 с.
11. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. УИФ Наука, 1994. 309 с.
12. Яковлева Е.В. Структурное состояние ванадия в оксоосолях по данным экспериментального исследования синтетических моделей минералов. Дис. ... канд. геол.-минер. наук. СПб, 2015. 164 с.
13. Kompanchenko A.A., Voloshin A.V., Balagansky V.V. Vanadium Mineralization in the Kola Region, Fennoscandian Shield // Minerals. 2018. No 8(11), 474. P. 83.
14. Pourret O., Dia A. Vanadium Encyclopedia of Geochemistry // W.M. White Ed. Springer. 2016. P. 16.

УДК 622.833.5

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ ОБЪЕМНОГО СКАНИРОВАНИЯ И ПРОФИЛИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

С.В. Дмитриев

Горный институт КНЦ РАН, s.dmitriev@ksc.ru

В статье изложен способ съемки сечений выработки для определения действующих напряжений в массиве. Изложены метод съемки с использованием лазерного дальномера и его альтернатива в виде трехмерного сканера на основе оптического датчика LIDAR-Lite v3. Описаны принцип работы и характеристики разработанного прибора, его преимущества и недостатки в сравнении с готовыми решениями. Продемонстрированы результаты испытаний в условиях подземной горной выработки в полевом штреке ВПШ/30 шахты «Каула-Котсельваара», которая эксплуатируется АО «Кольская ГМК».

Ключевые слова:

напряженно-деформированное состояние, выработка, 3D-сканирование, сечение, облако точек

DEVELOPMENT OF TOOLS FOR VOLUMETRIC SCANNING AND PROFILING OF UNDERGROUND WORKINGS

S.V. Dmitriyev

Mining Institute of Kola Science Centre of the Russian Academy of Science, s.dmitriev@ksc.ru

The article describes a method for shooting sections of a underground working to determine the effective stresses in the rock mass. A shooting method using a laser rangefinder and its alternative in the form of a three-dimensional scanner based on an optical sensor LIDAR-Lite v3. The principle of operation and characteristics of the developed device, its advantages and disadvantages in comparison with ready-made solutions are described. The results of tests in the conditions of underground working in the waste roadway of the «Kaula-Kotselvaara» mine, which is operated by the JSC «Kola GMK», have been demonstrated.

Keywords:

stress-strain state, underground working, 3D scanning, section, point cloud

Введение

Исследование влияния напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород на устойчивость горных выработок является важной и актуальной задачей. Заблаговременный прогноз и предупреждение динамических проявлений горного давления позволяет повысить безопасность

ведения горных работ и эффективность технологического процесса. Ежегодно на подземных рудниках проходятся километры выработок, сотни километров одновременно находятся в эксплуатации. Их поддержание и безопасная эксплуатация требует значительных материальных затрат.

Ведение горных работ имеет тенденцию к увеличению глубины обрабатываемых запа-

сов, что приводит к ухудшению геологических, горнотехнических и геомеханических условий, в частности, растут действующие в массиве напряжения. Для апатитовых рудников Хибин характерно преобладание тектонических напряжений над гравитационными [Пантелеев и др., 2020]. При несовпадении заложения выработки к вектору результирующей действующих в массиве напряжений на ее контуре формируются зоны повышенных концентраций, проявляющиеся в нарушении определенного сектора приконтурной части в виде шелушения, динамического заколообразования или собственно горного удара. Вычисление угла расположения зоны, ее протяженности и объема разрушения является важным критерием оценки геодинамического состояния массива в целом, а также выбор способа и параметров профилактических мероприятий по предупреждению горных ударов.

Материал и методика исследования

По сегодняшний день для измерений размеров сечений горной выработки используется разработанный в Горном институте КНЦ комплекс «КРВ-Лазер» [Константинов, Земцовский, 2009]. Данный комплекс представ-

ляет собой переносной прибор (рис. 1) на основе лазерного измерителя расстояний Leica DISTO™ (Leica Geosystems AG, Швейцария) и предназначен для дискретного сканирования сечений горных выработок и других полостей в произвольной заданной плоскости.

Данный комплекс позволяет получить фактические размеры сечения горной выработки. Результаты измерений позволяют оценить параметры и скорость разрушения выработки [Константинов, Земцовский, 2009].

Съемка сечений выполняется лазерной рулеткой, устанавливаемой на штативе. Перед установкой штатива необходимо убедиться в безопасном состоянии контура выработки.

Штатив устанавливается по возможности (если это не противоречит условиям безопасности) в центре выработки, плоскость вращения рулетки должна располагаться перпендикулярно оси выработки. Для проверки правильности установки рулетки несколько раз прогоняют луч по кругу. Измерения угла наклона и расстояния до контура в зоне существенной нарушенности производятся с шагом 10°. Необходимо контролировать, чтобы точка на рулетке, от которой берутся отсчеты, совпадала с осью ее вращения, или учесть это при обработке данных съемки.



Рис. 1.
Измерительный блок
«КРВ-Лазер»

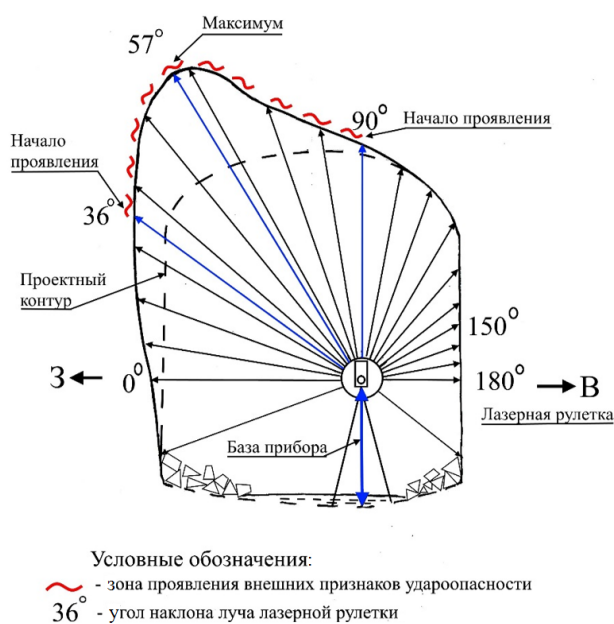


Рис. 2. Схема съемки сечения выработки

Существенным недостатком данного метода является необходимость продолжительного нахождения специалиста непосредственно в зоне нарушения кровли выработки. В дополнение к опасности процедуры съемки сечения данным методом, осложняющим фактором, является необходимость ручного изменения положения прибора, его позиционирование в пространстве и время самой съемки (рис. 2).

Чтобы упростить данную процедуру, было принято решение автоматизировать её выполнение. Для этого на базе оптического дальномера LIDAR-Lite v3 (Garmin tm) для дронов, роботов, беспилотных транспортных средств был спроектирован и разработан трехмерный оптический сканер.

Данный датчик обладает следующими характеристиками:

- разрешение – 1 см;
- диапазон – 5 см–40 м;
- рабочая температура – от -20 до 60° С;
- частота повторения – 1–500 Hz.

Благодаря достаточному рабочему диапазону сканер можно установить непосредственно в зоне обрушения и построить трехмерное облако точек выработки протяженностью до 80 м. Частота повторения

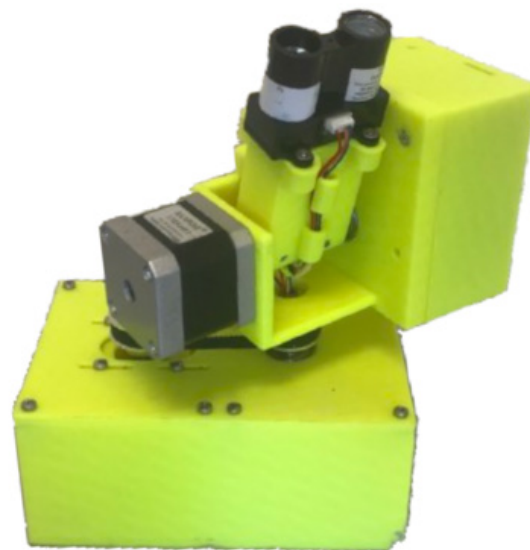


Рис. 3. Трехмерный сканер выработок на основе LIDAR-Lite v3

датчика позволяет построить плотную объемную картину, состоящую из 332 800 точек за непродолжительное время. Температура в выработках месторождений Хибин входит в диапазон рабочей температуры датчика.

Для обеспечения точного поворота на 0,1125° были использованы шаговые двигатели под управлением платы Arduino Uno с микроконтроллером ATmega328p. В разработанном устройстве также была реализована возможность сохранения отсканированных данных на съемном flash-накопителе, что избавило от необходимости записывать данные наблюдений вручную.

Наличие механических и оптических датчиков – концевиков – обеспечило возможность позиционирования оптического дальномера в пространстве, что позволяет производить повторную съемку на одном участке начиная с одной и той же позиции.

Корпус сканера (рис. 3) изготовлен с использованием аддитивных технологий, а именно 3D-печати, из люминесцентного пластика.

Разработанный сканер значительно уступает в точности и скорости сканирования своим аналогам (Leica, Trimble, Topcon, Faro), однако в десятки и сотни раз выигрывает в себестои-

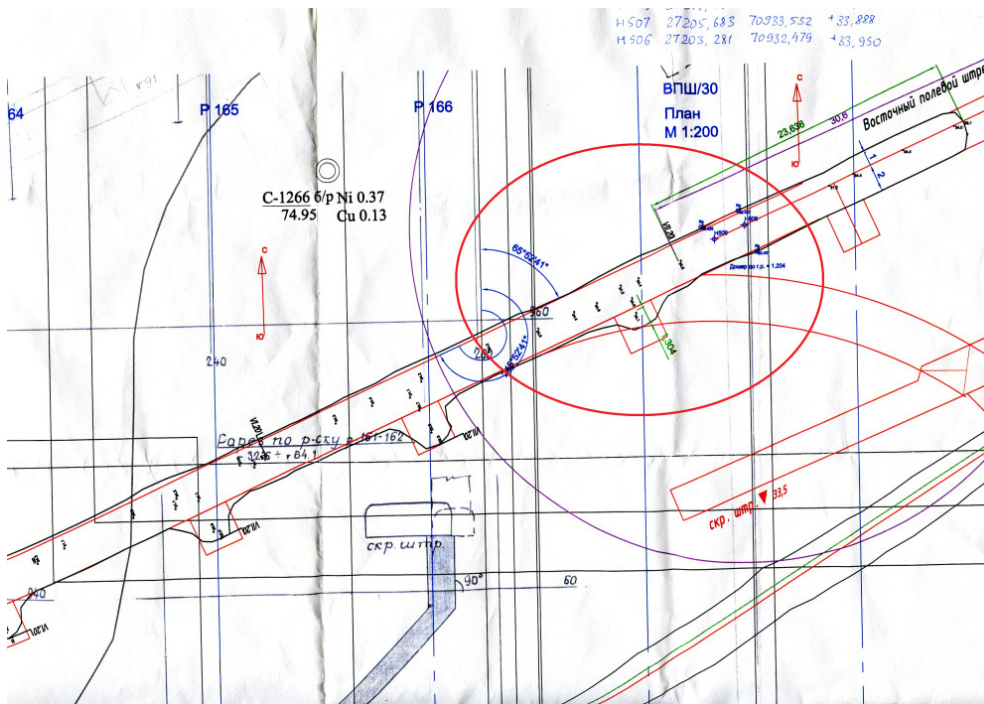


Рис. 4. Локация тестовых испытаний сканера. ВПСШ/30 Ждановского месторождения Кольской ГМК

мости. Заявленного рабочего диапазона и разрешения датчика достаточно для поставленных задач, при условии низкой себестоимости и высокой ремонтпригодности прибора.

Результаты и их обсуждение

Для оценки работоспособности сканера во вредных условиях подземных выработок, таких как высокая влажность и запыленность, было принято решение провести тестовые

испытания прибора на горном предприятии. В качестве тестовой выработки был выбран восточный полевой штрек ВПСШ/30 шахты «Каула-Котсельваара», которая эксплуатируется АО «Кольская ГМК» (рис. 4).

В результате произведенных тестовых сканирований, были получены трехмерные контуры выработки в виде облака точек (рис. 5). Присутствующая в выработке запыленность не оказала значительного воздействия на результат.

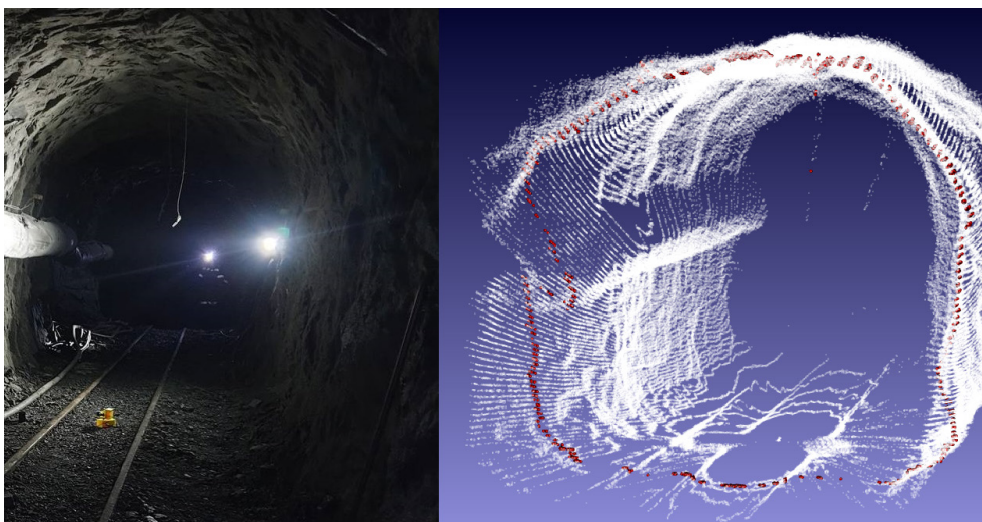


Рис. 5. Результат тестового сканирования подземной выработки. Трехмерная поверхность кровли и стенок выработки с выделенным контуром

Выводы

В результате сканирования получено плотное облако точек, из которого можно выделить отдельные сечения выработки. В дальнейших исследованиях и испытаниях прибора планируется использовать сканер на незакрепленном участке выработки для оценки объемов возможных вывалов породы и определения действующих напряжений в массиве.

Результаты сканирования могут быть использованы для создания численных моделей, которые позволят провести расчет НДС приконтурного массива и выполнить прогноз устойчивости выработок. Кроме того, данные, полученные при сканировании, будут полезны для специалистов маркшейдерского отдела.

Низкая себестоимость, высокая ремонтпригодность и повышение безопасности процесса съёмки сечения выработки подтверждают целесообразность разработки и использования данного прибора для исследований разрушения контура выработки.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам отдела «Геомеханики» Горного института КНЦ РАН А.В. Пантелееву и К.Н. Константинову за помощь в подготовке данной работы, а также А.В. Земцовскому за предоставленную возможность реализации проекта.

Литература

1. Константинов К.Н., Земцовский А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния массива в окрестности горной выработки с учетом её фактического сечения // III Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Проблемы недропользования». 2009. С. 280–287
2. Пантелеев А.В., Каспарьян Э.В., Семенова И.Э. Методика визуальных наблюдений в подземных горных выработках на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2020. С. 39–40.
3. Тимофеев В.В. Технические и программно-методические средства мониторинга опасных состояний массивов горных пород хибинских апатитовых рудников. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. С. 168–190.

ЖИЛИЩНЫЕ УСЛОВИЯ ПЕНСИОНЕРОВ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ: ОБЪЕКТИВНЫЕ И СУБЪЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ

А.Н. Чапаргина

Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина КНЦ РАН, achapargina@yandex.ru

В статье рассматривается один из важных социальных аспектов, касающихся благополучия и качества жизни населения, – условия проживания. Исходя из современного тренда старения общества актуальной является оценка жилищных условий социально уязвимых групп, а именно людей пенсионного возраста, которая основана на аналитических данных Росстата и на результатах репрезентативного опроса людей старшего возраста, проведенного Федеральной службой государственной статистики. В работе дана оценка составу населения арктических регионов по возрасту, проведен анализ условий проживания пенсионеров и миграционной мобильности населения старше трудоспособного возраста. Оценены его финансовые возможности. Проведенное по данной теме исследование позволяет сделать акцент на удовлетворенности пенсионеров условиями своего проживания. Показано, что люди пенсионного возраста не ставят условия проживания в число главных проблем и в большинстве регионов наблюдается удовлетворенность достаточно скромными условиями проживания.

Ключевые слова:

жилищные условия, арктические регионы, пенсионеры, субъективные оценки

HOUSING CONDITIONS OF PENSIONERS IN THE ARCTIC REGIONS OF RUSSIA: DYNAMICS OF INDICATORS AND SUBJECTIVE ASSESSMENTS

A.N. Chapargina

Luzin Institute for Economic Studies of Kola Science Centre of the Russian Academy of Science, achapargina@yandex.ru

The article discusses living conditions as one of the important social aspects related to the well-being and quality of life of the population. In the context of the modern trend of the aging of society, it is important to assess the living conditions of socially vulnerable groups, namely, people of retirement age. The assessment of the living conditions of pensioners is based on Rosstat analytical data and on the results of a representative survey of older people from the Federal State Statistics Service. The article assesses the composition of the population of the Arctic regions by age, analyzes the living conditions of pensioners and the migration mobility of the population over working age. The financial capabilities of pensioners were assessed. The study of the living conditions of pensioners in the Arctic regions allows focusing on the satisfaction of pensioners with their living conditions. It is shown that people of retirement age do not put living conditions among the main problems, and in most regions, they note satisfaction with rather modest living conditions.

Keywords:

housing conditions, the arctic regions, pensioners, subjective assessments

Введение

В современном обществе растущая доля населения старше трудоспособного возраста среди населения страны и большое количество среди них лиц с доходами ниже величины прожиточного минимума требуют особого внимания и дальнейшего развития системы социальной защиты граждан Российской Федерации старше трудоспособного возраста. Несмотря на то, что проблема старения населения носит глобальный характер, ей присущ и региональный контекст.

Сложные природно-климатические условия проживания в арктических регионах обуславливают более быструю изнашиваемость организма, высокий уровень заболеваемости и смертности среди населения, а также неудовлетворенность качеством жизни. При этом для арктических регионов характерна низкая доступность населения к качественному медицинскому обслуживанию и высокая затратность предоставления медико-социальной поддержки престарелым.

На первый взгляд одним из очевидных решений этих проблем может быть переселение населения старше трудоспособного возраста из арктических регионов в более благоприятные условия проживания.

Но основной актив российских граждан — это недвижимость, которой они владеют. Люди пенсионного возраста со сложившимися устоями, привычками и привязанностями, а также ограниченными финансовыми возможностями, с большой осторожностью относятся к любым операциям с недвижимостью и, соответственно, не всегда готовы рисковать и переезжать в другие регионы, даже с лучшими природно-климатическими и жилищными условиями. Поэтому вопрос обеспечения жильем в арктических регионах, которое удовлетворяло бы трем важнейшим критериям — комфортности, качеству и доступности, является не менее важным и для такой категории населения, как пенсионеры.

Теоретико-методологические основы исследования

Вопросам жилья и жилищного обеспечения посвящено значительное количество работ российских и зарубежных исследователей. Одно из рассматриваемых в них направлений предполагает оценку жилищного рынка и обеспечения комфортных жилищных условий населению через призму различных факторов, характеризующих непосредственно жизнь и деятельность человека, миграционные процессы и др. [Зайнакова, 2014; Бузырев и др., 2017; Кузнецова, Молякко, 2020].

Следующее направление изучения жилищной проблемы предполагает анализ финансовых возможностей населения по приобретению жилья и улучшению жилищных условий, в том числе с позиции доступности ипотечных и жилищных кредитов, а также влияния на рождаемость и формирование самостоятельных домашних хозяйств [Королькова и др., 2018; Емельянова, Чапаргина, 2020; Makszin et al., 2020].

Обзор зарубежной литературы по теме «жилье» показывает усиливающееся внимание к изучению и описанию жилья как резервуара богатства [Delfaniet al., 2013], как потенциала для смягчения финансовых трудностей [Elsinga, 2015], в том числе в период выхода на пенсию [O'Mahony, Overton, 2015]. Также зарубежные авторы рассматривают жилье как важный фактор миграции и социально-экономического развития местных сообществ, особенно в условиях старения общества и увеличения продолжительности жизни [Pytel et al., 2020].

Имеющиеся работы по изучению жилищной обеспеченности населения показывают высокую актуальность проблемы приобретения жилья и улучшения жилищных условий, однако зачастую не рассматривают эту проблему относительно возрастной характеристики населения. Данное утверждение согласуется с мнением А.Я. Бурдяка: «Проблемы дефицита и недоступности жилья в России хорошо изу-

чены с точки зрения страновых и региональных показателей, однако остроте проблемы жилья отдельных групп домашних хозяйств, скрывающейся за усредненными тенденциями, уделено недостаточно внимания» [Бурдяк, 2015, с. 274].

Цель данной статьи — проанализировать жилищные условия пенсионеров¹ арктических регионов РФ и оценить их готовность сменить место жительства после выхода на пенсию.

Настоящее исследование основывается на статистических данных официального сайта Федеральной службы государственной статистики, раздел «Региональная статистика» за период с 2012 по 2019 гг. и результатах Комплексного наблюдения условий жизни населения Росстата за 2014, 2016, 2018 гг.

Исследование охватывает группу лиц старше трудоспособного возраста, проживающего в российских арктических регионах, и не учитывает, продолжает человек, вышедший на пенсию, вести трудовую деятельность или нет. В качестве арктических рассматривались все регионы, территории которых в соответствии с указом «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» полностью или частично отнесены к АЗРФ: Мурманская и Архангельская области, Красноярский край, Республики Коми, Карелия и Саха (Якутия), Ямало-Ненецкий, Ненецкий и Чукотский автономные округа².

Для реализации поставленной цели оценки жилищных условий пенсионеров арктических регионов в работе использовались методы сравнительного, логического и статистического анализа, графическое и табличное представление информационных статистических данных.

Результаты

На конец 2019 г. жилищный фонд России составил 3857 млн. м.² общей площади, в том числе городской фонд 2841 млн. м.² (73,6 % общей площади), сельский – 1016 млн. м.² (26,4 % об-

щей площади), на арктические регионы приходилось около 5,2 %.

