



ВНИИХТ  
РОСАТОМ



**ГОДОВОЙ  
НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ  
2022**

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ВЕДУЩИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»  
ИМЕНИ Б.Н. ЛАСКОРИНА  
(АО «ВНИИХТ» имени Б.Н. Ласкорина)

ГОДОВОЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ 2022

Москва 2023

УДК 061.75

ГРНТИ 53.37.35; 53.39.29; 61.31.61; 58.91.29; 31.25.19

ББК 35

Годовой научный отчет АО «ВНИИХТ» имени Б.Н. Ласкорина (отчет об основных исследовательских работах, выполненных в 2022 г.) / под общей ред. к-та физ.-мат. наук К.В. Ивановских. — Москва: АО «ВНИИХТ», 2023. — 120 с.

Отчет содержит статьи о выполненных в 2022 году исследованиях и результатах работ по основным направлениям деятельности АО «ВНИИХТ», таким как: комплексная переработка минерального сырья; технологии металлургических процессов, переработка техногенного сырья; обращение с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла; материалы радиационной фотоники; полимерные и композиционные материалы. Отчет предназначен для сотрудников научно-исследовательских организаций, предприятий атомной промышленности и студентов соответствующих специальностей.

Над выпуском отчета работали: К.В. Ивановских, кандидат физико-математических наук; Л.Г. Соловьева, кандидат технических наук; Е.А. Нескоромная, кандидат технических наук; А.Н. Кропачев, кандидат технических наук; Ю.В. Соколова, доктор технических наук; С.А. Мельников, кандидат физико-математических наук; Е.Е. Козлова; О.Н. Мятковская; А.Е. Афонькин.

*Утвержден научно-техническим советом акционерного общества «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии»*

Акционерное общество  
«Ведущий научно-исследовательский  
институт химической технологии»  
(АО «ВНИИХТ» имени Б.Н. Ласкорина), 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Информация об институте .....	6
1.1 Историческая справка.....	6
1.2 Имя в истории института. Бучихин Петр Иванович .....	9
1.3 Основные направления научной деятельности .....	12
1.5 Кадровый потенциал.....	17
2 Результаты деятельности по основным направлениям.....	23
2.1 Основные работы научных подразделений по направлениям деятельности .....	35
2.1.1 Технологии комплексной переработки минерального сырья.....	35
2.1.2 Технологии металлургических процессов .....	39
2.1.3 Технологии переработки техногенного сырья.....	61
2.1.4 Функциональные материалы и изделия .....	71
2.1.5 Полимерные материалы .....	76
2.2 Итоги заседаний Научно-технического совета .....	78
3 Прочие научно-технические достижения.....	88
3.1 Статистические показатели по науке.....	88
3.1.1 Перечень публикаций.....	88
3.1.2 Перечень созданных результатов интеллектуальной деятельности	92
3.1.3 Перечень использованных результатов интеллектуальной деятельности.....	94
3.2 Перечень полученных премий и наград .....	95
4 Научно-технические мероприятия .....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	119

## ВВЕДЕНИЕ

Акционерное общество «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» (АО «ВНИИХТ») является одним из ключевых научно-исследовательских институтов Госкорпорации «Росатом», в зоне ответственности которого находятся такие области, как технологии добычи и обогащения урановых, редкометаллических и полиметаллических руд, получения и производства ядерно-чистых и редких металлов (лития, бериллия, циркония, гафния, тантала, ниобия и др.), разработка и производство сплавов на основе редких металлов, материалов радиационной фотоники и других функциональных материалов. За свою 71-летнюю историю институт внёс огромный вклад в обеспечение промышленности такими стратегическими материалами, как литий, бериллий, цирконий, ниобий, тантал, редкоземельные металлы и проч.

Пережив не самые простые годы своего существования, институт сформировал новое видение своего развития с учётом ёмкости и требований соответствующего рынка, как в рамках отрасли, так и вне её, и имеющихся технологических возможностей и научному заделу. Сегодня АО «ВНИИХТ» продолжает развиваться как отраслевой центр компетенций по разработке технологий комплексной переработки редкометаллического, рудного и техногенного сырья с получением товарных продуктов заданной номенклатуры, разработке технологий переработки техногенных отходов, технологий обращения с РАО, технологий получения редких и редкоземельных (РМ и РЗМ) и сплавов на их основе, технологий бериллия.