В 2019 г. средний уровень обеспеченности жильем в арктических регионах составляет 25,3 м.² на душу населения. Минимальной площадью жилья на одного жителя характеризовались два региона: Ямало-Ненецкий автономный округ (20,5 м.² в 2019 г.) и Республика Саха (23,2 м.² в 2019 г.), а максимальной – Республика Коми (28,6 м.² в 2019 г.).

Арктические регионы характеризуются высокой долей аварийного жилья, приходящегося на одного жителя, что может быть вызвано низким качеством обслуживания жилищного фонда, высокой степенью воздействия на него неблагоприятных природно-климатических условий, а также низкими темпами строительства и обновления основного жилищного фонда, например, объемы жилищного строительства отстают от среднероссийских значений в 1,5 и более раза [Чапаргина, Емельянова, 2021].

Рассматривая проблему условий проживания населения арктических регионов, мы отмечаем необходимость не только затронуть вопросы общего состояния жилого фонда и обеспеченности населения жильем, но и обратить внимание на отношение к этой проблеме с позиции пожилых людей.

Сегодня для большинства арктических регионов России характерна негативная тенденция снижения общей численности населения вопреки общероссийской тенденции увеличения, только Ямало-Ненецкий автономный округ и Республика Саха показывают устойчивый рост. С 2012 г. наибольшая постоянно убывающая динамика численности населения была свойственна Республике Коми и Мурманской обл. (64,4 и 43,3 тыс. чел. соответственно с 2012 по 2019 гг.).

Возрастная структура населения арктических регионов неоднородна. Удельный вес населения старше трудоспособного возраста в среднем по арктическим регионам в общей численности населения арктических регио-

1. Мужчины в возрасте 60 лет и более, женщины – 55 лет и более.
2. Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».



Рис. 1. Население арктических регионов России. На основе данных «Регионы России. Социально-экономические показатели - 2020 г. Федеральная служба государственной статистики» https://gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm

нов составлял 21,9 % в 2019 г., что чуть ниже среднероссийского показателя – 25,6 %. Доля пенсионеров составляла больше 20 % в Республиках Карелия и Коми, Архангельской и Мурманской областях, Красноярском крае. Относительно «молодой» структурой населения характеризовались Ямало-Ненецкий и Чукотский автономные округа (рис. 1).

Анализируя условия проживания пенсионеров в арктических регионах России, представ-

ленные в табл. 1, можем разделить арктические регионы на две группы: регионы, которым свойственна общероссийская тенденция увеличения общей площади жилья пенсионеров, и регионы, в которых общая площадь, приходящаяся на одного члена домохозяйств пенсионеров, сокращается. К первой группе относятся Архангельская обл., республики Коми и Карелия, ко второй – Мурманская обл., Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Саха и Красноярский край.

Таблица 1. Условия проживания пенсионеров арктических регионов. На основе данных: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/generation/tab-usl_prog1.htm

Регион	Общая площадь, приходящаяся на 1 члена домохозяйства пенсионеров			Жилая площадь, приходящаяся на 1 члена домохозяйства пенсионеров			Количество комнат на 1 домохозяйство пенсионеров		
	2014	2016	2018	2014	2016	2018	2014	2016	2018
Российская Федерация	36,26	36,04	36,38	24,94	24,77	24,56	2,18	2,2	2,2
Республика Карелия	34,32	32,74	34,04	23,35	22,25	23,35	2,24	2,1	2,2
Республика Коми	41,2	36,81	37,48	26,87	24,7	24,01	2,22	2,3	2,3
Архангельская обл.	34,85	33,93	36,49	23,29	23,33	23,16	2,13	2,1	2,2
Ненецкий авт. о.	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Мурманская обл.	34,93	34,24	31,1	23,2	21,96	20,56	2,05	2,1	2
Ямало-Ненецкий авт. о.	29,98	34,28	34,1	18,81	22,57	22,73	1,66	1,9	1,9
Красноярский край	35,43	36,25	34,81	25,53	25,66	24,93	2,32	2,4	2,2
Республика Саха (Якутия)	37,61	37,82	35,86	27,22	27,86	23,87	2,18	2,2	2,1
Чукотский авт. о.	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Примечание: «...» - нет данных

По косвенному показателю комфортности жилища (соотношение общей и жилой площади) необходимо выделить Архангельскую обл., где пенсионеры обладают жильем не только с самой большой жилой площадью на человека, но и наибольшим отношением общей к жилой площади.

В течение исследуемого периода на одно домохозяйство пенсионеров в арктических регионах приходилось в среднем 2 комнаты, что можно классифицировать как проживание пенсионеров в нестесненных условиях и наличие возможности получать дополнительный доход, сдавая жилье, например, в аренду.

Если исходить из сопоставления размеров жилого пространства в арктических регионах, то жилищные условия были заметно лучше у пенсионеров Республики Коми с максимальной общей/жилой площадью и наибольшим количеством комнат на одно домохозяйство пенсионеров.

Согласно субъективной оценке по данным комплексного наблюдения условий жизни населения Росстата, существенных отличий и особенностей проживания пенсионеров при сравнении жилищных условий в арктических регионах и среднем по России не выявлено. Отметим, что по ряду показателей, характеризующих условия проживания пенсионеров, ситуация по итогам комплексного наблюдения в 2018 г. по сравнению с 2014 г.

улучшилась как в арктических регионах, так и в целом по стране, например, доля тех, кто не испытывает стесненности, увеличилась с 90,5 % до 93,1 % в арктических регионах, а число домохозяйств, которые испытывают определенную стесненность, сократилось с 8,1 до 5,3 % (табл.2).

Если количество респондентов, ответивших, что испытывают большую стесненность в условиях проживания, в целом по России за 4 года сократилось в два раза, то в арктических регионах сложилась противоположная тенденция: их доля, хоть и незначительно, но возросла (табл. 2).

Основная масса пенсионеров в арктических регионах России (свыше 90 %) не испытывают стесненности в жилищных условиях, по данным исследования, начиная с 2014 г. Если рассматривать данные комплексного наблюдения условий жизни пенсионеров более детально (относительно каждого арктического региона), то максимальное количество домохозяйств, указавших, что не испытывают стесненности, проживает в Республике Карелия (96,8 %), где невысокий показатель общей площади жилья пенсионера, а минимальное – в Республике Саха (87,4 %), несмотря на большую общую площадь, приходящуюся на пенсионера.

Среди недостатков занимаемых жилых помещений пенсионеры арктических регионов отмечали проблемы из-за плохой шумоизо-

Таблица 2. Оценка пенсионерами условий проживания в арктических регионах АР по данным комплексного наблюдения условий жизни населения Росстата, %

Домохозяйства пенсионеров, указавшие, что при проживании:	2014 г.		2016 г.		2018 г.	
	АР*	Россия	АР*	Россия	АР*	Россия
не испытывают стесненности	90,5	93,4	92,0	93,5	93,1	94,9
испытывают определенную стесненность	8,1	5,4	6,5	5,4	5,3	4,5
испытывают большую тесненность	1,4	1,2	1,4	0,9	1,6	0,6
не определено	0	0	0,1	0,1	0,0	0,1

* значения рассчитаны в среднем по 7 арктическим регионам на основе данных https://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/generation/tab-usl_prog1.htm, информация отсутствует по Ненецкому и Чукотскому автономным округам.

ляции и недостаток тепла, что соотносилось и с ответами, полученными от пенсионеров в среднем по России. Тем не менее состояние жилого помещения как хорошее и отличное оценили свыше 43 % домохозяйств. При этом доля домохозяйств с оценкой жилого помещения как плохого и очень плохого в арктических регионах стабильно сокращается к 2018 г. (табл. 3).

Несмотря на положительные субъективные оценки условий проживания и наличие жилищных условий, практически идентичных общероссийским, в арктических регионах наблюдается, хотя и уменьшающаяся в 2019 г., высокая миграция населения старше трудоспособного возраста. Такая ситуация может быть объяснена желанием людей, уже заработавших повышенную северную пенсию и вырастивших детей, сменить места проживания на более благоприятные. Немаловажным фактором смены места жительства является отсутствие квалифицированной медицинской помощи и пространственная удаленность от медицинских учреждений, аптечных пунктов и т.п.

Стабильно отрицательное миграционное сальдо было свойственно всем арктическим регионам. Свыше 1000 пенсионеров в год в течение последних трех лет покидали Республики Коми и Саха, Мурманскую обл., Ямало-Ненецкий автономный округ, перемещаясь в более благоприятные климатические зоны.

Особенностью миграции пенсионеров из северных и арктических регионов является смещение периода миграции в сторону более ранних возрастов ввиду выхода на пенсию на пять лет раньше общего пенсионного возраста. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 11.12.2014 № 1351 «О порядке компенсации расходов, связанных с переездом из районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, лицам, являющимся получателями страховых пенсий и (или) пенсий по государственному пенсионному обеспечению, и членам их семей» неработающие пенсионеры, являющиеся получателями страховых пенсий и (или) пенсий по государственному пенсионному обеспечению и проживающие в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, начиная с 16 мая 2013 г., имеют право на компенсацию расходов, связанных с переездом к новому месту жительства. Данная правовая норма является одним из факторов, положительно влияющих на принятие решения о переезде людьми пенсионного возраста.

Еще один вопрос, непосредственно связанный с жилищными условиями и обеспеченностью жильем, — это проблема финансовых возможностей пенсионеров. Несмотря на рост среднедушевых доходов населения, пожилые люди все еще представляют собой социальную группу со значительно меньшими дохо-

Таблица 3. Оценка пенсионерами состояния занимаемого ими жилого помещения в арктических регионах РФ по данным Комплексного наблюдения условий жизни населения Росстата, %

Домохозяйства пенсионеров, оценившие свое жилое помещение как:	2014 г.		2016 г.		2018 г.	
	АР*	Россия	АР*	Россия	АР*	Россия
отличное	6,0	4,3	5,5	4,4	6,5	4,3
хорошее	37,5	42,8	40,6	43,7	38,3	40,1
удовлетворительное	48,1	46,9	46,3	47	49,5	50,7
плохое	6,9	5,5	6,4	4,3	4,7	4,5
очень плохое	1,4	0,6	1,2	0,5	1,0	0,5

* значения рассчитаны в среднем по 7 арктическим регионам на основе данных https://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/generation/tab-usl_prog1.htm, информация отсутствует по Ненецкому и Чукотскому автономным округам.

дами и ресурсами, а значит, и со сниженной способностью удовлетворения потребностей, в том числе в жилищной сфере. К сожалению, большая часть их доходов уходит на оплату коммунальных услуг и обязательных платежей, поэтому наличие у них комфортного жилья и полного обеспечения их всеми благами – один из важнейших вопросов сегодня.

Основным механизмом обеспечения гарантии доходов граждан старше трудоспособного возраста является пенсионное обеспечение.

Рассматривая величину ежемесячных пенсий, стоит отметить, что за последние 7 лет средняя пенсия по России увеличилась приблизительно на 70 %. Как видно на рис. 2, уровень пенсии северян незначительно отличается от общероссийских, хотя с учетом сложных условий быта северян и удорожающих факторов

жизнедеятельности (необходимость досрочного завоза продовольственных и потребительских товаров, высокие затраты и риск функционирования систем жизнеобеспечения и др.) должен быть, как минимум, вдвое больше. Максимальное значение пенсии среди арктических регионов в 2019 г. наблюдалось в Чукотском автономном округе – 24291 руб., минимальное – в Красноярском крае – 15062 руб. Минимальный прирост выявлен в Чукотском автономном округе – 59,7%, максимальный – в республике Карелия – 71 % (рис. 2).

Средний размер назначенных пенсий в арктических регионах РФ относительно среднероссийского на протяжении исследуемого периода практически не менялся, за исключением Республики Саха и Чукотского автономного округа, в которых уровень пенсионного обеспечения относительно среднероссийско-

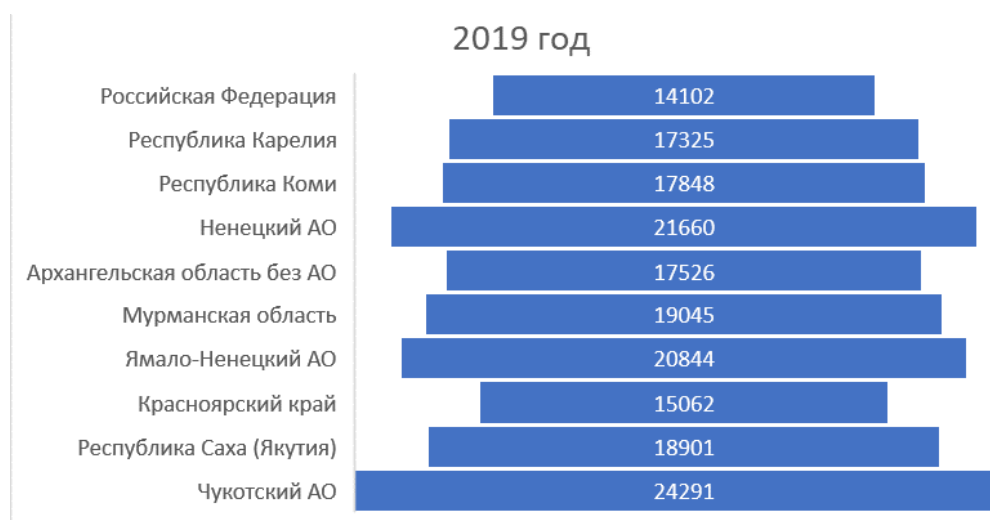
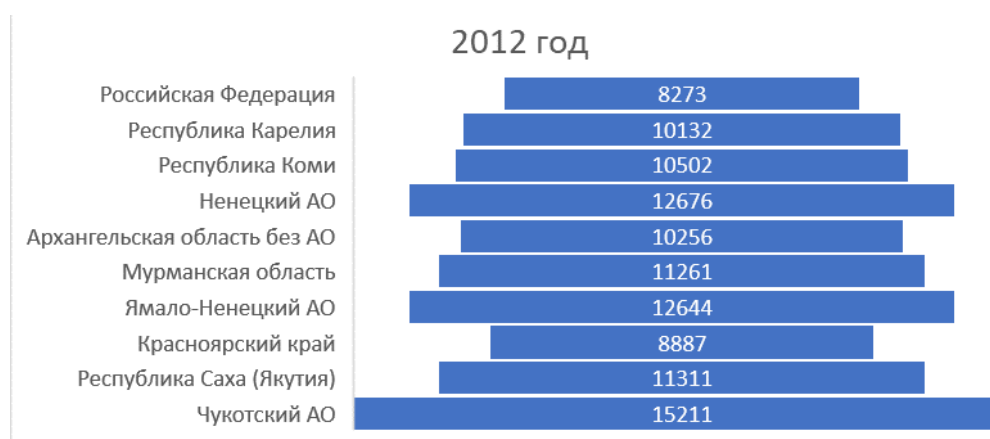


Рис. 2. Средний размер назначенных пенсий в арктических регионах РФ в 2012 и 2019 г. По данным: Регионы России. Социально-экономические показатели. <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652>

го уровня немного повысился (табл. 4). С одной стороны, данный факт свидетельствует о стабильности пенсионного обеспечения в России и ее регионах, с другой – «неизменчивость» уровня пенсий в арктических регионах относительно среднероссийского значения не выступает стимулом для продолжения жизни и деятельности в суровых арктических условиях, особенно если учесть, что цены на продукты питания и непродовольственные товары здесь растут быстрее, чем в целом по стране.

Несмотря на повышенные пенсии, среди лиц пенсионного возраста высока миграция (табл. 4) из всех арктических регионов России. Пенсионерам при переезде из «северного» региона в «несеверный» следует помнить о следующих обстоятельствах, которые могут отрицательно сказаться на уровне их доходов:

1. О возможности снижения пенсии даже при условии 15 лет работы на Крайнем Севере или 20 лет – на приравненных территориях. Эти условия дают право на повышение фиксированной выплаты на коэффициенты 1,5 и 1,3 соответственно. Однако если пенсионер проживал в регионе с районным коэффициентом 2,0 (например, Алеутский район Камчатского края) и, выработав 15 лет стажа на Крайнем Севере, пере-

ехал на юг, то коэффициент 2,0 у него снизится до 1,5.

2. О федеральной социальной доплате. Не работающие пенсионеры получают социальную доплату до уровня прожиточного минимума, если размер их пенсии до него «не достаёт». А поскольку прожиточный уровень для соцдоплаты определяется по региону проживания, переезд в другой регион может повлечь изменение пенсии.
3. О риске пересчета пенсии из-за ошибки в пенсионном деле. Пенсия по старости назначается бессрочно – но это вовсе не значит, что ПФР не вправе проверять правильность ее расчета спустя многие годы после назначения. И вполне возможно, что после такой проверки могут выявить ошибки и пересчитать пенсию в сторону снижения. Наиболее часто такие ситуации возникают как раз после переезда: пенсионное дело переходит в другое управление ПФР, по месту нового жительства пенсионера.

Следует отметить, что граждане пожилого возраста имеют в России особый социальный статус, получая дополнительную господдержку, в том числе в виде льгот для пенсионеров, связанную с недвижимостью.

Таблица 4. Соотношение среднего размера назначенных пенсий в арктических регионах РФ и среднероссийского значения пенсий.

Регион	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Российская Федерация	1	1	1	1	1	1	1	1
Республика Карелия	1,22	1,23	1,23	1,23	1,23	1,16	1,23	1,23
Республика Коми	1,27	1,27	1,28	1,28	1,28	1,20	1,27	1,27
Ненецкий авт. о.	1,53	1,54	1,55	1,56	1,56	1,40	1,55	1,54
Архангельская обл. (без авт. о.)	1,24	1,24	1,24	1,24	1,25	1,17	1,24	1,24
Мурманская обл.	1,36	1,37	1,37	1,37	1,38	1,27	1,36	1,35
Ямало-Ненецкий авт. о.	1,53	1,52	1,53	1,53	1,53	1,37	1,50	1,48
Красноярский край	1,07	1,08	1,07	1,08	1,08	1,05	1,07	1,07
Республика Саха (Якутия)	1,37	1,37	1,37	1,38	1,38	1,27	1,35	1,34
Чукотский авт. о.	1,84	1,84	1,85	1,85	1,84	1,58	1,76	1,72

Таблица 5. Миграционный прирост населения старше трудоспособного возраста в арктических регионах РФ. На основе данных <https://rosstat.gov.ru/folder/12781?print=1>

Регион	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Республика Карелия	-127	-81	-18
Республика Коми	-1880	-1823	-1815
Ненецкий авт. о.	-38	-70	-23
Архангельская обл. (без авт. о.)	-1192	-1211	-890
Мурманская обл. сть	-2419	-2234	-2127
Ямало-Ненецкий авт. о.	-1971	-1777	-1596
Красноярский край	-671	-894	-653
Республика Саха (Якутия)	-1480	-1403	-1129
Чукотский авт. о.	-202	-180	-69

Пенсионеры, как правило, имеют льготы при оплате жилищно-коммунальных услуг, но они устанавливаются каждым регионом самостоятельно и могут отличаться, на федеральном уровне такие льготы пенсионерам не предусмотрены.

Кроме того, представлена налоговая льгота, связанная с недвижимостью: работающие и неработающие пенсионеры освобождаются от налога на имущество (ст. 401 и 407 Налогового кодекса), но лишь на один объект недвижимости в каждой из категорий. Например, если в собственности две квартиры и одна дача, то пенсионер может не уплачивать налог за одну квартиру и одну дачу, за вторую квартиру придется платить в полном объеме.

Несмотря на положительные субъективные оценки своего жилища и условий проживания, практически для любого пенсионера оплата услуг ЖКХ – тяжелое бремя. Ситуация с коммунальными услугами в РФ очень изменчивая. Рост платы за услуги нередко превышает рост пенсий и зарплат, снижая тем самым финансовые возможности граждан. В табл. 6 представлена информация об удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг от общей суммы расходов на оплату услуг в арктических регионах РФ, если сравнить со среднероссийскими показателями.

В среднем по России доля расходов населения на услуги ЖКХ составляла около 33 %

в течение исследуемого периода. До 2015 г. в арктических регионах она была примерно идентичной, но с 2015 г. данный показатель в арктических регионах резко возрос и составил около 40 % в то время как в среднем по России остался на том же уровне. При этом соотношение между размером пенсий в арктических регионах и среднероссийским значением за 7 лет практически не изменилось.

Поэтому хотя пенсионеры и положительно отзываются о своих условиях проживания в арктических регионах, с точки зрения доходов и финансового содержания имущества ситуация неоднозначна. Возможно, поэтому высокий показатель миграции оправдан, а принятие пенсионерами решений о переезде является логичным и правильным.

Результаты

Наращение интенсивности старения населения и снижение доли трудоспособного населения характерно как для России в целом, так и для большинства арктических регионов. Жилье, согласно Конституции РФ, выступает одним из основных критериев, характеризующих благосостояние населения. Жилье относится к базовым ценностям, обеспечивающим гражданам ощущение экономической стабильности и безопасности, в значительной степени формирующим их отношение к государству.

Таблица 6. Удельный вес расходов домашних хозяйств на оплату жилищно-коммунальных услуг от общей суммы расходов на оплату услуг в арктических регионах РФ относительно среднероссийского значения.

Регион	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Российская Федерация	1	1	1	1	1	1	1	1
Республика Карелия	1,12	1,19	1,20	1,09	1,17	1,33	1,42	1,38
Республика Коми	1,22	1,27	1,23	1,21	1,33	1,24	1,32	1,36
Ненецкий авт. о.	1,24	1,09	0,84	1,03	1,05	0,99	1,05	1,10
Архангельская обл. (без авт. о.)	0,94	1,06	1,01	1,00	1,04	0,97	0,98	0,95
Мурманская обл.	1,09	1,09	1,07	1,06	1,10	1,03	1,10	1,13
Ямало-Ненецкий авт. о.	0,97	1,03	1,08	1,06	1,15	1,27	1,20	0,98
Красноярский край	0,90	0,84	0,93	0,92	0,99	1,02	1,14	1,19
Республика Саха (Якутия)	0,82	0,85	0,86	0,89	0,83	0,89	1,01	1,06
Чукотский авт. о.	0,94	0,82	0,91	1,01	0,92	1,32	1,55	1,44

Жилищные условия пенсионеров и их субъективные оценки относительно жилья в арктических регионах и по России демонстрируют следующую схожесть:

1. На одно домохозяйство пенсионеров в арктических регионах и в среднем по России приходилось около 2 комнат, т.е. пенсионеры проживали в нестесненных условиях и могли получать дополнительный доход, сдавая жилье, например, в аренду.
2. Свыше 90 % пенсионеров в арктических регионах и в среднем по России не испытывают стесненности в жилищных условиях.
3. Среди недостатков занимаемых жилых помещений пенсионеры арктических регионов отмечали проблемы из-за плохой шумоизоляции и недостаток тепла, что соотносилось и с ответами, полученными от пенсионеров в среднем по России.

При этом можно выделить несколько отличительных моментов в оценке жилищных условий пенсионерами арктических регионов. Так, если количество респондентов, ответивших, что испытывают большую стесненность в условиях проживания в целом по России за 4 года сократилось в два раза, то в арктических регио-

нах сложилась противоположная тенденция: их доля, хоть и незначительно, но возросла. Доля домохозяйств, оценивающих жилое помещение как плохое и очень плохое, в арктических регионах стабильно сокращается к 2018 г., а в среднем по России, наоборот, выросла с 4,8 до 5 %.

Большое беспокойство вызывает выявленная проблема соотношения финансовых возможностей пенсионеров арктических регионов и размеров оплаты коммунальных услуг. Средний размер назначенных пенсий в арктических регионах РФ относительно среднероссийского значения на протяжении исследуемого периода практически не менялся, при этом расходы на оплату услуг ЖКХ в арктических регионах резко возросли и составили около 40 % от всех расходов на услуги, в то время как в среднем по России данный показатель остался на том же уровне.

Следовательно, меры социально-экономической политики в этих условиях должны быть одновременно направлены как на обеспечение и поддержание комфортных жилищных условий пенсионеров, так и на повышение уровня их доходов, обеспечивающих возможность удовлетворения жизненных потребностей.

При подведении итогов следует отметить, что мониторинговые исследования жилищных

условий, уровня и качества жизни пожилых людей и принятие мер на основе выявленных результатов по повышению уровня их жизни приобретают все большую значимость в условиях старения населения страны. Однако исследований, объектом которых являются

жилищные проблемы и вопросы уровня и качества жизни населения старше трудоспособного возраста, в России не так много. Они проводятся с периодичностью раз в два года, что явно недостаточно.

Литература

1. Бузырев В.В., Владимиров С.А., Бузырев А.В. Ускорение решения жилищной проблемы в регионах Российской Федерации на основе внедрения инноваций в строительстве // Жилищное строительство. 2017. № 10. С. 6–10.
2. Бурдяк А.Я. Обеспеченность жильем в постсоветской России: неравенство и проблема поколений // Журнал исследований социальной политики. 2015. Т. 13, № 2. С. 273–288.
3. Емельянова Е.Е., Чапаргина А.Н. Состояние и специфика рынка жилья арктических регионов РФ // Арктика и Север. 2020. № 40 (40). С. 26–46.
4. Зайнакова С.Р. Рынок жилья в России: современное состояние, проблемы и прогнозы // Социально-экономические науки и гуманитарные исследования. 2014. № 1. С. 58–62
5. Королькова Д.И. Повышение доступности жилья как фактор развития человеческого потенциала региона // Управление городом: теория и практика. 2018. № 3 (30). С. 65–70.
6. Кузнецова И.Г., Молявко А.В. Закрепление молодых специалистов на селе как приоритетное направление региональной кадровой политики // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 5. С. 30–37.
7. Чапаргина А.Н., Емельянова Е.Е. Жилищные условия населения в регионах Арктической зоны РФ, или Квартирный вопрос в российской Арктике // Научные исследования и разработки. Экономика. 2021. Т. 9, № 1. С. 50–58.
8. Delfani N., De Deken J., Dewilde C. Home Ownership and Pensions: Negative Correlation, but No Trade-Off // Housing Studies. 2013. Vol. 29 (5). P. 657–676.
9. Elsinga M. 'The Janus Face of Homeownership Based Welfare' // Critical Housing Analysis. 2015. Vol. 2 (1). P. 32–41.
10. Makszin K., Bohle D. Housing as a Fertility Trap: The Inability of States, Markets, or Families to Provide Adequate Housing in East Central Europe // East European Politics and Societies: and Cultures. 2020. Vol. 34, Iss. 4. DOI:10.1177/0888325419897748.
11. O'Mahony L.F., Overton L. () 'Asset-Based Welfare, Equity Release and the Meaning of the Owned Home' // Housing Studies 2015. Vol. 30 (3). P. 392–412.
12. Pytel S., Rahmonov O., Ruman M. Internal and external migrations of pensioners in Poland: A directional typology // Population space and place. 2020. Vol. 26, Iss. 7. DOI:10.1002/psp.2330/

УДК 535:361:456.34:882

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ДЕФЕКТОВ В КРИСТАЛЛАХ LiNbO₃:Zn(4.34):Fe(0.02) и LiNbO₃:Zn(4.54) мол.%

Л.А. Бобрева, Н.В. Сидоров, М.Н. Палатников

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева
КНЦ РАН, l.bobreva@ksc.ru

Методом ИК-спектроскопии поглощения в области валентных колебаний OH-групп исследованы монокристаллы LiNbO₃:Zn(4.34):Fe(0.02) мол.% и LiNbO₃:Zn(4.54) мол.%. Установлено, что полоса поглощения с частотой 3484 см⁻¹, соответствует колебаниям комплексного дефекта VLi-OH. Проанализировано вхождение легирующих примесей Zn, Fe в структуру кристалла LiNbO₃ и их влияние на концентрацию OH-групп.

Ключевые слова:

монокристалл, ниобат лития, ИК-спектроскопия, валентные колебания OH-групп, комплексные дефекты, точечные дефекты

FEATURES OF THE FORMATION OF COMPLEX DEFECTS IN CRYSTALS LiNbO₃:Zn(4.34):Fe(0.02) and LiNbO₃:Zn(4.54) mol.%

Lubov A. Bobreva, Nikolay V Sidorov, Mikhail N. Palatnikov

Tananaev Institute of Chemistry and Technology of Kola Science Centre
of the Russian Academy of Science, l.bobreva@ksc.ru

LiNbO₃:Zn(4.34):Fe(0.02) mol.% и LiNbO₃:Zn(4.54) mol.% crystals were researched by IR spectroscopy in the area of stretching vibrations of OH⁻ groups. Absorption bands with frequencies 3484 cm⁻¹ were detected to correspond to vibrations of ((VLi)-OH⁻) complex. We analyzed the occurrence of the doping impurities Zn, Fe in the structure LiNbO₃ and influence on the concentration of OH⁻ groups.

Keywords:

single crystal, lithium niobate, IR spectroscopy, stretching vibrations of - OH⁻ groups, complex defects, point defects

Введение

Монокристалл ниобата лития (LiNbO₃) является одним из самых широко применяемых материалов в современной фотонике [Сидоров и др., 2003; Volk, Wohlecke, 2008; Lengyel et al., 2015]. Кристаллы LiNbO₃ конгруэнтного состава, легированные железом, используют для голографических записей из-за повышенной

фоторефрактивной чувствительности [Ambite et al., 2009; Fan Yexia et al., 2010]. Однако в этих кристаллах присутствуют недостатки: низкое оптическое сопротивление и «шумы», которые приводят к разрушению извлекаемого образа с голограмм [Fan Yexia et al., 2010; Zheng Wei et al., 2003]. Легирование примесями, такими как Mg, Zn, In, Sc, устойчивыми к повреждениям, является эффективным методом увеличения

оптического сопротивления кристалла [Сидоров и др., 2003; Volk, Wohlecke, 2008; Lengyel et al., 2015]. В результате получают кристаллы, обладающие высоким сопротивлением оптическому повреждению и повышенной дифракционной эффективностью, время жизни голограмм в них зависит от отношения $[Fe^{2+}]/[Fe^{3+}]$ и концентрации OH-групп в кристалле [Ambite et al., 2009; Zheng Wei et al., 2003].

Рост кристаллов в воздушной атмосфере приводит к наличию в его структуре шести возможных позиций атома водорода, связанного с атомом кислорода водородной связью [Cabrera et al., 1996; Kovács et al., 2014; Lengyel et al., 2015]. Ионы водорода, локализованные в кислородной плоскости структуры кристалла $LiNbO_3$, образуют ряд заряженных комплексных дефектов: $VLi-OH$, $Me-OH-Me$, $Me-OH$, связанных с точечными дефектами катионной подрешетки: $NbLi$, VLi , VNb , $MeLi$, $MeNb$ (Me – легирующий металл) [Cabrera et al., 1996; Kong et al., 1999; Arizmendi et al., 2013; Kovács et al., 2014]. Поскольку положение атома водорода

в OH-группе зависит от особенностей изменения кристаллического поля, то представленные комплексные дефекты должны уверенно проявляться в ИК-спектре поглощения в области частот валентных колебаний OH-групп.

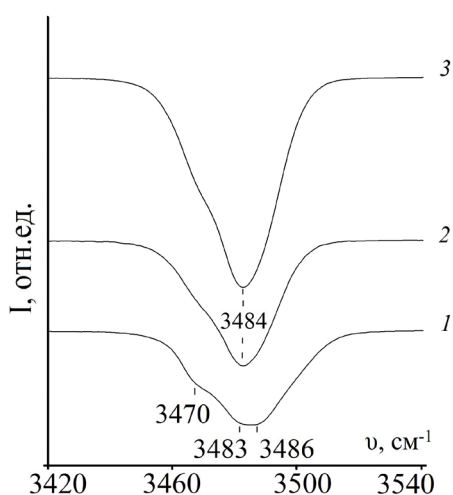
В данной работе в области частот валентных колебаний OH-групп исследован спектр ИК-поглощения монокристаллов $LiNbO_3:Zn(4.34):Fe(0.02)$ и $LiNbO_3:Zn(4.54)$ мол.%, проанализировано вхождение легирующих примесей Zn и Fe в структуру кристалла $LiNbO_3$, их влияние на концентрацию OH-групп и характер комплексных дефектов.

Эксперимент

Кристаллы выращивались в воздушной атмосфере методом Чохральского на установке «Кристалл-2» из шихты ниобата лития [Palatnikov et al., 2016]. Легирующую примесь (ZnO , Fe_2O_3) методом прямого легирования вводили шихту перед наплавлением тигля. Образцы для исследования вырезались в форме прямоугольных параллелепипедов (размеры $\sim 8 \times 7 \times 6$ мм³), ребра которых совпадали по направлению с кристаллофизическими осями X, Y, Z (Z – полярная ось кристалла). Грани параллелепипедов тщательно полировались. Регистрация ИК-спектров производилась с помощью спектрометра IFS 66 v/s фирмы Bruker.

Результаты и обсуждение

На рисунке представлены спектры ИК-поглощения в области частот валентных колебаний OH-групп кристаллов $LiNbO_3$ _{конгр.}, $LiNbO_3:Zn(4.34):Fe(0.02)$ мол.%, $LiNbO_3:Zn(4.54)$ мол.%. Все наблюдаемые нами полосы поглощения имеют одинаковую поляризацию, перпендикулярную сегнетоэлектрической оси Z. В спектре кристалла $LiNbO_3$ _{конгр.} проявляется расщепление полосы поглощения на несколько компонентов с частотами 3470, 3483 и 3486 см⁻¹ [Палатников и др., 2015; Сидоров и др., 2014]. В конгруэнтном кристалле $LiNbO_3$ количество ионов Li^+ меньше, чем Nb^{5+} ($Li/Nb = 0.946$).

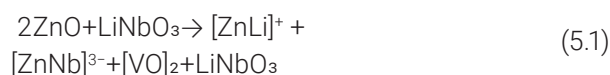


Спектры ИК-поглощения кристаллов $LiNbO_3$ в области валентных колебаний OH- групп:

- 1 – $LiNbO_3$ _{конгр.}
- 2 – $LiNbO_3:Zn(4.34):Fe(0.02)$ мол.%,
- 3 – $LiNbO_3:Zn(4.54)$ мол.%

Сплит-модель литиевых вакансий [Iyi et al., 1992] предполагает, что точечные дефекты NbLi (1 мол.%) появляются вследствие замещения основных литиевых позиций в кристаллической решетке. Для сохранения электронейтральности образуются другие точечные дефекты в кристалле — вакансии лития VLi (4 мол.%). Данный точечный дефект отрицательно заряжен и притягивает к себе атом водорода, связанный с атомом кислорода водородной связью. Происходит формирование комплексного дефекта (VLi)-ОН, которому соответствуют полосы поглощения 3483 и 3486 см^{-1} . Кристалл LiNbO_3 _{конгр.} обладает большим количеством дефектов, процесс легирования позволяет привести к последовательному расположению (упорядочению) катионов в кристаллической решетке LiNbO_3 _{конгр.}, что также приведет к видоизменению ИК-спектра [Сидоров и др., 2003; Lengyel et al., 2015]. ИК-спектр кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:Zn(4.34):Fe(0.02)}$ мол. % и $\text{LiNbO}_3\text{:Zn(4.54)}$ мол. % имеет один широкий пик поглощения с частотой 3484 см^{-1} .

Значение концентрации катионов цинка в анализируемых кристаллах находится между двумя основными концентрационными порогами (3.0 мол.% ZnO [Palatnikov et al., 2016]) и (6.76 мол.% ZnO в расплаве [там же]). Согласно данным работы [Zhao et al., 2004], вхождение катионов Zn в кристалл LiNbO_3 происходит следующим образом. Сначала катионы Zn замещают ионы Li^+ , что приводит к росту плотности кристалла LiNbO_3 . Затем катионы Zn вытесняют все дефекты NbLi, что также сопровождается увеличением плотности кристалла. Далее катионы Zn замещают ионы Nb^{5+} , расположенные в основных позициях кристаллической решетки, уменьшая число Li-вакансий и понижая плотность кристалла LiNbO_3 . Отсутствие Li-вакансий приводит к тому, что два катиона Zn замещают одновременно как катионы Li, так и катионы Nb в их основных позициях в кристаллической решетке, образуя самокомпенсирующую пару и кислородную вакансию [Zhao et al., 2004]:



Снижение плотности кристалла LiNbO_3 , легированного цинком, выше второго порогового значения (~7.5 мол.% ZnO) можно объяснить на основе модели кислородных вакансий [Zhao et al., 2004]:



В других работах [Сидоров и др., 2003, 2014а, б; Черная и др., 2008; Палатников и др., 2015] считается, что вхождение катионов Zn вблизи концентрационных порогов (~3.0 и 6.76 мол.% ZnO) проходит более плавно: оба процесса — вытеснение дефектов NbLi и замещение основных катионов лития — идут одновременно. Концентрационный порог при 3 мол.% ZnO в расплаве характеризуется образованием в кристалле точечных дефектных центров NbLi [Сидоров и др., 2003; Палатников и др., 2015, 2017]. При небольших концентрациях катионам Zn энергетически выгодно сначала вытеснять точечные дефекты NbLi в литиевых октаэдрах, формируя дефекты ZnLi [Zheng Wei et al., 2003]. При этом, если образование дефекта NbLi требует, согласно модели Li-вакансий, зарядовой компенсации, что приводит к появлению четырех вакансий в позициях лития VLi, то замещение точечных дефектов NbLi катионами Zn с образованием дефектов ZnLi — только одной вакансии VLi [Бобрева, 2021]. Таким образом, заметно изменяется структура сложных комплексных дефектов, образованных собственными и примесными точечными дефектами с включением OH-групп [Lengyel et al., 2015; Cabrera et al., 1996; Kovács et al., 2015]. При легировании цинком выше первого концентрационного порога в спектре кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:Zn(4.34):Fe(0.02)}$ мол.% и $\text{LiNbO}_3\text{:Zn(4.54)}$ мол.% наблюдается уменьшение полуширины и увеличение интенсивности полосы поглощения, которая отвечает колебаниям комплексных дефектов (VLi)-ОН. Данные изменения свидетельствуют об упорядочении подрешетки протонов в исследуемых кристаллах по сравнению с кристаллом LiNbO_3 _{конгр.}. А вот положение данной полосы поглощения схоже с положением полосы поглощения в нелегированном конгруэнтном кристалле (рис. 1). Изменения положения полосы поглощения на ИК-спектрах не происходит, поскольку не формируются новые

комплексные дефекты в исследуемых кристаллах. В кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$ ионы Fe встречаются в виде двух зарядовых состояний Fe^{2+} и Fe^{3+} . В обоих зарядовых состояниях катионы Fe занимают основные позиции лития в кристаллической решетке LiNbO_3 , создавая точечный дефект FeLi [Hongtao Li et al., 2005]. Легирующая примесь цинка располагается в кристаллической решетке LiNbO_3 в позициях NbLi , образуя точечный дефект ZnLi . Полученные при легировании цинком и железом новые точечные дефекты положительно заряжены и не способны к взаимодействию с атомом водорода. Таким образом, не формируются новые комплексные дефекты, а следовательно, и не наблюдается изменения положения полос поглощения на ИК-спектрах (рис.1).

С использованием метода Клавира [Klauer et al., 1992] на основе ИК-спектров поглощения был произведен расчет концентрации OH^- -групп, который представлен в таблице, из которой видно, что минимальное значение концентрации дефектов OH^- -групп характерно для кристалла $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$. Данные изменения наблюдаются из-за присутствия в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$ катионов железа, которые приводят к уменьшению концентрации OH^- -групп согласно уравнению реакции, представленному в работе [Cochez et al., 2003]. Когда ионы цинка с концентрацией 4.5 мол.% входят в кристалл LiNbO_3 , их оценочный эффективный коэффициент распределения составляет $0.67 < 1$ [Палатников и др., 2017]. Когда ионы железа входят в кристалл одинарного легирования LiNbO_3 , их оценочный эффективный коэффициент распределения составляет $0.85 < 1$ [Arizmendi et al., 2005]. В случае двойного легирования ионы цинка при концентрации не выше второго порогово-

го значения, располагаются сначала в позициях NbLi . Таким образом, возможность включения ионов железа в кристаллическую решетку в позиции NbLi уменьшается из-за более предпочтительного расположения ионов цинка в этих позициях. Легирование цинком влияет на уменьшение оценочного эффективного коэффициента распределения железа в кристалле LiNbO_3 [Bae et al., 1997].

Заключение

Методом ИК-спектроскопии поглощения в области валентных колебаний OH^- -групп проведено сравнительное исследование кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{конгр.}$, $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$, $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.54 \text{ мол. \%})$. Полосы поглощения с частотами 3483, 3486 см^{-1} соответствуют комплексным дефектам $(\text{VLi})\text{-OH}$ в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{конгр.}$. Полоса поглощения с частотой 3484 см^{-1} в кристаллах $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$, $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.54 \text{ мол. \%})$ также свидетельствует о наличии комплексных дефектов $(\text{VLi})\text{-OH}$. Общий вид спектров исследованных кристаллов имеет отличия, что связано с упорядочением подрешетки протонов в кристаллах.

Вхождение катионов цинка в структуру кристалла приводит к образованию точечных дефектов ZnLi , которые способствуют уменьшению электронных ловушек NbLi , препятствующих перемещению фоторефрактивных носителей. Легирование цинком приводит к уменьшению оценочного эффективного коэффициента распределения железа в кристалле $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$. Присутствие катионов железа уменьшает концентрацию дефектов OH^- -групп в кристалле двойного легирования.

Таблица 1. Концентрация OH^- -дефектов в исследуемых образцах

Обозначение образца	Концентрация дефектов C_{OH^-} , см^{-3}
$\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.54 \text{ мол. \%})$	$6.11 \cdot 10^{16}$
$\text{LiNbO}_3\text{:Zn}(4.34)\text{:Fe}(0.02 \text{ мол. \%})$	$3.507 \cdot 10^{16}$

Литература

1. Бобрева Л.А. Физико-химические основы технологий оптически высокосовершенных номинально чистых и легированных нелинейно-оптических монокристаллов ниобата лития с низким эффектом фоторефракции: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Апатиты, 2021. 189 с.
2. Палатников М.Н., Бирюкова И.В., Макарова О.В. [и др.] Выращивание сильно легированных кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}$ // Неорганические материалы. 2015. Т. 51, № 4. С. 428–432.
3. Палатников М.Н., Сидоров Н.В., Макарова О.В., Бирюкова И.В. Фундаментальные аспекты технологии сильно легированных кристаллов ниобата лития: монография. Апатиты: КНЦ РАН, 2017. 241 с.
4. Сидоров Н.В., Волк Т.Р., Маврин Б.Н., Калинин В.Т. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны. Наука, 2003. 255 с.
5. Сидоров Н.В., Яничев А.А., Палатников М.Н. [и др.] Оптическая однородность, дефекты и фоторефрактивные свойства стехиометрического, конгруэнтного и легированных цинком кристаллов ниобата лития // Оптика и спектроскопия. 2014а. Т. 117, № 1. С. 76–85.
6. Сидоров Н.В., Яничев А.А., Палатников М.Н. [и др.] Эффекты упорядочения структурных единиц катионной подрешетки кристаллов $\text{LiNbO}_3\text{:Zn}$ и их проявление в спектре комбинационного рассеяния света // Оптика и спектроскопия. 2014б. Т. 116, № 2. С. 281–290.
7. Черная Т.С., Волк Т.Р., Верин И.А. [и др.] Пороговые концентрации в допированных цинком кристаллах ниобата лития и их структурная обусловленность // Кристаллография. 2008. Т. 53, №4. С. 612–617.
8. Ambite E., Balboa D., Plaza J.L. [et al]. Properties of thermally fixed holograms in photorefractive $\text{LiNbO}_3\text{:Zn:Fe}$ crystals // Appl Phys B. 2009. Vol. 95. P. 447–452.
9. Arizmendi L., Ambite Emilio, Plaza J. [et al]. Analysis of the OH^- binding energy in lithium niobate crystals // Optical Materials. 2013. Vol. 35. P. 2411–2413.
10. Arizmendi L., Andres de V., Miguel-Sanz de E.M. [et al]. // Determination of proton diffusion an-isotropy by thermal decay of fixed holograms with K-vector perpendicular to the c-axis in $\text{LiNbO}_3\text{:Fe}$ // Applied Physics B: Lasers and Optics. 2005. Vol. 80. P. 351–354.
11. Bae S.I., Ichikawa J., Shimamura K. [et al]. Doping effects of Mg and/or Fe ions on congruent LiNbO_3 single crystal growth // J. of Crystal Growth. 1997. Vol. 94. P. 94–100.
12. Cabrera J.M., Olivares J., Carrascosa M. [et al]. Hydrogen in lithium niobate // Advances in Physics. 1996. Vol. 45, I. 5. P. 349–392.
13. Cochez M., Ferriol M., Bourson P. [et al]. Influence of the dopant concentration on the OH^- absorption band in Fe doped LiNbO_3 single-crystal fibers // Optical Materials. 2003. Vol. I. 4. P. 775–781
14. Fan Yexia, Xu Chao, Xia Shixing [et al]. Growth and spectroscopic characterization of Zr:Fe:LiNbO_3 crystals with various Li/Nb ratios // J. of Crystal Growth. 2010. Vol. 312. P. 1875–1878
15. Hongtao Li, Zhijie Sun, Shaojian Ye [et al]. The influences of ZnO doping concentration on structure and photorefractive properties of Zn:Fe:LiNbO_3 crystals grown by TSSG method // J. of Physics and Chemistry of Solids. 2005. Vol. 66, I. 6. P. 990–993
16. Iyi N., Kitamura K., Izumi F. [et al]. Comparative study of defect structures in lithium niobate with different compositions // J. of Solid State Chemistry. 1992. Vol. 101, I. 2. P. 340–352.
17. Klauer S., Wöhlecke M., Kapphan S. Influence of the H D- isotopic substitution on the protonic conductivity in LiNbO_3 crystal // Physical Review B. 1992. Vol. 45, I. 6. P. 2786–2799.
18. Kong Y., Wanlin Z., Xiaojun C. [et al]. OH^- -absorption spectra of pure lithium niobate crystals // J. of Physics: Condensed Matter. 1999. Vol. 11. P. 2139–2143.
19. Kovács L., Szaller Z., Lengyel K. [et al]. Hydroxyl ions in stoichiometric LiNbO_3 crystals doped with optical damage resistant ions // Optical Materials. 2014. Vol. 37. P. 55–58.

20. Lengyel K., Péter Á., Kovács L. [et al]. Growth, defect structure, and THz application of stoichiometric lithium niobate // Applied Physics Reviews. 2015. Vol. 2, I. 4 P. 040601-1-040601-28.
21. Palatnikov M.N., Biryukova I.V., Makarova O.V., Sidorov N.V., Efremov V.V., Efremov I.N., Tep-lyakova N.A., Manukovskaya D.V. Research of Concentration Conditions for Growth of Strongly Doped LiNbO₃:Zn Single Crystals // Advanced Materials – Manufacturing, Physics, Mechanics and Applications / Ivan A. Parinov, Shun-Hsyung, Vitaly Yu. Topolov (Eds.). Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London. Springer Proceedings in Physics. V. 175. Springer – International Publishing Switzerland, 2016. P. 87–99.
22. Volk T., Wohlecke M. Lithium niobate. Defects, photorefraction and ferroelectric switching. Berlin: Springer, 2008. 250 p.
23. Zheng Wei, Zhang Naidong, Zhao Liancheng [et al]. The role of Zn ions in holographic storage in Zn:Fe:LiNbO₃ // Optics Communications. 2003. Vol. 227. P. 259–263.
24. Zhao L., Wang X., Wang B. [et al] ZnO-doped LiNbO₃ single crystals studied by X-ray and density measurements // Applied Physics B. 2004. Vol. 78, No 6. P. 769–774.

ЖИЗНЬ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА. ИНТЕРВЬЮ

ЧТО СКРЫВАЮТ ГОРНЫЕ ПОЧВЫ? АПАТИТСКИЕ ЭКОЛОГИ ИЗУЧАЮТ ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРНЫХ ТУНДР И НАСЕЛЯЮЩИЕ ЕГО ОРГАНИЗМЫ

Короткое северное лето – важное время для ученых. Экологи, биологи, геологи стараются до холодов успеть провести полевые работы, а некоторые продолжают отбор проб и осенью. В их числе – аспирант Института проблем промышленной экологии Севера Ирина Штабровская.

Проект, для которого с мая по октябрь молодая исследовательница и ее коллеги отправляются на природу, называется «Температурный режим почв как фактор разнообразия и активности почвенной биоты в горных экосистемах Кольской Субарктики». Он получил поддержку Российского фонда фундаментальных исследований в конкурсе научных исследований, выполняемых молодыми учеными-аспирантами.

О том, для чего нужно так долго находиться в поле, и о подробностях работы над проектом рассказала научный руководитель Ирины Шта-

бровской, ведущий научный сотрудник ИППЭС КНЦ РАН Ирина Зенкова.

“ Основным объектом исследований являются горные почвы, поэтому без выездов не обойтись. В Институте проблем промышленной экологии Севера мы занимаемся изучением экологического состояния горных почв с 2008 г.: каждый полевой сезон измеряем температуру, влажность и дыхание почв, отбираем образцы для химического анализа, учитываем состав почвенной биоты на разных горах или склонах разной экспозиции конкретных гор. Состояние нарушенных в результате антропогенной деятельности местностей мы оцениваем каждые три года. В Хибинах это территории, на которых в 2012 г. проводили промышленную



Измерения и вычисления проходят в разных условиях – и на склоне горы, и на упавшем дереве



«Пирожок» из почвенного покрова готов для дальнейшего изучения в лаборатории

вырубку леса, и гари, возникшие после пожара на вырубках в 2013 г. Мы анализируем восстановление нарушенных почв, влияние разных типов антропогенной трансформации на температурный режим почв и на населяющую их биоту.

”

Оценить специфику горных почв невозможно без сравнения с равнинами. Для этого ученые с мая по октябрь каждый месяц выезжают на контрольный участок сосново-мелколиственного леса в окрестностях Апатитов. Сюда они выезжают с мая по октябрь ежемесячно. В прошлом году для того, чтобы узнать, как влияет температура на фауну во время полярного дня, измерения температуры и отлов беспозвоночных проводили каждые 4 часа в течение полутора месяцев.

Конечно, такой объем измерений невозможно осуществить в одиночку, поэтому вместе с Ириной Штабровской и Ириной Зенковой в полевых работах участвует молодежь: сотрудник лаборатории экологии микроорганизмов, кандидат биологических наук Регина Шалыгина, аспиранты Алена Данилова и Анастасия Сошина, а также магистрант Российского государственного гидрометеорологического университета Николай Рябов, который проходит полевую практику на базе лаборато-



В горах для отбора образцов почвы используют металлический цилиндр

рии наземных экосистем. Поскольку все молодые ученые специализируются в разных областях, команда успешно проводит комплексный экологический анализ горных почв и выявляет их специфику в заполярных широтах.

Этим летом исследователи успели подняться на гору Айкуайвенчорр. Здесь, на предельной для Хибин высоте, в поясе каменистых гольцовых пустынь, сотрудники ИППЭС КНЦ РАН круглый год измеряют температуру воздуха, ведут учет фауны редкого растительного покрова и оценивают разнообразие и активность микроорганизмов, живущих в почве. В июле и сентябре прошли экспедиции в долину реки Кунийок на севере Хибин для очередного мониторингового обследования вырубок и гарей. В октябре состоялась последняя в году поездка на участок многолетнего почвенно-экологического мониторинга в окрестностях Апатитов.

Для исследования почвенной фауны отбирают квадратные «пирожки» дерна размером 25 на 25 см, устанавливают ловушки с формалином. На высоте более тысячи метров над уровнем моря для отбора образцов используют металлический цилиндр диаметром 10 см. Для измерения температуры и влажности почвенного воздуха используются специальные датчики – термогидрохроны. Эти миниатюр-

ные «таблетки» могут работать в интервале от -40 до $+85$ °C и вести измерения каждые два-четыре часа в течение целого года.

Отобрать пробы мало, – нужно затем изучать их. Что делают затем с собранными образцами?

“ В лаборатории происходит основной объем работы. Мы тщательно разбираем «улов» беспозвоночных из ловушек и образцов почвы, определяем видовое разнообразие и численность фауны. Сотрудники лаборатории экологии микроорганизмов высеивают почвенные растворы на различные питательные среды и выделяют чистые культуры почвенных водорослей, бактерий и микроскопических грибов. Мы рассчитываем средние, минимальные и максимальные значения температуры, анализируем температурную динамику. Анализируем влияние температуры и влажности почвы в разных высотных поясах на дыхание почв и на разнообразие, численность и распределение животных и микроорганизмов в них. ”

На основе полученной информации ученые создали и ведут несколько баз данных: по температуре горных почв Кольской Субарктики,



а также фаунистических (посвященных паукам, муравьям и некоторым жукам). Этим летом в Федеральной службе по интеллектуальной собственности зарегистрировали базу данных «Локальная фауна муравьев Хибинского горного массива». Для жужелиц строят карты-схемы распространения и создают атлас. В его основе – информация о распространении 40 видов этих жуков, соотнесенная с распределением почвенных температур, и иллюстрации – отличные микрофотографии, которые сделали московские специалисты-энтомологи.

Есть ли уже какие-то промежуточные результаты? Совпадают ли они с предположениями, которые участники проекта делали до начала полевых работ?

“ Результатов получено немало. Одни из них подтверждают закономерности, известные для горных систем других регионов, другие отражают специфику Хибин: например, холодный воздух опускается в межгорные долины, а теплый поднимается вверх, увлекая в горные тундры теплолюбивых насекомых. ”

Приступая к выполнению этого проекта, мы, конечно, предполагали, что разнообразие, обилие и активность почвенной биоты определяются температурным режимом горных почв, а он, в свою очередь, зависит от специфических в горах природных факторов – микроклимата, высотной поясности, экспозиции склонов. Логично было предположить, что чем выше в горы, тем ниже все биологические показатели. Однако исследования показали, что это относится не ко всем изученным горам. Чаще всего пики численности беспозвоночных отмечаются на средних высотах от 350 до 450–500 м над уровнем моря, на которых в Хибинах произрастают березовые криволесья, а также в экотоне – на границе березовых криволесий и горных тундр. Очевидно, для беспозвоночных заполярных широт относительная стабильность температуры намного важнее, чем ее величина.

Результаты анализа показали, что первостепенное влияние на фауну беспозвоночных оказывает расположение горных склонов: наиболее разнообразны и многочисленны животные на западных и южных склонах. А вот высотная поясность – вторая по значимости.



Ирина Викторовна рассказывает, что очень интересные результаты дало исследование территорий, нарушенных в результате деятельности человека. Часть данных соответствовала предварительным прогнозам, часть оказалась неожиданной. К примеру, в горелом лесу и на горелой вырубке в долине реки Кунийок за два полевых сезона спустя два года и пять лет после пожара было выявлено восемь видов жуков-жужелиц, не встреченных в десятках ранее изученных природных горных экосистем. Большинство этих видов – свето- и теплолюбивые обитатели открытых пространств, но есть и пиротфильные виды, предпочитающие гари. В Финляндии для сохранения пиротфильной фауны специально проводят контролируемые выжигания лесов. В Хибинах же пожары в течение нескольких лет привлекают насекомых, нетипичных для этого заполярного горного массива, и таким образом обогащают его локальную фауну.

Ученые подтвердили известный факт: если лесная подстилка остается даже после уничтожения деревьев, то сохраняются и исходная структура почвенной фауны, и благоприятный для восстановления гидротермический режим почв. А вот предположение о быстром восстановлении структуры почвенной фауны в горелом лесу до ее исходного состояния не подтвердилось: на пятый год после пожара различия с контрольным лесным участком оказались даже больше, чем на второй год обследования. На дважды нарушенной территории – горелой вырубке – говорить о восстановлении почвенного покрова даже спустя почти десять лет после воздействия не приходится. Пока ситуация только усугубляется. Что происходит на остальных нарушенных участках, покажут результаты



Почва разных территорий Хибин отличается по цвету, по составу и по тому, какие микроорганизмы в ней обитают.

нынешнего полевого сезона, который сотрудники Института проблем промышленной экологии Севера завершили в сентябре.

А самое главное вот что: многолетние исследования температуры и влажности горных почв Хибин и приграничного заповедника «Пасвик» автономными регистраторами нового поколения сформируют представление о современной динамике гидротермического режима почв в уязвимых горных системах Кольской Субарктики. Появится понимание, как горные почвы зависят от природных факторов и человека, и как меняется разнообразие и активность почвенной биоты.

База данных, созданная на основе измерений, станет незаменимой поддержкой для ученых, занимающихся охраной природы на территории заповедника «Пасвик» и национального парка «Хибини». Эта база позволит выявлять закономерности распространения видов флоры, фауны и микробиоты, покажет места концентрации редких и охраняемых видов, объяснит, почему в заполярных горных экосистемах встречаются теплолюбивые виды, живущие в более южных широтах. Кроме того, с ее помощью ученые смогут прогнозировать темпы и направления восстановительных процессов в почвах горных территорий, которые были повреждены в результате человеческой деятельности.

Беседовала
Надежда Щур.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ. СОБЫТИЯ. ХРОНИКА

НОВЫЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ



Захар Иванович Слуковский.
Фото Н. Щур

Сергей Михайлович Аксенов.
Фото из личного архива

В 2021 г. в рамках национального проекта «Наука и университеты» состоялся конкурс на создание новых молодежных лабораторий. Условия конкурса этого года отличались от тех, что устанавливались ранее. По новым требованиям большая часть коллектива лаборатории должна быть моложе 40 лет, а руководителю не должно еще исполниться 39 лет. Кроме того, научные направления, заявленные для новой лаборатории, необходимо было связать с целями и программами научно-образовательных центров.

Кольский научный центр представил на конкурс проекты двух лабораторий. Обе уже начали свою работу.

Лабораторию геоэкологии и рационального природопользования Арктики возглавил кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН Захар Слуковский. Заниматься здесь будут постоянным контролем за состоянием природных экосистем на месте действующих промышленных предприятий и на урбанизированных территориях Арктической зоны Российской Федерации,

а также в районах, предназначенных для разведки и разработки новых месторождений полезных ископаемых.

Как отметил Захар Иванович, в коллектив влились не только действующие сотрудники ИППЭС КНЦ РАН, но и молодые и перспективные выпускники и студенты апатитских, архангельских, Санкт-Петербургских и московских вузов.

Вторая лаборатория – арктической минералогии и материаловедения – займется изучением состава запасов полезных ископаемых и перспективных материалов Кольского Заполярья. Исследователи будут в комплексе изучать минералы щелочных массивов Арктического региона, используя для этого современные методы и новое оборудование Центра коллективного пользования КНЦ РАН, искать и целенаправленно синтезировать новые материалы, обладающие перспективными магнитными, оптическими и другими свойствами.

Возглавит ее кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник КНЦ РАН Сергей Аксенов.

Костяк лаборатории составляют молодые и перспективные ученые, уже состоявшиеся в области химии и наук о Земле. К исследованиям присоединятся и студенты – из десяти сотрудников их будет четверо.

Оба руководителя новых лабораторий – не только сильные ученые, но и бесспорные лидеры, способные зажечь своей идеей окру-

жающих и, что крайне важно, – довести эту идею до логического и практического завершения. «Под крылом» таких лидеров молодые ученые смогут проявить свои лучшие качества и добиться больших успехов в наиболее важных и актуальных для Мурманской области направлениях научного знания.



В холле Геологического института разместили выставку лучших работ конкурса

Фото Марии Кульковой
победило в номинации "Репортаж"



ОТ ОПЫТОВ ДО РАЗМЫШЛЕНИЙ О БУДУЩЕМ: В АПАТИТАХ ПРОШЕЛ ФЕСТИВАЛЬ «НАУКА 0+»

Окончанием Года науки и технологий в России стал широкомасштабный фестиваль «НАУКА 0+». Кольский научный центр по уже сложившейся традиции активно участвовал в его организации и проведении.

Началась программа фестиваля 21 октября с молодежного форума «Молодая наука Арктики» при поддержке Министерства образования и науки Мурманской обл. и Проектного офиса развития Арктики, а также областных вузов и их

филиалов. В дискуссиях участвовали не только ученые и преподаватели, студенты и школьники, но и чиновники, промышленники, представители организаций, призванных регулировать и поддерживать развитие области.

Кроме серьезных дискуссий в программе форума были разнообразные интеллектуально-развлекательные события. За неделю до начала форума состоялся интеллектуальный турнир «Своя игра», в котором на равных



Апатитские знатоки приняли участие в турнире «Своей игры»

сразились школьники и научные сотрудники. Этот турнир организовали совместно работники филиала МАГУ в г. Апатиты и Кольского научного центра.

С 15 июля по 15 сентября проходил конкурс «Наука в Арктике», на который фотолюбители из Мурманской обл., Якутии и Москвы прислали 221 работу. Конкурс прошел в четырех номинациях. «Лица науки» объединили портреты научных работников, молодых исследователей. В номинации «Присмотрись!» соревновались авторы макрофотографий с использованием световых и электронных микроскопов, биноклей, телескопов, макрообъективов. Для номинации «Репортаж» требовались репортажные фотографии, посвященные научному процессу (например, полевым работам). Ну а для того, чтобы победить в номинации «Всё вокруг – наука», важно было не просто прислать анималистическое, астрономическое фото или пейзаж, иллюстрирующий научные понятия в обычной жизни (явления природы, полярные сияния, миграции животных, прорастание семян и так далее), но и максимально полно и точно описать эти понятия. Компетентное жюри, представленное ведущими учеными Кольского научного центра, специалистами в сфере фотографии,

журналистами и краеведами, определило шорт-лист, а затем выбрало лучшие снимки в каждой номинации.

Партнерами фотоконкурса стали Проектный офис развития Арктики, Полярно-альпийский ботанический сад-институт и филиал МАГУ в г. Апатиты. Каждый из партнеров определил, какая фотография оказалась достойна специального приза.

Ну а обладателей приза зрительских симпатий определяли, естественно, зрители. В ходе голосования на странице фотоконкурса развернулась нешуточная борьба. Первое место от второго отделили всего два голоса.

Авторы фотографий, попавших в шорт-лист, получили дипломы финалистов фотоконкурса и фотоальбом «На границе вечных снегов», вышедший в издательстве Кольского научного центра. На основе снимков-победителей был создан календарь КНЦ РАН и ПОРА на 2022–2023 годы. Все финалисты получают свои авторские экземпляры. Вот их имена: Юрий Стулов, Ольга Макарова и Антон Дубровский, Галина Калашникова, Яков Пахомовский и Айя Базай, Алена Компанченко, Павел Серов, Дмитрий Денисов, Полина Субач, Ирина Трифанова, Захар Слуковский, Екатерина Копейна, Марина Кондратенко,



Студенты и молодые ученые активно спорили с представителями власти и бизнеса, строили планы и делились ожиданиями от будущего

Мария Кулькова, Юлия Давыдова, Иван Агапкин, Прокопий Ноговицын, Наталья Зануздаева и Елена Валова.

Победителем в номинации «Лица науки» стал Иван Агапкин из Москвы с портретом австралийского студента Джейкоба на Шпицбергене. В номинации «Репортаж» победила Мария Кулькова: ее снимок буровой машины, сделанный на смартфон, стал безусловным фаворитом у жюри и вызвал ассоциации с научно-фантастическим фильмом. Лучший снимок в номинации «Всё вокруг – наука» – это «портрет» руки научного сотрудника Института проблем промышленной экологии Севе-

ра Марии Малышевой, набирающей из озера воду для анализа. Автор этой фотографии – Захар Слукровский. В номинации «Присмотрись!» победила коллективная работа Юрия Стулова, Ольги Макаровой и Антона Дубровского. Покрытый сверхпроводящей пленкой из ниобия ротор для криогироскопа показался многим загадочной планетой, снятой из космоса. Несмотря на то, что обычно пауки считаются не очень фотогеничными и даже у кого-то вызывают безотчетный страх, именно снимок паучихи, несущей на брюшке своих детей-паучат, авторства Алены Компанченко получил приз зрительских симпатий.

Лучший репортажный снимок стал также обладателем специального приза от филиала МАГУ в г. Апатиты. Фотография бабочки-боярышницы Натальи Зануздаевой, сотрудницы Лапландского заповедника, была удостоена специального приза Ботанического сада, а приз от ПОРА достался живой надписи «Хибины», которую участники школы природных гидов изобразили в Хибинах летом 2021 года. Автор этой жизнерадостной фотографии – Григорий Ильин.

В мастерских апатитских художников состоялась серия мастер-классов по ботанической иллюстрации, собравшая не только молодежь, но и детей и пенсионеров. Представитель Информационного центра по атомной энергетике Мурманска Егор Банишевский провел шуточный экзамен «ЁГЭ», а тренер мурманской «Мастерской выступлений» Анастасия Вечирко организовала большой мастер-класс по публичным выступлениям.

Для самых молодых и активных филиал МАГУ в г. Апатиты устроил научный квест. Команды старшеклассников из Апатитов и Кировска соревновались в синтетических дисциплинах от живого скраббла до коллективного рисования.



Маститые ораторы и дебютанты сменяли друг друга на вечере коротких лекций в стиле TED, а любой желающий во время «экзамена» мог выяснить, насколько обширны и прочны его знания.

Круглый стол «Инновации для будущего» модерировал директор Мурманского регионального бизнес-инкубатора Денис Скрыганов, а спикерами стали молодые ученые – инноваторы, успевшие поучаствовать в предлагаемых МРИБИ программах поддержки. Исследователи, которые только планируют влиться в инновационное движение, задавали вопросы о документальном и процедурном механизмах, предлагаемым МРИБИ жителям области. На круглом столе прозвучали искренние рассказы о трудностях, возникающих на пути от идеи к инвестору, о разнице между гениальной научной идеей и четким коммерческим планом, мечты и предложения по защите инноваторов в случае потери интереса со стороны грантодателя. Парадоксально, но сейчас в регионе конкурсов, призванных поддержать научные проекты, больше, чем самих проектов.

Начиная пленарное заседание «Наука в Арктике», заместитель губернатора Мурманской

обл. Юрий Фомин заметил, что Апатиты – самое правильное место для подобной дискуссии, и предложил вместе найти пути для решения проблем.

Рассказ генерального директора Кольского научного центра Сергея Кривовичева о поддержке молодежи завершился конкретными предложениями и пожеланиями:

“*Здесь, на Севере, интересно жить и работать, особенно если есть научно-исследовательская инфраструктура: приборы, лаборатории, оборудование. Главное при этом – решить проблемы с жильем для молодых ученых, в чем должен быть заинтересован и город. Нам приток кадров сегодня обеспечивают сильные лидеры, в том числе и молодого возраста, способные вовлечь в азартную работу, приносящую удовлетворение. Лидеры, умеющие поставить захватывающую*



Волонтеры из филиала МАГУ в г. Апатиты помогали участникам форума сориентироваться в программе и на месте, вели опросы и активно вовлекались в игры и дискуссии

цель и дойти до хорошего результата. И для нас сегодня крайне важно наращивать сотрудничество с образовательными организациями Мурманской области в совместной научно-образовательной структуре, хотя и сейчас КНЦ тесно связан с апатитскими филиалами МГТУ и МАГУ. Необходимо, чтобы университетская среда в Апатитах была достаточно сильной, благоприятной для студентов.

”

Местные вузы испытывают дефицит студентов, о котором поведали врио ректора МГТУ Светлана Деркач и ректор МАГУ Ирина Шадрина. Перед обоими университетами стоит задача создания новых программ подготовки кадров для арктических инвестиционных проектов: специалистов в области технической физики, логистики, дорожного строительства, цифровых технологий. О том, что для начальной подготовки северных специалистов может сделать

школа, рассуждала директор апатитской школы № 4 Наталья Бровко. Она предложила разработать систему сопровождения одаренных детей.

Сложившийся в области дефицит кадров подтвердили и представители ведущих промышленных предприятий.

Темы, поднятые во время заседания, нашли свое продолжение в круглом столе «Вопросы молодых ученых к промышленности и власти». Студенты предлагали ярче популяризировать науку на местах и формировать позитивный имидж местных вузов, размышляли о том, как можно сделать университеты максимально привлекательными.

Круглые столы «Зачем идти в науку?» и «Поделись историей успеха» собрали школьников, студентов и молодых ученых, которые уже добились определенных результатов. В онлайн-формате свои соображения и истории изложили представители науки и образования из Нижнего Новгорода.



Молодые химики пришли в две апатитские школы и продемонстрировали, насколько интересной может быть наука

В интересном формате стратегической форсайт-сессии молодежь обсудила, каковы перспективы Заполярья. Участники сессии предложили, как можно сделать привлекательной работу и жизнь в условиях сурового климата, остановить миграционный отток, учитывая и негативные тенденции. Проанализировав разные варианты, молодые люди выбрали наиболее вероятный прогноз развития Российской Арктики.

Отдохнуть от яростных споров участники форума и горожане смогли на лекциях в стиле TED. Слушателям представили 15 коротких и занимательных выступлений ученых Кольского научного центра и Полярно-альпийского ботанического сада-института, а также дебютантов – студентов МГТУ.

Студенты филиала МАГУ в г. Апатиты провели соцопрос «Облако ассоциаций». Все посетители форума смогли сфотографироваться с силуэтами арктических животных и цитатами великих ученых и ознакомиться с итогами

совместного проекта КНЦ и Апатитского филиала МАГУ – циклом видеороликов «Ученые тоже люди».

Завершился форум VI историко-краеведческими Гладинскими чтениями, посвященными 90-летию юбилею Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина. Эти чтения обычно проходят в библиотеке-музее им. Л.А. Гладиной, однако в связи с реконструкцией здания было решено провести встречу в рамках форума на территории Кольского научного центра. С докладами выступили заместитель руководителя КНЦ РАН по научной работе Евгений Боровичёв и заместитель директора Полярно-альпийского ботанического сада Денис Давыдов. Публике представили новые научно-популярные книги, выпущенные при поддержке КНЦ РАН.

Мощный старт фестиваля «НАУКА 0+» вызывал опасения в том, что «пороха» на остальные активности может не хватить. К счастью, эти опасения не оправдались.



Апатитские художники провели несколько мастер-классов по ботанической иллюстрации. Желающих оказалось намного больше, чем свободных мест. Пришлось повторить

Сотрудники Кольского научного центра предложили «блюда» на любой вкус – от экскурсий до круглых столов. Школьники посетили Институт проблем промышленной экологии Севера, Центр гуманитарных проблем Баренц региона, Геологический институт и Институт химии. Здесь они познакомились с основами биологической очистки воды, посетили лабораторию аналитической химии и музеи микроорганизмов и геологии и минералогии, а также Музей-архив истории освоения Севера.

Ученики апатитской гимназии № 1 и школы № 15 смогли на своей территории принять участие в организованных сотрудниками Геологического института и Института химии

мастер-классе «Юный химик» и демонстрации химических опытов.

Для любителей лекций в апатитском Дворце культуры ученые Центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике и Института химии рассказали о мифах, связанных с пандемией коронавируса и антиоксидантами, и о технологиях получения из местных растений полезных веществ.

Год науки и технологий заканчивается, однако сотрудники Кольского научного центра не собираются прекращать просветительскую деятельность. Мы продолжим знакомить взрослых и детей с новейшими разработками и удивительными явлениями. Ведь скучных знаний, как известно, не бывает.

...а самых активных участников и организаторов фестиваля горячо поблагодарила глава Апатитов Светлана Кательникова





Химия и краеведение, экскурсии и опыты: апатитские ученые весь вечер удерживали внимание зрителей

СООБЩА ТВОРИТЬ ЧУДО НАУКИ

Каждый год 10 ноября Организация объединенных наций отмечает Всемирный день науки за мир и развитие. Этот день призван напомнить о роли, которую наука играет в современной жизни, и привлечь широкую общественность к актуальным научным вопросам. День науки подчеркивает, как важно расширять наше понимание о планете Земля и стремиться к ее безопасности.

Третий год подряд Музейно-выставочный центр Кировского филиала АО «Апатит» проводит в честь Дня науки большую и разнообразную программу для жителей Кировска и Апатитов. Ночь наук рассчитана на всех. И малыши, и пожилые люди найдут себе занятие по душе. Организаторы приглашают всех, кто готов делиться знаниями в увлекательной форме, – ученых и преподавателей, шоуменов и спортсменов. Благодаря смеше-

нию жанров и склонностей участников программа получается очень интересной и разнообразной.

В 2021 году сотрудники Кольского научного центра, не сговариваясь, посвятили свои выступления чудесам и тайнам.

Лапландию не зря называют страной озер – на территории Кольского полуострова их несколько тысяч. О том, что озера не только дарят жизнь, но и скрывают в своей глубине самые разнообразные опасности, рассказал заведующий молодежной лабораторией геоэкологии и рационального природопользования Арктики Захар Слуковский.

Если составить одни и те же атомы химических элементов в разном порядке, а в пустоты кристаллической решетки поместить другие атомы, получившиеся вещества будут обладать совершенно разными свойствами.



О тайнах минералогии говорил заведующий лабораторией арктической минералогии и материаловедения Сергей Аксенов.

Заместитель руководителя Кольского научного центра по научной работе Евгений Боровичев сознался: «Растения – большие обманщики. Они умеют двигаться и плакать, выдавать себя за совершенно другие организмы, служить и повелевать». О тайнах, связанных с растениями, Евгений Александрович рассказал с помощью наглядного материала: образцов древесины, сушеных трав и цветов, грибов и гербарных листов.

Результаты многолетнего исследования секретов, связанных с семейными вещами людей, добровольно или вынужденно переехавших на Кольский полуостров, легли в основу книги научного сотрудника Центра гуманитарных проблем Олеси Сулеймановой «Мигранты

и вещи: Опыт переезда и материально-бытовая адаптация городских семей Кольского Севера». Об этих исследованиях, о воспоминаниях жителей Севера и шла речь на очередной лекции Ночи наук.

Еще один рассказ, связанный с семейными вещами, представил аналитик Кольского научного центра Григорий Ильин. Благодаря дневникам, мемуарам и семейным фотоальбомам его экскурсия по музею позволила за именами на карте и названиями улиц увидеть живых и реальных людей.

Неуловимое и загадочное полярное сияние «в жизни» может выглядеть даже ярче, чем на самых ярких фотографиях, о которых неискушенные зрители так любят говорить: «Да ну, это фотешоп». Как появляться сияния, как их фотографировать и наблюдать, рассказал главный технический редактор редакци-

онно-издательского отдела КНЦ РАН Валентин Жиганов.

Заведующий лабораторией природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики Тарас Паниковский провел практическое занятие «Минералы, вдохнувшие жизнь в Мурманскую область», посвященное полезным ископаемым, благодаря которым люди стали бурно осваивать Север.

Научный сотрудник Центра наноматериаловедения Галина Калашникова и аспирант Дарья Грязнова доказали: химия – это полезно и интересно. А если соблюдать определенные правила, химические реакции не принесут ни-

какого вреда. Участники практического занятия самостоятельно изготовили химический охладитель и настольный вулкан, узнали, почему вещества меняют цвет, как можно получить голубую розу или даже капусту и еще несколько тайн превращений вещества.

2022 год Организация Объединенных Наций предложила посвятить фундаментальной науке в интересах устойчивого развития. А это значит, что следующая Ночь наук в кировском музее будет не менее интересной и яркой и, конечно же, новые рассказы ученых Кольского научного центра займут достойное место в ее программе.



Даже самое грандиозное представление теряет смысл без зрителей. Собравшиеся в музее АО «Апатит» не расходились до самого конца вечера

К ЮБИЛЕЮ ЛЮДМИЛЫ ЛЮБИМОВОЙ

17 декабря отметила юбилей ведущий библиотечарь Центральной научной библиотеки Кольского научного центра Людмила Любимова.

Людмила Алексеевна окончила Восточно-Сибирский институт культуры по специальности «библиотекарь-библиограф высшей квалификации» и несколько лет работала по распределению в библиотеке Томского университета. Более 40 лет ее жизнь связана с Севером.

С 2000 года Людмила Любимова возглавляет отделение Центральной библиотеки КНЦ РАН Института экономических проблем и выполняет весь комплекс работ библиотечаря. Она обслуживает читателей на абонементе и в читальном зале, занимается справочно-информационной и библиографической

деятельностью, помогает в поиске информации и решает все вопросы комплектования и административно-хозяйственного характера. Коллеги уважают ее за способность грамотно организовать работу, грамотность и оперативность, умение применять современные электронные технологии.

Людмила Алексеевна стремится постоянно повышать свой профессиональный уровень, активно использует в работе все приобретенные знания, очень компетентна, трудолюбива и инициативна.

Дорогая Людмила Алексеевна, поздравляем Вас с днем рождения и от всей души желаем здоровья и счастья, сил и креативности. Пусть Вас никогда не оставляет созидательная энергия и тяга к новому!

К ЮБИЛЕЮ ГАЛИЯБАНУ КАДЫРОВОЙ

3 октября – юбилей у кандидата химических наук, старшего научного сотрудника Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья Галиябану Кадыровой.

Галиябану Измаиловна более 45 лет работает в Институте химии КНЦ РАН. Область ее научных интересов – электронная и инфракрасная спектроскопия соединений редких и цветных металлов в жидких и твердых фазах.

Галиябану Кадырова организовала новое направление по изучению состояния редких металлов в водных растворах и руководила большим циклом исследований комплексообразования в различных системах. Принимала участие в работах по синтезу титанилфосфата калия, а также в разработке стратегически важной для нашей страны технологии переработки бадделеитового концентрата.

Более двадцати лет Галиябану Измаиловна ведет исследования различных объектов



методами ультрафиолетовой и инфракрасной спектроскопии. Разработанная ею методика съемки электронных спектров поглощения жидких образцов в тонких пленках значительно расширила область применения УФ-спектроскопии в работах института.

Большой вклад Галиябану Кадырова внесла в разработку новых подходов к синтезу сегнетоэлектрических материалов, к изучению комплексной переработки редкометалльного сырья и создания функциональных материалов. Сейчас она проводит цикл исследований по изучению механизма экстракции неорганических кислот алифатическими спиртами методом инфракрасной спектроскопии. Ее работы неоднократно поддерживал Российский фонд фундаментальных исследований.

Галиябану Измаиловна много сил отдает работе с аспирантами и соискателями, консультируя их при подготовке диссертационных работ и выступая в качестве оппонента и рецензента кандидатских диссертаций и научных отчетов. Не забывает она и делиться свои-

ми разработками с научным сообществом. Ею в соавторстве написаны 139 научных работ. Она разработала новый способ получения кристаллического титанилфосфата калия, который включен в число важнейших результатов Российской академии наук в области неорганической химии.

Галиябану Кадырова была удостоена Почетной грамоты Президиума РАН, благодарственного письма Президиума КНЦ РАН и звания «Ветеран ИХТРЭМС».

Уважаемая Галиябану Измаиловна!

От всего сердца поздравляем Вас с днем рождения, желаем долгих лет жизни и крепкого здоровья. И конечно, успехов в научной деятельности!

К ЮБИЛЕЮ ТАТЬЯНЫ ТЕСАЛОВСКОЙ

20 октября отпраздновала свой юбилей ведущий специалист по кадрам Кольского научного центра Татьяна Тесаловская.

За время работы – и в планово-финансовом отделе, с которого начинала трудиться в КНЦ РАН, и в отделе кадров – Татьяна Владимировна проявила себя опытным специалистом высокой квалификации. Глубоко и всесторонне она подходит к выполнению любой поставленной задачи. При выполнении должностных полномочий проявляет высокую компетентность и целеустремленность.

Татьяна Тесаловская никогда не останавливается на достигнутом – настойчиво совершенствует личную профессиональную подготовку, стремится овладеть новыми знаниями, навыками и умениями по специальности. Благодаря большому опыту и личным качествам она пользуется у коллег неизменными авторитетом и уважением.

Татьяна Владимировна, примите слова искренней признательности и благодарности



за добросовестную работу и высокую ответственность при исполнении служебных обязанностей! Желаем Вам крепкого здоровья, счастья, неиссякаемых жизненных сил, благополучия и оптимизма, дальнейших успехов в профессиональной деятельности!

К ЮБИЛЕЮ НАТАЛЬИ СЕЛИЦКОЙ

14 октября – «круглый» день рождения у врача-стоматолога-терапевта поликлиники Кольского научного центра Натальи Селицкой.

Наталья Константиновна более 35 лет работает в КНЦ РАН и давно зарекомендовала себя квалифицированным специалистом, обладающим высокими теоретическими знаниями и практическими навыками. Все коллеги знают, насколько она ответственна и добросовестна в работе и любит свою профессию, а пациенты любят ее за чуткость, внимательность и милосердие.

Наталья Селицкая неизменно тактична и доброжелательна в общении с коллегами, безукоризненно ведет документацию и соблюдает все требования санитарно-эпидемиологического режима. Ее способность справляться с большими объемами работы снискала заслуженное уважение в коллективе, а профессиональные качества неоднократно были поощрены благодарностями и почетными гра-



мотами, в том числе почетной грамотой Российской академии наук.

Дорогая Наталья Константиновна, примите наши горячие поздравления, наилучшие пожелания и благодарность за многолетний и важный труд! С днем рождения!

К ЮБИЛЕЮ ИРИНЫ КРЕМЕНЕЦКОЙ

12 октября отметила юбилей старший научный сотрудник Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН, кандидат технических наук Ирина Кременецкая.

Институт химии стал первым и единственным местом работы Ирины Петровны: здесь она прошла путь от стажера-исследователя до старшего научного сотрудника. Ее знают как высококвалифицированного специалиста в увлекательной и сложной области создания новых материалов экологического назначе-



ния. Разрабатываемые ею технологии подкрепляются методами компьютерного моделирования и подтверждаются экспериментами. Фундаментальные исследования Ирины Кременецкой в интересах развития Арктической зоны РФ получили поддержку Российского фонда фундаментальных исследований, Отделения химии и наук о материалах и Президиума Российской академии наук.

Разработки Ирины Петровны имеют большое значение для устойчивого развития северных регионов. Под ее руководством промышленные предприятия внедряют технологии очистки загрязненных тяжелыми металлами окрестностей водоемов и почвы, а также ускоренного создания травяного покрова в условиях промышленного загрязнения.

Результаты исследований Ирины Кременецкой отражены более чем в 150 научных работ и патентов, но она не устает делиться своими знаниями с другими, принимая активное участие в подготовке студентов вузов и руководя дипломными работами и подготовкой аспи-

рантов. Ее достижения отмечены медалями и дипломами международных выставок и конференций, почетными грамотами Российской академии наук, Профсоюза работников РАН, а также Кольского научного центра, благодарственным письмом Министерства образования и науки Мурманской области. За многолетний труд ее удостоили почетного звания «Ветеран ИХТРЭМС».

Коллеги уважают Ирину Петровну за ответственное и творческое отношение к своей работе, самостоятельность и умение добиваться результата, но и в первую очередь – за чуткость и доброжелательное отношение к людям. Несмотря на огромную занятость, она успевает дарить тепло и любовь своим близким. За воспитание детей Ирина Кременецкая была награждена почетным знаком Мурманской области «Материнская слава»,

От всей души поздравляем Ирину Петровну с юбилеем, желаем ей крепкого здоровья, счастья и новых творческих достижений!

К ЮБИЛЕЮ ВАЛЕНТИНЫ НОВОСЕЛЬЦЕВОЙ

26 октября отметила круглую дату Валентина Новосельцева – кандидат экономических наук, доцент, до недавнего времени ведущий научный сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра.

Валентина Дмитриевна – одна из тех, на чьих плечах стоит Институт экономических проблем. В 1985 г. она начала работу в Отделе экономических исследований КФАН СССР, на базе которого спустя год и был образован ИЭП КНЦ РАН. Область научных интересов Валентины Новосельцевой – мировая конъюнктура сырьевых рынков, внешнеэкономическая деятельности регионов, ориентирован-



ных на добычу и переработку сырья, внешняя экономика северных территорий и импортозамещение. Эти исследования находятся в русле самых актуальных направлений развития экономики северных и арктических территорий России, и результаты научной работы Валентины Дмитриевны по-прежнему востребованы на практике. Они нашли применение при разработке и реализации программ социально-экономического развития и планов ведущих предприятий Мурманской обл.

На протяжении многих лет Валентина Новосельцева преподавала в апатитских филиалах высших учебных заведений. Под ее руководством были подготовлены специалисты, которые сегодня работают в муниципалитетах, на предприятиях и в организациях Мурманской обл. и за ее пределами.

К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ШЕМОНАЕВА

2 ноября исполнилось 70 лет замечательному врачу-хирургу поликлиники Кольского научного центра Владимиру Шемонаеву.

Владимир Павлович трудится хирургом более 47 лет, 14 из них – в Кольском научном центре.

Владимир Шемонаев – отличный врач. Он прекрасно ориентируется в своей специальности и досконально знает ее специфику. За свою работу Владимир Павлович неоднократно был удостоен благодарностей Кольского научного центра и Главы города Апатиты. Это неудивительно, ведь он безотказно, ответственно и добросовестно выполняет свои обязанности на любом участке и умело организует рабочий процесс. Молодые специалисты называют его своим наставником, а пациенты знают как неизменно чуткого и милосердного человека.

Благодаря своей коммуникабельности и профессионализму Владимир Шемонаев

Ее профессиональное мастерство и высокие научные достижения были неоднократно отмечены многими грамотами и благодарственными письмами.

Активное участие в общественной жизни института, талант создать и поддержать атмосферу спокойствия, дружбы и доброго веселья в коллективе – за это коллеги уважают и любят Валентину Новосельцеву. Недавно она завершила работу в ИЭП, и мы надеемся, что новый этап в жизни будет для нее благополучным и безоблачным.

Дорогая Валентина Дмитриевна, поздравляем Вас с прекрасным юбилеем! Желаем крепкого здоровья, новых интересных событий, оптимизма и хорошего настроения. Пусть Вам сопутствуют любовь и добро!



пользуется заслуженным уважением среди коллег и пациентов.

От всей души поздравляем Владимира Павловича с юбилеем и желаем крепкого здоровья, сил и благополучия!

К ЮБИЛЕЮ ГЕОРГИЯ НОСОВА

8 октября исполнилось 75 лет заместителю директора по общим вопросам Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН Георгию Носову.

Более 45 лет Георгий Евгеньевич работает в Институте химии. Начиная с должности старшего техника, но, постоянно повышая уровень образования, он также постоянно растет и профессионально.

Все обязанности, которые Георгию Носову приходится выполнять в должности заместителя директора по общим вопросам, трудно перечислить. Эффективная деятельность более десятка производственных зданий – вот его фронт работы, который требует полной отдачи сил. И с этим он успешно справляется.

Свою производственную деятельность Георгий Евгеньевич всегда сочетал с активной общественной работой: был депутатом Апатитского городского Совета народных депутатов, возглавлял участковую избирательную комиссию, увлекался спортом и активно участвовал в спортивных мероприятиях института.



Если спросить сотрудников Института химии, что отличает Георгия Носова, каждый ответит: трудолюбие, ответственность за порученное дело и, что не менее важно в любом коллективе, доброжелательное отношение к людям. Эти черты характера помогли ему завоевать заслуженное уважение коллег по работе.

Поздравляем Георгия Евгеньевича с юбилеем. От всего сердца желаем ему здоровья, счастья и новых производственных успехов!

ПЕРВЫЕ ЗАСЛУЖЕННЫЕ

В 2021 г. администрация г. Апатиты утвердила новое почетное звание: «Заслуженный работник города Апатиты».

Если живете в Апатитах, проработали в этом городе не менее тридцати лет и уже десять лет не меняли место работы, вы можете удостоиться этого звания. Организация, выдвинувшая кандидата на это звание, выплачивает победителю премию в десять тысяч рублей, а от города ему достаются удостоверение и медаль.

Кольский научный центр выдвинул семерых самых заслуженных работников. Это представители разных научно-исследовательских институтов: доктор геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией геохронологии и изотопной геохимии Геологического института Тамара Баянова, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра физико-технических проблем энергетики Севера Борис Ефимов, доктор техниче-



Андрей Олейник получил свое удостоверение из рук Светланы Кательниковой. Фото Надежды Щур

ских наук, профессор, главный научный сотрудник Горного института Анатолий Козырев, доктор технических наук, директор Института информатики и математического моделирования Андрей Олейник, кандидат географических наук, научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера Любовь Кудрявцева, заместитель председателя Кольского научного центра по общим вопросам Виктор Снегов и заместитель директора Центра гуманитарных проблем Баренц-региона по общим вопросам Евгений Усачев.

10 сентября в городской администрации состоялось торжественное награждение Заслуженных работников города Апатиты. К сожалению, здоровье и дела не позволили всем представителям Кольского научного центра получить свои удостоверения в этот день.

Тогда на церемонии смогла присутствовать только Любовь Павловна Кудрявцева. Начав работу в КНЦ РАН в 1978 году, она получила заслуженное признание в области гидрохимии и оценки качества водных ресурсов, вошла в экспертные группы по множеству международных проектов и стала автором более 50 научных работ.

25 ноября на заседании Ученого совета КНЦ РАН глава города Апатиты Светлана Кательникова вручила дождавшиеся своего часа награды. Передавая удостоверения и медали, она

подчеркнула, что это звание – награда за верность выбранному делу, за личный, многолетний и добросовестный труд.



Любовь Кудрявцева, заслуженный работник города Апатиты. Фото Натальи Черновой

ПОЗДРАВЛЯЕМ КАНДИДАТОВ!

Ежегодно в Кольском научном центре появляются новые кандидаты наук: экологи и экономисты, горняки и химики. Знакомим вас с теми, кто успешно защитил в 2021 г. диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук.

Сотрудник лаборатории наземных экосистем Института проблем промышленной экологии Севера Вячеслав Ершов стал кандидатом биологических наук. Тема его диссертации звучит так: «Фитогенное варьирование состава атмосферных выпадений и почвенных вод северотаежных лесов в условиях аэротехногенного загрязнения». Научным руководителем Вячеслава была Наталья Лукина, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, директор Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН.

В Горном институте состоялось две защиты.

Под руководством доктора экономических наук, профессора Федора Ларичкина успешно написала диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук Ася Гилярова. Ее работа посвящена экономическому развитию предприятий горнорудной промышленности.

Кандидатом технических наук стал Николай Кузнецов с диссертацией «Исследование энергоемкости разрушения скальных горных пород с целью оценки их удароопасности (на примере месторождений Кольского реги-

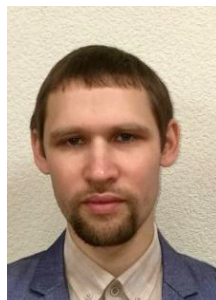
она)». Научным руководителем его стал доктор технических наук профессор Анатолий Козырев.

Еще одна кандидатская диссертация в области технических наук – «Физико-химические основы технологий оптически высокосоввершенных номинально чистых и легированных нелинейно-оптических монокристаллов ниобата лития с низким эффектом фоторефракции». Ее написала и с успехом защитила сотрудница Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Любовь Бобрева под руководством доктора физико-математических наук, профессора Николая Сидорова.

Доктор экономических наук Медея Иванова стала научным руководителем диссертации «Пространственная организация морской коммуникационной сети при разработке арктических нефтяных запасов» Арины Козьменко. Сотрудник Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Арина Сергеевна защитила право называться кандидатом экономических наук.

От всей души поздравляем новых кандидатов наук Кольского научного центра и желаем им не останавливаться на достигнутом.

Изучайте секреты природы, думайте, сомневайтесь, делитесь своими открытиями с широкой общественностью!



Петр Терентьев, Ася Гилярова, Николай Кузнецов, Любовь Бобрева и Арина Козьменко

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА ГЕОРГИЕВИЧА ЗАГОРОДНОГО

31.02.1930 – 2.10.2021

IN MEMORY OF VLADIMIR ZAGORODNIY

31.02.1930 – 2.10.2021

2 октября на 92-м году жизни скончался один из старейших кольских геологов, кандидат геолого-минералогических наук Владимир Георгиевич Загородный.

После окончания геологического факультета Ленинградского государственного университета в 1954 г. Владимир Георгиевич был распределен в Геологический институт Кольского филиала АН СССР, основанный всего лишь тремя годами ранее. Владимир Георгиевич прошел в Геологическом институте трудовой путь от аспиранта до заместителя директора по научной работе и заведующего лабораторией региональной геологии и геотектоники, члена Президиума КФАН СССР.

Судьба распорядилась так, что становление Владимира Георгиевича как крупного специалиста по тектонике, стратиграфии и геологии раннего докембрия северо-востока Балтийского щита совпало со становлением Геологического института – форпостом академической науки в Заполярье. Главная задача института тогда состояла, прежде всего, в понимании сложных закономерностей размещения в Кольском регионе месторождений стратегических полезных ископаемых, в которых остро нуждалась страна. Поэтому первым объектом исследований Владимира Георгиевича стала палеопротерозойская Печенгская вулканотектоническая структура, вмещающая медно-никелевые руды. Благодаря большой эрудиции, обширным знаниям и творческому применению передовых в то время геотектонических концепций он быстро прошел путь от аспиранта до научного сотрудника и стал признанным специалистом по тектонике и геологии палеопротерозойских вулка-



нотектонических поясов в Кольском регионе и размещению в них медно-никелевых руд. С годами объектами исследований Владимира Георгиевича стали не только палеопротерозойские, но архейские структуры Кольского региона. В те годы монографии по тектонике карелид и всего раннего докембрия северо-востока Балтийского щита, написанные под его руководством и при его прямом участии, лежали на столах геологов-докембристов всей нашей страны. Многие положения, обоснованные в тех трудах (прежде всего, в монографии, посвященной Имандра-Варзугской зоне карелид), и сейчас не утратили значения.

Появление новых идей в стенах Геологического института сопровождалось бурными и острыми дискуссиями, в которых

активно участвовал Владимир Георгиевич, который не только был блестящим полемистом, но и просто любил геологию. При этом, оставаясь на позициях геосинклинальной концепции, он понимал необходимость развития иных геотектонических идей и, подвергая эти идеи критике, не препятствовал их продвижению.

Владимир Георгиевич – автор более 200 научных публикаций и нескольких монографий.

Геологический институт выражает глубокие соболезнования родным и близким Владимира Георгиевича. Мы запомним его как выдающегося геолога, творческого исследователя, яркого и искреннего человека.

ПАМЯТИ ВИКТОРА АЛЕКСЕЕВИЧА МАТВЕЕВА

6.02.1953 – 29.10.2021

IN MEMORY OF VIKTOR MATVEEV

6.02.1953 – 29.10.2021

29 октября на 69-м году ушел из жизни доктор технических наук, ветеран ИХТРЭМС КНЦ РАН Виктор Алексеевич Матвеев.

Всю свою трудовую жизнь Виктор Алексеевич посвятил Институту химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН. Сразу после Ленинградского горного института по вызову Кольского филиала АН СССР он был направлен в Апатиты. Здесь он прошел путь от стажера-исследователя до главного научного сотрудника. В 1987 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка технологии комплексной переработки отходов обогащения апатитонефелиновых руд азотно-кислотным методом», а в 2009 – диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Физико-химические и технологические основы повышения эффективности комплексной переработки нефелин-содержащего сырья кислотными методами».

Виктор Алексеевич был известным специалистом по разработке рациональных методов комплексной переработки минерального сырья Кольского полуострова. Он обосновал, разработал и проверил как в опыт-



ном, так и в опытно-промышленном масштабе технологии комплексной переработки щелочных алюмосиликатов и получения нефелинового коагулянта, алюмокалиевых квасцов и аморфного кремнезема. За цикл исследований по разработке новых видов промышлен-

ных взрывчатых веществ на основе продуктов переработки минерального сырья в 1998 г. он в составе авторского коллектива стал лауреатом Премии Правительства РФ.

Виктор Матвеев неутомимо совершенствовал и разрабатывал новые направления переработки сырья, предложил принципиально новые высокоэффективные методы из растворов алюминия в виде соединений, пригодных для получения глинозема, разработал и улучшил технологии переработки эвдиалитового концентрата с получением оксида циркония, концентрата редкоземельных элементов, диоксида кремния и ряда других продуктов, а также эффективную технологию получения фосфорно-магниевого удобрения на основе некондиционных продуктов Ковдорского ГОКа. Предложенные им принципиально новые подходы к переработке сырья позволили получить дефицитные материалы и реагенты – алюмооксидные керамики и катализаторы, слоистые двойные гидроксиды магния-алюминия, которые могут найти применение в различных областях науки и техники, иттрийсодержащие материалы для лазерной керамики и люминофоров.

Виктор Алексеевич стремился передать свои знания коллегам и ученикам. Он руково-

дил выполнением работ по грантам Российского фонда фундаментальных исследований, по программам фундаментальных исследований Президиума Российской академии наук, принимал участие в подготовке высококвалифицированных кадров, являлся членом ученого и диссертационного советов института по защите докторских диссертаций.

Виктором Матвеевым в соавторстве были написаны 3 монографии, более 250 научных трудов, в том числе более 70 статей в рецензируемых журналах, получены около 40 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Его неоспоримые научные достижения были отмечены Почетной грамотой Президиума Российской академии наук и Профсоюза работников Российской академии наук, благодарственным письмом губернатора Мурманской обл. за вклад в социально-экономическое развитие Мурманской области и Апатитско-Кировского района.

Выражаем искренние соболезнования всем сотрудникам института и, конечно, родным и близким Виктора Алексеевича в связи с безвременной утратой.

ПАМЯТИ ЮРИЯ АНДРЕЕВИЧА БАЛАШОВА

3.07.1932 – 23.10.2021

IN MEMORY OF YURIY BALASHOV

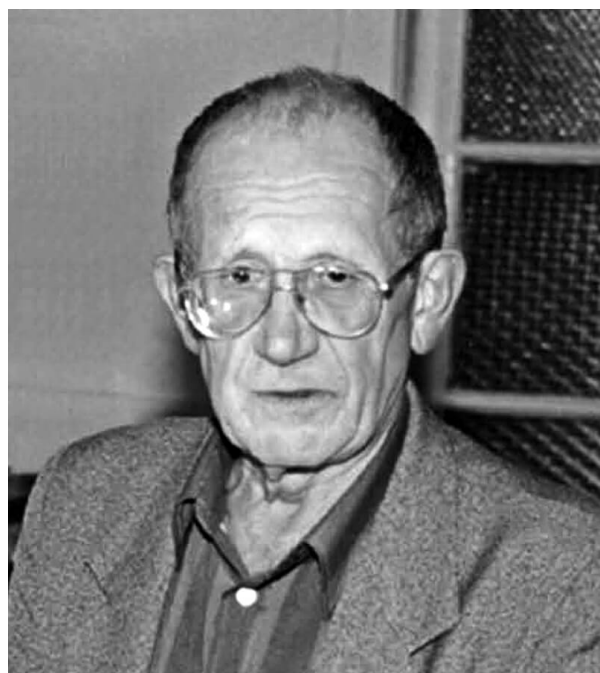
3.07.1932 – 23.10.2021

23 октября на 90-м году жизни скончался доктор химических наук, профессор Юрий Андреевич Балашов.

Юрий Андреевич родился 3 июля 1932 г. После окончания Московского государственного университета он работал в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского, где защитил кандидатскую и докторскую диссертации по геохимии редкоземельных элементов. В 1988 г. приехал работать в Геологическом институте Кольского научного центра: сначала в качестве заведующего лабораторией геохронологии и изотопной геохимии, а затем главным научным сотрудником.

За годы своей работы Юрий Балашов стал известным в мировых кругах ученых, крупным специалистом в области геохимии редкоземельных элементов, изотопной геохимии и геохронологии. Им написано более 250 публикаций, в том числе 4 монографии. Пять исследователей написали под его руководством кандидатские диссертации. Развиваемые Юрием Андреевичем научные направления были высоко оценены Российской академией наук: в частности, он был удостоен Государственной стипендии для выдающихся ученых.

Юрий Андреевич внёс огромный вклад в раскрытие механизмов процессов генерации, смешения, метаморфических и метасоматических преобразований мантийных и коровых пород различного петрохимического типа. Его книга «Геохимия редкоземельных элементов», вышедшая в 1976 г., стала основным пособием для советских и российских геохимиков. Второе фундаментальное направление его исследований – изучение изотопно-геохимическими методами, на базе детальной геохронологии различных пород,



становления и развития мантии и коры Земли в геологическом времени.

В последние годы работы Юрий Балашов занимался глубокими исследованиями изотопно-геохимического обоснования стадийности развития мантии и коры, что привело к открытию периодических вариаций изотопно-геохимических и геохимических параметров мантийных и коровых пород в геологическом времени. Юрий Андреевич представил детальные хронологические шкалы Земли и Луны для этапа аккреции – ранний архей, доказательства когерентности развития системы метеориты Луна – Земля и оценки времени начала фракционирования вещества Земли.

Геологический институт выражает глубокие соболезнования родным и близким Юрия Андреевича. Мы запоемним его как выдающегося учёного и глубоко интеллигентного, отзывчивого человека.

ПАМЯТИ НИКОЛАЯ ПАВЛОВИЧА ВЕРЕТЕННИКОВА

3.01.1951 – 15.11.2021

IN MEMORY OF NIKOLAY VERETENNIKOV

3.01.1951 – 15.11.2021

15 ноября на 71-м году жизни скончался Николай Павлович Веретенников, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Отдела экономической политики и хозяйственной деятельности в Арктике и районах Крайнего Севера Института экономических проблем им. Г.П. Лузина.

Николай Павлович много сил отдал развитию связи на Дальнем Востоке. Работал главным инженером и начальником технического узла союзных магистральных связей и телевидения Минсвязи СССР в Комсомольске-на-Амуре, генеральным директором ЗАО «Сотовая связь Биробиджана». С 2010 года начал научную и преподавательскую деятельность. Преподавал в Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии, был профессором Санкт-Петербургского института бизнеса и инноваций.

В 2018 г. Николай Веретенников начал свою работу в ИЭП КНЦ РАН в должности главного научного сотрудника Отдела экономической политики и хозяйственной деятельности в Арктике и районах Крайнего Севера. Вошел в состав созданного на базе Кольского научного центра диссертационного совета по специальности «Экономика и управление народным хозяйством (региональная экономика)».

Николай Павлович – автор более 100 научных трудов, посвященных обеспечению национальной безопасности, логистике освоения Арктики, организации инфраструктурной поддержки развития нефтегазовой отрасли в регионах Арктической зоны РФ и другим актуальным вопросам экономического развития Севера и Арктики.



Был награжден орденами Сергия Радонежского и Даниила Московского, дипломом за II место в конкурсе монографий и научных трудов, направленных на социально-экономическое и инновационное развитие Мурманской обл.

Николай Павлович Веретенников обладал обширными знаниями и всегда был готов поделиться ими, был ответственным и неравнодушным, внимательным к коллегам.

Добрая память о Николае Павловиче останется в наших сердцах. Выражаем искренние глубокие соболезнования семье и близким.

ПАМЯТИ ВЛАДИМИРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ПУТИЛОВА

8.02.1947 – 18.11.2021

IN MEMORY OF VLADIMIR PUTILOV

8.02.1947 – 18.11.2021

Кольский научный центр РАН понес невосполнимую утрату. 18 ноября 2021 г. ушел из жизни Владимир Александрович Путилов, научный руководитель Института информатики и математического моделирования, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, доктор технических наук, профессор.

Он известен в научном мире как основатель нового направления в автоматизированном проектировании информационных технологий для управления сложными трудноформализуемыми системами. Силами Владимира Александровича и учеников созданной им научной школы данное направление получило широкое теоретическое и практическое развитие.

Он – основатель и бессменный научный руководитель Института информатики и математического моделирования Кольского научного центра Российской академии наук. Также В.А. Путилов стоял у истоков создания, и долгие годы руководил Кольским филиалом Петрозаводского госуниверситета, который был организован как центр университетского образования, тесно интегрированный с академической научной базой Кольского научного центра.



За самоотверженный труд на благо отечественной науки и высшего образования он был многократно удостоен высоких званий, наград и знаков отличия.

Выражаем искренние соболезнования его родным и близким, соратникам и ученикам!

ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА МАРТЫНОВА

12.03.1954 – 8.12.2021

IN MEMORY OF EUGENIY MARTYNOV

12.03.1954 – 8.12.2021

8 декабря ушел из жизни старший научный сотрудник Геологического института Евгений Васильевич Мартынов.

Евгений Васильевич родился 12 марта 1954 г. в городе Невель. По окончании математико-механического факультета Ленинградского государственного университета был направлен по распределению в Вычислительный центр Кольского филиала АН СССР. После окончания стажировки он остался в Апатитах: сначала работал в Вычислительном центре, а затем – в лаборатории литологии и геохимии Геологического института.

Работа Евгения Мартынова всегда лежала на стыке математики и геологии. Он разрабатывал методы математического моделирования и применял их для реконструкции условий формирования и эволюции докембрийских геологических систем, создавал автоматизированные технологии обработки геохимических данных и добился на этом пути высоких результатов. Кандидатская диссертация Евгения Васильевича называлась «Методы математического моделирования при геохимических исследованиях метаморфизированных супракрустальных комплексов Кольского полуострова». Основные научные результаты он получил при исследовании особенностей вещественного состава породных комплексов докембрия и фанерозоя. Важным итогом этой работы стало создание базы данных по петрохимической характеристике докембрия Мурманской обл.



Евгений Мартынов написал более сотни научных публикаций в отечественных и зарубежных журналах, преподавал математические дисциплины в Апатитском филиале Мурманского государственного технического университета.

Выражаем глубочайшие соболезнования родным и близким Евгения Васильевича. Мы запоемнм его как неординарную личность и увлеченного человека.

ПАМЯТИ ИРИНЫ ЛЕОНИДОВНЫ ВОЛКОВОЙ

11.07.1932 – 16.12.2021

IN MEMORY OF IRINA VOLKOVA

11.07.1932 – 16.12.2021

16 декабря на 90-м году жизни скончалась заслуженный врач Российской Федерации Ирина Леонидовна Волкова, долгое время работавшая участковым врачом-терапевтом поликлиники Кольского научного центра.

Ирина Леонидовна родилась в Москве, но с 1958 г. жила и работала на Севере. Через год после окончания Первого Московского государственного медицинского института она вместе с мужем, работавшим в Кольском филиале Академии наук СССР приехала в поселок Апатиты.

Поработав врачом-терапевтом медсанчасти рудника им. С.М. Кирова и участковым терапевтом больницы Кировского района, Ирина Волкова перешла в медпункт Кольского филиала АН СССР, где оказывала медицинскую помощь работникам филиала и членам их семей. Ирина Леонидовна – один из организаторов и старейших работников Больницы с поликлиникой. Она активно участвовала в развитии и расширении учреждения. До 2017 г. работала в Научно-исследовательском центре медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике и фактически была семейным врачом нескольких поколений сотрудников Кольского научного центра РАН.

Ирина Леонидовна была профессионалом своего дела, терпеливым врачом, замечательным, интеллигентным отзывчивым человеком. Она первая начала научную работу по вопросам акклиматизации человека на Севере, неоднократно выступала с научными докладами на врачебных конференциях.



Ирина Леонидовна помимо почетного звания «Заслуженный врач Российской Федерации» была награждена значком «Отличнику здравоохранения», медалями «Ветеран труда» и «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина».

Коллектив КНЦ РАН выражает глубокие соболезнование родным и близким Ирины Леонидовны. Светлая память об этом жизнерадостном человеке сохранится в наших сердцах, а её имя – в истории Кольского научного центра.

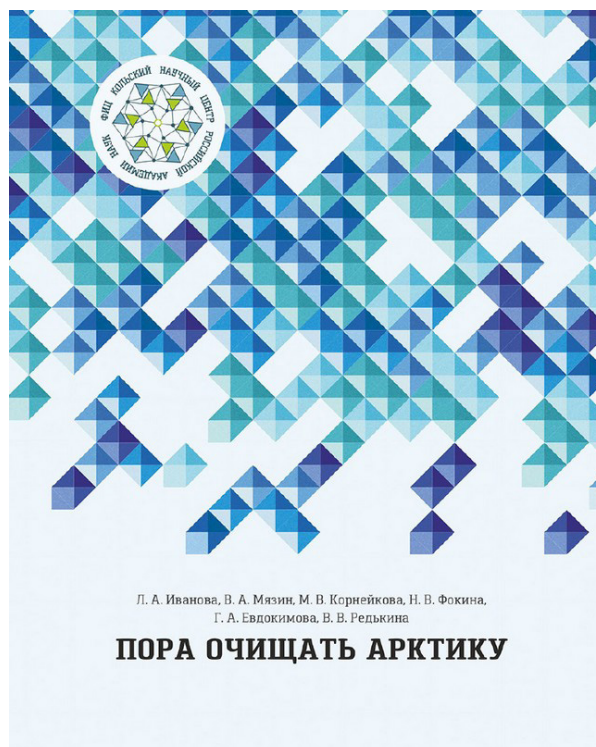
АРКТИКА НУЖДАЕТСЯ В ОЧИСТКЕ: ЕЙ ПОМОГУТ ИСКУССТВЕННЫЕ «БОЛОТА»!

В издательстве Кольского научного центра вышла книга под названием «Пора очищать Арктику. Создание фитоочистной системы для доочистки сточных вод горнорудных предприятий от соединений азота». Это междисциплинарный труд, в котором приняли участие сотрудники Института проблем промышленной экологии Севера, Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, а также Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина.

В издании обобщен опыт многолетних исследований создания инновационной и мало-затратной технологии фитоочистной системы. Она предназначена для дополнительного очищения сточных вод горнопромышленных предприятий Арктической зоны от нитрат- и нитрит-ионов, а также ионов аммония.

Технология, которую разработали ученые Кольского научного центра, основана на естественных механизмах преобразования техногенных водоемов в природоподобную болотную экосистему. В ее основе – комплексное использование фитомодулей, на которых произрастают аборигенные растения. Эти модули просты по конструкции и могут стать основой для стартапа природоориентированного малого бизнеса.

Известно, что природная среда Мурманской обл. претерпела значительные изменения в ходе промышленного освоения региона. Так, например, добыча руд с применением взрывчатых веществ, содержащих нитрит аммония и другие химические компоненты, сопровождается загрязнением шахтных и сбрасываемых карьерных вод соединениями азота. Попадая в природные водоемы, химические вещества загрязняют грунт и в конечном итоге оказываются в организме человека, вызывая различные заболевания. Промышленные стоки нуждаются в максимальной очистке перед возвращением в природную среду, но провести ее очень сложно из-за высокой растворимости



соединений азота в воде. При том промышленные воды в Заполярье сбрасываются в больших объемах и требуют индивидуального подхода к доочистке в зависимости от специфики каждого конкретного предприятия.

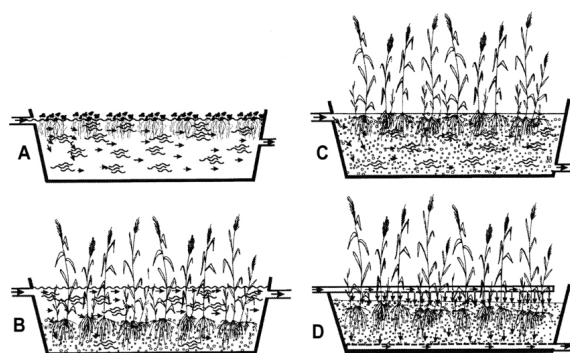
Решение проблемы ученые Кольского полуострова искали почти десять лет, проводили многолетние серии лабораторных и полевых экспериментов, и в результате пришли к технологии фитоочистных систем (ФОС) с использованием плавающих фитомодулей, для которых выбрали оптимальный ассортимент растений, хорошо размножающихся и дающих высокую биомассу в северных условиях. Сейчас конструкция максимально модернизирована: плавающие фитомодули усилены и дополнены фитоматами, фитосадками и фитотубусами. Все это в комплексе позволило создать условия для интенсивного роста отдельных растений и для комбинирования растительных блоков, чтобы предназначенный для очистки стоков

водоем зарастал и заболачивался. Благодаря ФОС промышленно загрязненные сточные воды очищаются практически естественным образом. А результаты впечатляют: содержание иона аммония в сточной воде снижается на 84 %, нитратов – на 23 %.

Идея искусственно создавать биологические конструкции для очистки стоков появилась еще в начале XX века в Австралии. Затем исследования фитотехнологий для этих целей проводили в разных странах Европы и в США. Фитосистемы высокоэффективны и мало затратны в производстве, поэтому интерес к ним постепенно возрастал. К сегодняшнему времени во всем мире они признаны наиболее экономичным альтернативным способом очистки вод от самых разных загрязнителей, а также рассматриваются как часть системы устойчивого развития и возобновляемого природопользования и используются не только для промышленных, но и для муниципальных стоков. Например, в Томской обл. именно для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод предложено использовать биологические пруды с болотной растительностью – специально подготовленные участки естественных болот либо участки, на которые предварительно нанесен торфяной грунт.

Исследования ученых КНЦ РАН примечательны тем, что впервые фитоочистные сооружения были использованы в экстремальных арктических условиях на действующем промышленном предприятии – Оленегорском горно-обогатительном комбинате (АО «Олкон»). Именно там была сформирована система биоочистки карьерных вод, описанная в книге «Пора очищать Арктику». В 2018 г. проект очистки сточных вод с помощью водных растений, реализованный АО «Олкон», победил на форуме «PEOPLE INVESTOR» в номинации «Экологическая эффективность». В настоящее время эта технология внедряется на другом предприятии – АО «Карельский окатыш».

Промышленники, специалисты экологических служб и все, кому интересно практическое применение научных изысканий в области охраны природы, найдут в книге «Пора очищать Арктику» массу интересного. Тут можно



Типы ФОС по направлению движения потока:
 А – биоплато с открытой водой и свободно плавающими растениями;
 В – биоплато с горизонтальным поверхностным потоком;
 С – биоплато с горизонтальным подповерхностным потоком;
 D – биоплато с вертикальным потоком

узнать об общих требованиях к сточным водам, традиционных и альтернативных методах их очистки, об опыте применения фитоочистных сооружений и о принципах построения ФОС, познакомиться с тем, как проходила модернизация фитосистем с использованием фитомодулей нового поколения, с их функциями и конструктивными особенностями. Ученые дают подробные сведения о том, какие именно водные и околководные растения помогают очищать стоки в условиях Мурманской обл. и какие субстраты требуется применять.

Издание дополнено многочисленными фотографиями и схемами, ясно демонстрирующими, как от этапа к этапу проходили исследования, а также словарем экологических терминов. Брошюра логически продолжает методические рекомендации, вошедшие в труд «Пора озеленять Арктику. Инновационные газонные технологии для создания травяного покрова различного назначения в условиях Заполярья», который Кольский научный центр выпустил в 2020 г.

Новая книга подготовлена при организационной и финансовой помощи Оленегорского горно-обогатительного комбината (АО «Олкон») и экспертного центра «Проектный офис развития Арктики (ПОРА)».

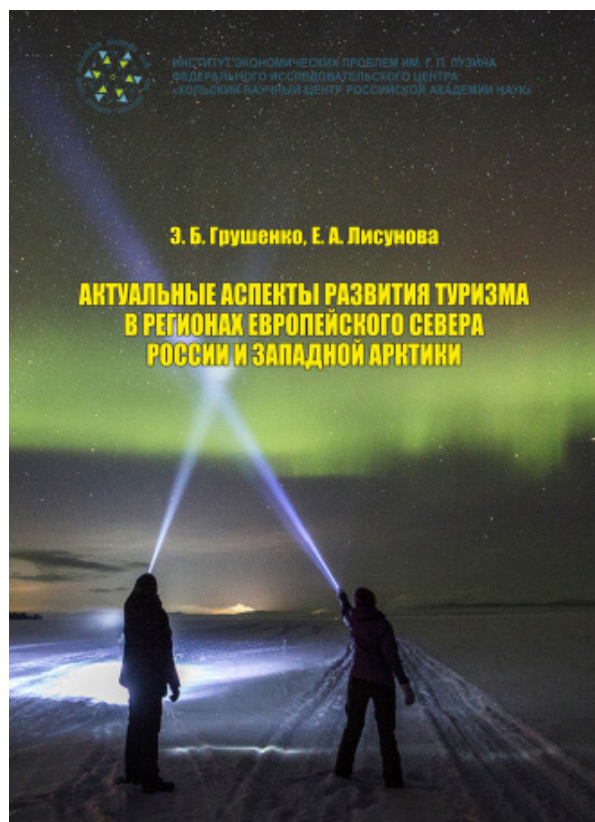
КАКОЙ ОН, ТУРИЗМ В АРКТИКЕ?

В издательстве Кольского научного центра вышла книга сотрудников Института экономических проблем имени Г.П. Лузина Эдуарда Грушенко и Евгении Лисуновой, посвященная актуальным аспектам развития туризма в регионах Европейского Севера России и Западной Арктики. Этот труд чрезвычайно актуален именно сейчас, когда развитие всех северных территорий и, в частности, Кольского Заполярья, связывают с туристическими интересами, а не только с добычей полезных ископаемых и их переработкой.

Ученые рассмотрели проблемы и их возможные решения в туристской отрасли Мурманской, Архангельской, Вологодской обл. и Карелии, а также отдаленных высокоширотных территорий Западной Арктики: архипелага Шпицберген и национального парка «Русская Арктика», организованном на архипелагах Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. Каждая глава подробно описывает уже существующие туристические направления и объекты, перспективы открытия новых, а также конкурентные преимущества каждого региона. Например, ждут ли здесь туристов круглый год или в какой-то определенный сезон, какие существуют виды транспортного обеспечения, как построены взаимоотношения туризма и промышленных объектов.

В книге описаны исторические поселения Европейского Севера: города с интересной историей, самые красивые деревни, некоторые аспекты развития сельского туризма в России. Авторы не обошли вниманием и проблематику сохранения историко-культурного наследия, и то, как удержать равновесие между доступом все большего количества посетителей к уникальным объектам и охраной этих объектов от негативного влияния человека.

В фотографиях Эдуарда Грушенко, которыми щедро дополнен сборник, отражена красота русских деревень, памятников зодчества, а рядом приведены цифры, карты, экономические выкладки, подробные подсчеты. Прочитав эту книжку, ощущаешь, что уже сам совершил пу-



тешестве! Но в отличие от туристических буклетов, которые представляют лишь парадную сторону любого направления, сборник статей ученых-экономистов беспристрастен, точен, объективен, раскрывает реально существующую картину.

Конечно, для читателя из Мурманской области особенно привлекательными являются главы, посвященные родине, в которых отмечены положительная динамика развития туризма, рост внутреннего и въездного потока, а значит, пополнение регионального бюджета. Интересно, что с 2014 по 2019 г. количество туристов увеличилось с 297 до 458 тысяч. Преимуществами области можно считать рекреационное рыболовство, наблюдение за северным сиянием, геолого-минералогический, деловой, морской круизный, горнолыжный и лыжный виды туризма. А самым перспективным направлением на Кольском полуострове уверенно признан природно-ориентированный

туризм. Гости привлекают заказники «Кутса» и «Сейдъявр», национальный парк «Хибины», природный парк «Полуострова Средний и Рыбачий», Лапландский заповедник и заповедник «Пасвик». В областном центре основным объектом интереса является атомный ледокол-музей «Ленин» – первое в мире надводное судно с ядерной силовой установкой.

Брендом области в целом стало село Териберка, растиражированное в художественных и документальных фильмах. Сегодня большое значение имеют легализация объектов туристической индустрии, повышение бюджетных доходов, а также экологическая безопасность местности в связи с потоком приезжих. Ученые подсчитали, что с учетом экологических аспектов предельная рекреационная емкость села определена на уровне 40 тысяч туристов в год. Созданный в 2021 г. природный парк Териберка должен помочь удержать баланс экологических и экономических интересов на этой территории.

По версии регионального отделения Русского географического общества, новыми туристическими трендами области стали военно-исторический, историко-этнографический и научный туризм, а также круглогодичные мотопутешествия. Потенциальными точками роста можно считать водный, зимний, промышленный и паломнический виды туризма. Горнодобывающие моногорода активно ищут свою «изюминку», предлагая, например «Гиперборейский новый год» в Ковдоре и «Снежную деревню» в Кировске, перспективы на экоотели в Печенге и туристскую деревню с аквацентром и яхтингом в Лиинахамари. На повестке сегодняшнего дня – промышленный туризм, когда сами предприятия становятся объектами посещения.

В перспективе – продвижение Мурманской области как туристического направления на новые рынки: в Европу (Германию, Испанию, Францию), Японию, Латинскую Америку и США. Рассчитанный на сегодня целевой показатель – довести турпоток в область к 2025 г. до 557,4 тысяч человек в год, – подводят итог ученые.

Одной из ключевых проблем развития туризма в области видятся состояние дорож-

но-транспортной сети и активная деятельность нелегальных гидов. Также необходимо срочно решить проблемы загрязнения уникальных территорий скопившимся бытовым мусором. Возможно, тут поможет туристический сбор при въезде на территории ООПТ. На вырученные средства можно организовать вывоз мусора, проложить дороги и экологические тропы.

Ученые Института экономических проблем не могли обойти стороной уникальный факт истории человечества – пандемию XXI века, которая внесла значительные коррективы в развитие туристической отрасли в целом и северного туризма в частности. В 2020 г. начало турсезона было полностью сорвано. Поток туристов резко упал, закрылись музеи, курорты, отели, при этом самые жесткие ограничения на Европейском Севере России были введены именно в Мурманской и Вологодской обл. и в Карелии.

Однако туризм – сфера, которая чрезвычайно быстро восстанавливается, потому что человек не может заглушить потребность в путешествиях, любопытство и желание обогатиться новыми эмоциями и знаниями. Поэтому уже осенью 2020 года люди самостоятельно начали приезжать в Мурманскую область и в Карелию на автомобилях. Второе рождение пережили самодеятельный пеший и спортивный туризм, велопоходы, водные сплавы и ночевки в палатках. Север привлекал своей малолюдностью, а значит, меньшим риском заразиться ковидом. В Новый год 2020/21 был отмечен пик числа авиапутешествий в Мурманск, поездок в Териберку, а также на открывшие лыжный сезон в декабре горнолыжные курорты Хибин.

Коронавирус внес новые тренды в туризм: повысились требования к санитарной безопасности, соблюдению эпидемиологических норм в местах размещения людей, к обработке прокатного снаряжения и оборудования. Ученые делают вывод: «В пандемийный и постпандемийный периоды необходимо уделить особое внимание развитию активных видов природного и экотуризма в немногочисленных местах, индивидуальным и семейным турам, автомобильному и велотуризму. Среди инновацион-



Фотографии Эдуарда Грушенко создают у читателя эффект присутствия во всех описанных в книге туристических местах.

ных видов инфраструктуры экологического туризма наиболее перспективны глэмпинги. В Мурманской области и Карелии они начали появляться в 2018 году. Наиболее известный глэмпинг «Аврора Вилладж» расположен в 50 километрах от Мурманска в направлении Терiberки. Комплекс из десяти купольных домиков с панорамными окнами, кафе и всеми удобствами в тундре предназначен прежде всего для наблюдения за северным сиянием.

Прогнозы экспертов и аналитиков относительно развития арктического туризма в посткоронавирусный период таковы: будет наблюдаться отложенный спрос на турпродукты из-за низкой покупательной способности населения страны, в то время как именно внутренний туризм станет более востребован, чем выездной за рубеж. После периода карантина многие направления и бренды придется во многом воссоздавать заново, так как сменяется конъюнктура и участники рынка, а мно-

гие популярные направления исчезнут. Нельзя исключить возможность полной ликвидации некоторых направлений туризма в Российской Арктике по причине длительного отсутствия спроса. Одновременно возможен всплеск интереса к наиболее логистически доступным локациям Баренцева и Белого морей и близлежащих островов.

При благоприятном развитии событий в среднесрочной перспективе Российская Арктика может стать популярным и даже модным туристическим направлением постпандемийного мира, отвечая представлениям потребителей об экологически чистом и уединенном месте отдыха, которое отлично подходит для эмоциональной разгрузки, как полагают авторы книги.

Книга представляет интерес для профессиональных работников туристской сферы, органов власти, научных работников, туристов, преподавателей, аспирантов и студентов.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФИНАНСАМ

В издательстве Кольского научного центра вышла монография «Финансовая состоятельность регионов российской Арктики». Книга сотрудников Института экономических проблем им. Г.П. Лузина Натальи Дядик и Анастасии Чапаргиной издана по решению Ученого совета КНЦ РАН, а проблемы, затронутые в ней, актуальны и интересны для всей российской Арктики.

Первая глава посвящена рассмотрению различных теоретических аспектов и методологических подходов, применимых для оценки финансовой состоятельности арктических регионов. В частности отмечается, что оценка способности субъектов РФ самостоятельно исполнять возложенные на них расходные полномочия – концептуальный вопрос при обсуждении сбалансированности региональных бюджетов.

Авторы развенчивают мифы о финансовых ресурсах арктических регионов не только риторически, но и с использованием сравнительных диаграмм и графиков, созданных на основе данных Росстата, баз данных «Финансы Арктики» и других авторитетных источников.

Во второй главе внимание направлено на статистический анализ финансовой состоятельности регионов. Учёные применили пятиэтапный метод проведения статистического анализа и составили детализированный перечень статистических показателей для выявления финансовых индикаторов. Этот перечень впоследствии был преобразован в кейс финансовых индикаторов. Заключительным этапом оценки взаимосвязей определенных направлений регионального развития стало проведение компаративного анализа парных коэффициентов корреляции по арктическим регионам.

Третья глава рассматривает специфические и неспецифические особенности, оказывающие влияние на финансовую состоятельность регионов российской Арктики. Используя интегральную оценку, включаю-

щую в себя четыре индекса, авторы проводят ранжирование регионов.

В четвёртой главе производится прогнозирование траекторий и тенденций финансового развития в долгосрочной перспективе. Здесь использован подход, оценивающий как варианты развития, так и возможные потери с учетом особенностей длинного горизонта планирования. Формирование траекторий финансового развития арктических регионов основывается на представленных в предыдущих главах монографии результатах корреляционного анализа и рассчитанном интегральном показателе финансовой состоятельности. Далее на основе кластерного анализа формулируются траектории развития для трёх групп регионов: с высоким значением экономического индекса, с высоким значением инвестиционного индекса и с высоким значением бюджетного индекса.

В монографии собраны новейшие статистические данные и проведены вычисления интегральных показателей финансовой состоятельности следующих регионов: Республика Карелия, Республика Коми, Ненецкий автономный округ, Архангельская обл., Мурманская обл., Ямало-Ненецкий автономный округ, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ.

Авторы провели комплексную оценку финансового благополучия регионов, учитывая инвестиционный климат, бюджетно-налоговые отношения и благополучие населения.

Монография будет интересна не только специалистам в области региональных финансов, но и читателям, интересующимся вопросами регионального финансового развития. Результаты исследования станут полезны региональным и федеральным органам власти для прогнозирования и стратегического планирования развития арктических регионов в условиях ограниченности финансовых ресурсов.

ТРЕТИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «СЕВЕР И РЫНОК»

В издательстве Кольского научного центра в конце сентября вышел третий в 2021 г. номер журнала «Север и рынок: формирование экономического порядка» Института экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН. Издание включает оригинальные исследования, объединённые арктической тематикой.

В рубрике «Проблемы промышленной и финансово-бюджетной политики на Севере и в Арктике России» представлены три работы. Открывает ее концептуальная статья о региональной промышленной политике на арктических территориях доктора географических наук Александра Пилясова. Автор раскрывает тему взаимодействия власти и промышленности в северных регионах и предлагает дифференцированные подходы к формированию промышленной политики с применением показателя, который позволит классифицировать арктические муниципальные образования по степени корпоративности местного промышленного сектора.

В статье кандидата экономических наук Валерия Левенцова рассматривается формирование реляционных отношений с контрагентами отечественных производителей минеральных удобрений. Для взаимоотношений такого рода характерны желание помочь партнеру, понять его потребности, предложить решения и условия для сотрудничества.

Завершает рубрику исследование особенностей региональных налогов и оценка экономических эффектов от налоговых инициатив на уровне субъекта для регионов Крайнего Севера кандидата экономических наук Татьяны Барашевой. Автором разработана типология арктических регионов РФ по типу проводимой налоговой политики и её регулирующего воздействия на экономическое развитие субъектов.

Второй раздел посвящён экономическим процессам и управлению отраслями и регионами Севера и Арктики. Первая статья рассматривает сценарии развития регионов, входящих в водосбор Белого моря, то есть республик Ка-



релия и Коми, Мурманской и Архангельской областей (включая Ненецкий автономный округ). Исследование проведено докторами экономических наук Анной Курило и Павлом Дружининым и представляет собой анализ социально-экономического развития указанных выше субъектов РФ по трём направлениям устойчивого развития. Статья кандидата экономических наук Анны Николаевой посвящена анализу текущей ситуации с добычей углеводородов.

Раздел, посвящённый социальным аспектам развития Севера и Арктики, открывает статья кандидатов экономических наук Наталии Спасской, Ирины Куликовой и Елены Афанасьевой, которая содержит анализ социально-экономического положения Скандинавских стран. Для оценки в качестве альтернативы существующим макроэкономическим показателям авторы предложили новый показатель РАЗ (от слова «развитие»). Работа посвящена памяти Евгения Петровича Муравьёва, доктора экономических наук, профессора, заведующего кафедрой планирования народного хозяйства Ленинград-

ского финансово-экономического института им. Н.А. Вознесенского. Рубрику продолжает статья Марии Зыряновой о демографии северных регионов России. В ней приводится взгляд на причины нового этапа снижения рождаемости в АЗРФ (этот тренд наблюдали во всех северных субъектах России с 2017 по 2019 гг.). Последний в разделе – материал о религиозном туризме в Архангельской обл. Каринэ Гаврилова и Ольга Кузнецова под руководством кандидата экономических наук Ольги Балабейкиной

исследовали влияние на туристический бренд Архангельской обл. маршрутов религиозного туризма. Авторы утверждают, что при системном подходе и использовании инструментов маркетинга туристический бренд региона может опираться на религиозный туризм.

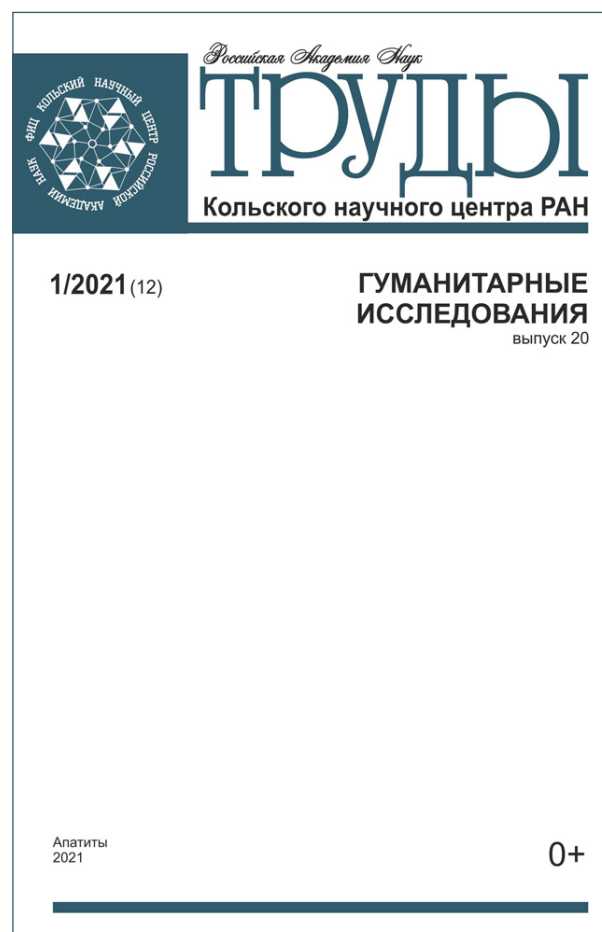
Завершают номер поздравления с 70-летним юбилеем в адрес главного научного сотрудника Института экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, доктора экономических наук Владимира Храпова.

ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА: ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вышел в свет очередной номер в серии «Гуманитарные исследования» журнала «Труды Кольского научного центра». Выпуск содержит статьи по истории, археологии и другим дисциплинам.

Номер открывает статья об исследовании книги Ии Дмитриевны Батиевой «Игорь Владимирович Бельков. Хроника жизни» доктора исторических наук Ирины Разумовой, написанная в соавторстве с Антониной Саморуковой. Авторы взглянули на книгу по-новому, как на источник для исторических и социально-антропологических изысканий в истории советской геологической науки и повседневной жизни учёных-геологов. И это позволило поднять воспоминания выше уровня простых мемуаров, вывести за рамки локального интереса местного академического сообщества.

Продолжает выпуск исследование кандидата исторических наук Ольги Змеевой, реконструировавшей на основе работ академика Ферсмана его представления о перспективах развития Хибин как промышленного центра. Тему промышленного освоения территорий Кольского полуострова продолжает статья кандидата исторических наук Елены Дубровской о социальных и культурных процессах,



Село Варзуга.
Городище.
Раскоп. 2010 г.
Фото
М. Шахновича



которые происходили в среде строителей Мурманской железной дороги вследствие изменений, вызванных революцией и интервенцией. Особое внимание в исследовании уделено этническим взаимоотношениям между рабочими разных национальностей.

Вопросам археологии посвящено две статьи. В первой кандидат исторических наук Марка Шахновича рассказывает об изучении района реки Варзуга. В работе приведен историографический обзор всех археологических находок от XIX века до наших дней. В результате исследований 2009-2013 гг удалось подтвердить летописное сообщение о нападении на погост в 1419 г., прояснить некоторые моменты этногенеза терских поморов и установить, что село Варзуга появилось не позже первой половины XIV века. Автор второй статьи – Вадим Лихачёв. Он собрал и систематизировал данные по новым находкам петроглифов на острове Еловый озера Канозеро.

Работа кандидата исторических наук Юлии Кожевниковой посвящена практике исповеди в Петровскую эпоху у монахов Олонецкого уезда. Исследование опирается на составленные настоятелями мужских и женских монастырей документы, содержащие сведения об организации процесса исповеди.

Три материала посвящены вопросам светского и духовного образования в XIX веке. Иван Пустовойт и кандидат исторических наук Татьяна Жуковская предприняли попытку ре-

конструировать утраченный проект устава Санкт-Петербургского университета, который был предложен графом Уваровым в 1819–1823 гг. Другое исследование касается вопросов академической коммуникации между университетами в первой половине XIX века. Работа Анны Зиновьевой и кандидата исторических наук Татьяны Жуковской основана на переписке двух профессоров-филологов Петра Плетнева и Якова Грота, а также на университетских и ведомственных документах эпохи. Доктор исторических наук Елена Калинина пишет об организации духовного образования в период с 1839–1866 гг., основываясь на законодательных актах, архивных и документальных материалах.

Выпуск журнала содержит статью кандидата исторических наук Олеси Сулеймановой, посвященную памяти выдающегося этнографа, кандидата исторических наук, старшего научного сотрудника сектора этнологии Института языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН Константина Кузьмича Логинова.

В завершающем разделе «Научная жизнь» представлено сообщение кандидата исторических наук Ольги Бодровой о Всероссийских научных чтениях «Мир образов фольклора: памяти Неонилы Артёмовны Криничной».

ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА: ХИМИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Вышел в свет второй в 2021 году номер журнала «Труды Кольского научного центра». Это сборник материалов организованной Институтом химии и технологии редких элементов и минерального сырья XV Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, специалистов и студентов вузов «Научно-практические проблемы в области химии и химических технологий».

В списке новых материалов для строительства, техники и других областей уже несколько десятилетий лидируют композиты. Они обладают высокими физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами и по праву считаются материалами будущего. Ирина Бочарова и Галина Куншина изучили процесс синтеза порошков лития-алюминия и электрохимические свойства полученной из них литийпроводящей керамики. Следует отметить, что созданные из нее твердотельные электролиты позволяют существенно повысить безопасность аккумуляторов и увеличивают срок их службы. Совместная работа Светланы Луневой и Владимира Долматова посвящена синтезу и свойствам материала «полукарбид молибдена – углеродное волокно». Антонина Сенета и Надежда Манакова рассматривают возможность создания новых неорганических теплоизоляционных материалов на основе жидкостекольного связующего и минеральных наполнителей.

Кирилл Захаров, Дмитрий Андреев, Владимир Юхвид и Наталья Хоменко обратили внимание на синтез новых композиционных материалов с помощью процессов горения и особенности их физико-химических превращений использования в современной технике. Павел Быков, Игорь Калашников, Любовь Кобелева, Алексей Колмаков и Роман Михеев провели испытания упрочненного частицами титана сплава на основе свинца и олова, предназначенного для изготовления опор подшипников скольжения, а также исследовали влияние комплексных добавок,



содержащих силикаты натрия и оксиды натрия и цинка, на свойства и температуру спекания керамического материала. Карбоксилаты металлов, нашедшие широкое применение в промышленности и повседневной жизни человека, стали предметом изучения Романа Сапрыкина и Сергея Семенова.

Екатерина Свиридова, Тимур Цветков, Виктор Ткаченко, Александр Лимановский, Валерий Саяпин, Сергей Васильев и Виктор Ткач изучили свойства быстроохлажденных сплавов на основе алюминия, консолидированных методом кручения под высоким давлением. Они установили, что этот метод повышает прочность материалов, и предложили использовать исследованный ими тройной сплав для разработки высокопрочных слоистых композитных материалов.

Владимир Виноградов, Александр Калинин и Виктор Кузнецов получили церийсодержа-

щие твердые растворы на основе циркона. Эти материалы перспективны в качестве матрицы для иммобилизации наиболее опасных радиоактивных отходов.

Дарья Грязнова и Галина Калашникова описали новый малоизученный материал армбрустерит. Благодаря своим сорбционным свойствам по отношению к ионам мышьяка и цезия он обладает большими перспективами для современного материаловедения.

Азиза Авазбекова и Хасан Джураев разработали технологическую схему извлечения золота, серебра, серы, железа и оксида кремния из отходов золотодобывающей промышленности. Особенностью их исследования стало использование местного сырья для сорбции соединений золота и серебра с частичным восстановлением до металлического состояния.

Нелинейно-оптические свойства кристаллов ниобата лития на протяжении нескольких лет находятся в фокусе внимания сотрудников Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН и студентов Петрозаводского государственного университета. В сборник вошли доклады Данила Воробьева, Ольги Сидоровой, Михаила Палатникова, Александры Кадетовой, Максима Смирнова, Николая Сидорова, Виталия Пикулева и Романа Титова об исследованиях и расчете свойств кристаллов.

Редкоземельные металлы становятся все более необходимыми в современной промышленности, и все большую актуальность приобретают методики добычи этих металлов из труднообогатимых или бедных руд местных месторождений. Научные сотрудники Института металлургии и материаловедения им. Байкова РАН изучили поведение ниобия, марганца и фосфора при восстановительном обжиге редкоземельно-редкометалльных руд, получили мелкодисперсный железо-никелевый порошок в процессе электрохимической переработки тяжелых вольфрамовых сплавов, а также разработали способ комплексной переработки титаномагнетитовых концентратов месторождения Гремяха-Вырмес с извлечением ванадия и титана.

Молодые ученые Аминжон Бозоров и Азамат Сафаров изучили существующие способы

гидрометаллургической переработки промежуточных продуктов добычи и обогащения молибдена и предложили новую методику получения и очистки молибденовой соли. Еще один способ переработки молибденовых концентратов представлен в докладе Виталия Имидеева, Алексея Бербенева и Павла Александрова.

Екатерина Жилиякова, Ольга Халипова и Владимир Козик предложили альтернативу катализаторам на основе благородных металлов, помогающим очистить окружающую среду от органических загрязнений, но требующим больших расходов. Катализаторы на основе оксида никеля стоят намного меньше, при этом обладают подходящими свойствами. Особый интерес представляют материалы сферической формы, что связано с их низкой плотностью, пористой структурой и большой площадью удельной поверхности.

Вера Никитина, Александр Радушев и Лариса Чеканова экспериментально подтвердили эффективность экстракции редкоземельных металлов из продуктов переработки апатита серной кислотой. Сергей Маркович, Анна Попова, Василий Семушин и Сергей Кузнецов электрохимическим путем получили из отходов переработки редкоземельных металлов интерметаллические соединения кобальта и неодима, являющиеся катализаторами для синтеза органических соединений и обладающие высокими магнитными характеристиками. Мария Железнова, Людмила Дьякова и Александр Касиков проработали способ получения чистого сульфата никеля из фильтрата кобальтоочистки никелевого электролита АО «Кольская ГМК».

Научные сотрудники, студенты и аспиранты Российского химико-технологического университета им. Менделеева представили две работы, посвященные химическому синтезу постоянных неодимовых магнитов. Используемые в промышленности физические методы получения постоянных магнитов увеличивают их стоимость и ухудшают магнитные свойства, а химические методы позволяют получить наноструктурные твердые тела и нанопорошки, обладающие более высокими качествами. Научная группа планирует продолжить изучение процесса синтеза, чтобы повысить его эффективность, но отмеча-

ет, что предлагаемые методы уже сейчас могут быть внедрены в производство.

Рений — самый редкий металл, стратегически важный для авиакосмической отрасли и электроники. Его ресурсы крайне ограничены, поэтому все ренийсодержащие отходы подвергаются переработке. Анна Дворникова и Александр Касиков изучили возможность селективной экстракции рения смесью алифатических спирта и кетона из растворов переработки таких отходов.

В современном мире существует множество разработок, связанных с использованием нефти и нефтепродуктов, однако загрязнение нефтепродуктами по-прежнему является огромной и трудноустраняемой опасностью для природы. Для очистки от нефтепродуктов могут применяться высокопористые полимерные материалы. Один из методов получения таких материалов проработали Сергей Широких и Марина Королёва вместе с Павлом Загоскиным и Анатолием Фениным. Вместе с Ольгой Молокановой и Ефимом Вайнерманом они изучили влияние параметров получения пористого коллагенового материала на его сорбционные свойства по отношению к пленкам нефтепродуктов.

Диоксид кремния, полученный из нефелина, может использоваться в качестве эффективного сорбента фосфат-ионов из сточных вод. Юрий Веляев и Дмитрий Майоров изучили свойства этого материала, а совместно с Илоной Кометиани получили кремниевые и алюмокремниевые аэрогели разложением нефелина спиртовым раствором серной кислоты.

Мария Малышева, Дарья Бернадская, Евгений Рощин и Ирина Елизарова изучили влияние кремния на определение элементного состава минеральных образцов.

Титан и его соединения широко применяются в современной технике, а также в строительстве. В сборник вошли статьи сотрудников ИХТРЭМС КНЦ РАН и студентов МАГУ об электрохимических исследованиях титансодержащих расплавов с различным катионным составом, работа о влиянии структуры соединений титана на их сорбционные свойства, а также о новых перспективных фотокаталитических материалах на основе молибденмодифициро-

ванного диоксида титана и титаносиликатных порошков синтетического происхождения.

Дарья Нецвет и Виктория Нелюбова рассмотрели влияние минеральных добавок на реологические характеристики вяжущего для пенобетона. Показано, что совместное применение наноструктурированного вяжущего и ангидрита в качестве модификаторов цементной системы способствует снижению вязкости теста и повышению его подвижности. С технологической точки зрения это позволит получать материалы с рациональной поровой структурой.

Таисия Кузина, Галина Короткова и Александр Касиков определили состав органических примесей в растворах кобальтового производства АО «Кольская ГМК» и обосновали причины появления в растворах примесей эфиров, хлорпроизводных и фуранонов.

Сотрудники Института общей и неорганической химии им. Курнакова представили три доклада. Они создали кластерную модель состояния воды на поверхности наноразмерных порошков, изучили влияние различных растворителей на свойства гидрофобных кремнеземных ксерогелей и предложили методику получения бинарных аэрогелей.

Интересную работу в области медицины провели Екатерина Валерьевна Мищенко, Екатерина Тимофеева, Артем Артамонов и Марина Королева изучили свойства липидных наноэмульсий на основе олеиновой кислоты. Наноэмульсии обеспечивают адресную доставку лекарственных средств, однако существует проблема термодинамической нестабильности получаемых систем. Исследователи предложили решить ее путем изучения условий получения наноэмульсий и влияния стабилизаторов. Работа Анастасии Широких, Марины Королевой и Евгения Юртова связана с влиянием стеарата иттрия на физико-химические свойства дисперсий твердых липидных наночастиц на основе стеариновой кислоты. Твердые липидные наночастицы обладают высокой биосовместимостью, биодоступностью и характеризуются возможностью контролируемого высвобождения лекарственных веществ, а также сохраняют свои физико-химические свойства под воздействием радиации, что позволяет использовать

их для адресной доставки лекарств для лучевой терапии и диагностики раковых заболеваний.

Анастасия Шнайдемиллер, Дмитрий Федоришин и Наталья Коротченко модифицировали гидроксиапатит, применяемый в качестве имплантата для замены поврежденной кости, а также для его покрытия или наполнителя. Проведенные модификации позволяют снизить риск возникновения инфекции за счет изменения свойств материала.

Сотрудники Института металлургии и материаловедения им. Байкова, МГУ им. Ломоносова

и корпорации «Эл Джи Электроникс Инк.» разработали технологию 3D-печати керамических изделий сложной формы из оксида циркония.

Спектр охваченных исследователями тем свидетельствует о широте научных интересов участников конференции, организованной Институтом химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН, и о высоком уровне этой конференции.

ТРУДЫ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА: ОКЕАНОЛОГИЯ

Третий в 2021 году номер журнала «Труды Кольского научного центра» посвящен исследованиям в области океанологии. Авторы либо соавторы всех статей в нем – сотрудники Мурманского морского биологического института РАН.

Наиболее яркие работы выпуска связаны с экспериментами над морскими млекопитающими. Заведующий лабораторией биотехнических систем Александр Зайцев выяснил, могут ли тюлени определять продолжительность звуковых сигналов. Эксперимент был автоматизирован, чтобы исключить влияние человека. Была разработана система, которая останавливала опыт, если тюлень уставал и отвлекался: переставал реагировать на раздражители либо начинал бессистемно нажимать на кнопку. Как считает автор статьи, разработанная методика позволит понять, как воспринимают и оценивают время морские млекопитающие, а также разработать новую систему команд для общения с этими животными.

Научный сотрудник той же лаборатории Андрей Яковлев задался вопросом существования магниторецепции у серых тюленей. Некоторые ученые предполагают, что китообразные

используют во время миграций в качестве ориентира геомагнитное поле Земли для ориентации. Поскольку ластоногие тоже совершают длительные миграции в открытом море при отсутствии явных ориентиров, можно предположить, что и они обладают чувствительностью к магнитному полю. Пока не совсем ясно, каким именно образом реализуется магниторецепция у животных, поэтому планирование и осуществление опытов достаточно затруднено. Для изучения этой проблемы Андрей Петрович создал экспериментальную установку и адаптировал методику тестирования. Предложенная им схема эксперимента дает животным свободу передвижения и предоставляет им время для ознакомления с окружающей магнитной обстановкой.

Работа заведующего лабораторией океанографии и радиоэкологии Геннадия Ильина и научной сотрудницы этой же лаборатории Дарьи Валуйской посвящена так называемому чернобыльскому следу в наземных экосистемах Северо-Европейского региона. Исследователи рассуждают о влиянии продуктов аварии Чернобыльской АЭС на наземные экосисте-

мы европейской части России и Скандинавии и вычисляют, насколько может повыситься доза внутреннего облучения местных жителей употребление в пищу растений и грибов, произрастающих на этих территориях.

Несколько статей журнала касаются гидрологии. Александра Булавина рассмотрела три возможных сценария изменения климата бассейна реки Обь и провела моделирование ее стока в зависимости от выбранного сценария. Результаты моделирования показали, что снижение или повышение количества осадков на территории водосбора может существенно изменить количество воды, попадающей в океан. Сотрудники лаборатории океанографии и радиоэкологии Татьяна Максимовская и Геннадий Ильин представили результаты гидрологических исследований северо-восточной части Баренцева моря. В ходе анализа серии гидрологических разрезов ученые выделили два потока атлантических вод, направленных противоположно друг другу и расположенных в слоях разной глубины.

Сотрудники ММБИ РАН ежегодно ведут наблюдения за живыми организмами, обитающими в арктических водах, занимаются выявлением видового состава и закономерностей распространения видов. Так, статьи сотрудниц лаборатории планктона Анастасии Ващенко и Марины Венгер о бактерио- и вириопланктоне Баренцева дополняют современные представления о развитии и распределении баренцевоморского планктона в осенний период. Исследовательницы определили качественный и количественный состав сообществ вирусов и бактерий в водах Баренцева моря и выявили факторы, влияющие на их распространение.

Анатолий Олейник и Ольга Човган обратили внимание на особенности вертикальной стратификации планктонной биоты. В работе «Состав и распределение микропланктона в Баренцевом море в связи с термохалинной структурой пелагиали» они детально изучили распределение микропланктона Баренцева моря в летний период по глубине и увязали эти данные с температурой и соленостью воды.

Работа Олега Бондарева «Размерный состав и продукционные характеристики сеголеток

трески и сайды в губе Зеленецкая в 2018 году» продолжает многолетние исследования видового состава рыб, обитающих в губах Восточного Мурмана, их питания и роста доминирующих видов в отдельные годы. Автор вычислил удельную суточную продукцию трески и сайды и определил, в какие месяцы продукционные показатели для каждого вида достигают максимума.

Сотрудник лаборатории ихтиологии и физиологии Сергей Чаус напоминает читателям о том, что в связи с изменением условий обитания в арктических экосистемах требуется регулярное уточнение информации о современном состоянии популяций отдельных видов и возможном изменении их ареалов. Он обобщил данные о распределении двух видов рыб рода *Icelus* в морях российской Арктики.

Стажер-исследователь лаборатории орнитологии и паразитологии Анастасия Гурба сообщает о результатах наблюдений за зимующими в районе Кольского залива птицами. Младший научный сотрудник лаборатории зообентоса Ольга Евсеева продолжает исследования фауны мшанок. В ее статье «Мшанки (*Bryozoa*) морей Лаптевых и Восточно-Сибирского: современные исследования» приведены новые данные по фауне *Bryozoa* сибирских морей. Результаты анализа видового и биогеографического состава, а также особенностей распределения мшанок показывают, что доля арктических видов уменьшается, а долябореально-арктических, напротив, значительно увеличивается, что может отражать изменение климата в сторону потепления, наблюдаемого в начале XXI века.

Еще один сотрудник лаборатории зообентоса Константин Москвин занимается изучением особенностей распределения, распространения и биологии многощетинковых червей *Pholoe assimilis* в северо-восточной части Баренцева моря. Особи этого вида приспособлены к разнообразным условиям окружающей среды, однако наиболее благоприятными для них, судя по плотности поселения и биомассы, являются прибрежные воды на относительно малых глубинах и при положительных температурах придонных вод. Максимальной плотности эти черви достигают в районах с высокой числен-

ностью жертв и большим числом экологических ниш.

Две статьи выпуска посвящены результатам наблюдений за двустворчатыми моллюсками. Стажер-исследователь Алена Носкович изучила распределение двустворчатого моллюска *Macoma calcarea* в заливе Грэн-фьорд архипелага Шпицберген и выяснила, что кутовая часть залива характеризуется более благоприятными условиями для размножения, питания и роста животных. Пока затруднительно объяснить именно такое распределение особей, требуется дальнейшее изучение их поселений в данном районе.

Ольга Смолькова рассчитала продукцию поселений двустворчатого моллюска *Mya arenaria* на литорали губ Ярнышная и Зеленецкая Баренцева моря. Ее исследование выявило четкую зависимость роста моллюсков от состава грунта и протяженности литорали. На литорали протяженностью не более 200 м и в грунте, содержащем большое количество мелкодисперсных глинистых фракций, рост более интенсивный. На годовой прирост биомассы явно влияют гидрологические условия.

Совместное исследование старшего лаборанта ММБИ Зинаиды Румянцевой и старшего научного сотрудника кафедры прикладной экологии Санкт-Петербургского государственного университета Ивана Нехаева тоже связано с моллюсками. Авторы статьи изучили распределение раковинных брюхоногих моллюсков в удаленных от берега районах Баренцева моря. Практически повсеместно встречаются виды, имеющие широкий диапазон толерантности к факторам среды. Остальные виды условно можно разделить на две группы: распределение первой в большей степени связано с типом грунта, а вторая больше связана с переменными, описывающими географическое положение и глубину.

Стажер-исследователь лаборатории зообентоса Любовь Захарова и ведущий научный сотрудник Екатерина Облучинская исследовали свойства экстрактов наиболее распространенных в прибрежных водах арктических морей фукусовых водорослей и определили их состав.

Присутствующие в бурых водорослях биоактивные соединения обладают разнообразными биологическими свойствами. Результаты исследования показали, что содержание полифенолов в водорослях, собранных на побережье Баренцева моря и моря Ирмингера (Западная Исландия), зависит от района произрастания, в то время как их антиоксидантная активность значительно не отличается, что позволяет предположить присутствие других антиоксидантов в экстрактах.

Старший научный сотрудник лаборатории альгологии Светлана Малавенда впервые изучила видовой состав водорослей самой пресной части Кольского залива – губы Вересовая. Благодаря уникальному сочетанию пресных и морских вод, а также колебаниям уровня воды на литорали сформировались растительные сообщества с массово развитыми сосудистыми растениями и водорослями. Автор статьи выявила 11 новых для флоры Кольского залива видов водорослей.

Стажер-исследователь лаборатории планктона Иван Пастухов – автор интересного гидрохимического исследования. На 10 станциях разреза «Кольский меридиан» были определены концентрации фосфатного фосфора, нитратного азота и кремния и выделены два предполагаемых очага фитопланктонной активности: в районе ледовой кромки на севере разреза и в водах Мурманского прибрежного течения. Эти данные подтверждают теорию о начале «цветения» фитопланктона в северных морях вблизи ледовой кромки.

Океанологические труды мурманских исследователей являются точным срезом научных интересов ученых Мурманского морского биологического института, сочетающих фундаментальный подход со смелыми предположениями и экспериментами.

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 КНЦ РАН, 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 года.

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 универсального десятичного классифика-

тора;

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

Текст набирается 12-м кеглем шрифтом Times New Roman через 1.5 интервал (без интервалов между абзацами) с полями слева, сверху и снизу – 2.5 см, справа – 1.5 см. Вместо литеры «ё» используется литера «е». Нужно различать употребление дефиса и тире. После точки и запятой всегда следует пробел. Латинские названия видов и родов растений, грибов и животных выделяются курсивом по всему тексту (*Quercus robur*). Авторов таксонов приводить не нужно, но в разделе «Материал и методика исследований» нужно сослаться на сводки, классификации и проч., по которым приводятся латинские названия таксонов.

Графические материалы (таблицы и рисунки) нумеруются в порядке упоминания его 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 300dpi. 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 чётких 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 общеупотребительных: 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 небибблиографического 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., Мингалев 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.-практ. конф. (Котлас, 6–7 апр. 2012 г.). СПб. 2012. Вып. 5. С. 126–132.

Интернет-документы приводятся с указанием режимa 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.

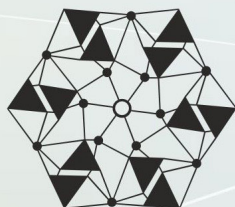
Лозовик П.А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: дис. ... докт. хим. наук. Петрозаводск, 2006. 481 с.

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. 04.12.00; опубл. 27.11.02.2С.

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