## **1 Информация об институте**

### **1.1 Историческая справка**

Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии организован в апреле 1951 года в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР N 1242/626.

В апреле 1951 г. Советом Министров СССР принято решение о создании НИИ-10 (Постановление № 1242-626сс от 17 апреля 1951 г.)

В декабре 1951 г. Постановлением Совета Министров от 29 декабря 1951 г. № 5379-2339 институту была передана опытная установка № 3 в г. Москве, преобразованная в 1968 г. в Опытный химико-технологический завод ВНИИХТ (ОХТЗ).

В 1952 г. создан Ученый Совет института по горной, геологической, технологической и экономической тематикам.

В 1953 г. организован специализированный минералогический музей руд урана и редких элементов.

В 1958 г. за разработку и внедрение в промышленность процесса сорбции урана из рудных пульп звания лауреатов Ленинской премии получили П.И. Бучихин, В.А. Голдобина, Б.Н. Ласкорин.

С 1964 г. в г. Днепродзержинске (Украина) по технологии ВНИИХТ впервые в СССР начато производство анионитов.

В 1965 г. за разработку и внедрение новой технологии переработки фторидов обогащенного урана звания лауреатов Ленинской премии получили А.П. Зефирин, Н.П. Галкин, М.Ф. Свидерский и Ю.В. Смирнов.

В 1966 г. за работы в Германской Демократической Республике на СГАО «Висмут» по освоению новых технологий переработки саксонских урановых руд звания лауреатов Ленинской премии присвоены Н.Н.Токареву и Г.М.Алхазашвили.

В 1967 г. институту присвоено наименование «Всесоюзный научно-исследовательский институт химической технологии».

К 1970 г. в диссертационных советах ВНИИХТ защитили диссертации 400 кандидатов и 40 докторов наук (как из самого института, так и с промышленных предприятий отрасли).

В 1974 г. по решению Минсредмаша во ВНИИХТ создана арбитражная лаборатория, ответственная за анализ качества гексафторида урана, поставляемого за рубеж.

В 1975 г. решением Минсредмаша во ВНИИХТ создан отраслевой отдел защиты окружающей среды.

В 1976 г. в честь своего 25-летия ВНИИХТ награжден Орденом «Знак Почета».

В 1992 г. институт получает наименование «Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии» при Минатоме РФ.

В 1999 г. институт преобразован в государственное унитарное предприятие (ГУП «ВНИИХТ»).

В 2003 г. институт преобразован в федеральное государственное унитарное предприятие (ФГУП «ВНИИХТ»).

В 2008 г. Институт преобразован в открытое акционерное общество «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии» (ОАО «ВНИИХТ»), с 2014 года АО «ВНИИХТ».

Работы института удостоены 40 Ленинских, Государственных премий, премий Совета Министров СССР и Правительства РФ, премий имени видных деятелей науки. Лауреатами различных премий являются около 90 сотрудников института. На заседаниях трех диссертационных советов института защитили диссертации 1060 кандидатов и 127 докторов наук.

Два сотрудника удостоены званий «Заслуженный деятель науки РФ», один - «Заслуженный химик РФ», четверо - звания «Заслуженный геолог РФ», один сотрудник удостоен звания «Заслуженный деятель культуры РФ». Только в 2012 году более 35 человек за успехи в труде отмечены наградами и почетными грамотами Госкорпорации «Росатом». За весь период деятельности института сотрудники и ветераны института (1440 человек)

награждены трудовым знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности».

За успешное завершение проекта «Разработка инновационной технологии получения бериллийсодержащих концентратов и гидроксида бериллия из минерального и техногенного сырья» шесть сотрудников АО «ВНИИХТ» отмечены АО «Наука и инновации» в номинации «Единая команда». Традиционно ко Дню работника атомной промышленности сотрудники института получили благодарности от руководства Госкорпорации «Росатом».

АО «ВНИИХТ» награжден дипломом лауреата 5-ой Юбилейной Национальной премии в области импортозамещения «Приоритет-2019» в номинации «Приоритет-Химпром» за инновационную технологию получения гидроксида бериллия и дипломом номинанта этой премии в данной номинации за полировальный порошок марки «Модипол».

В 2022 году завершился проект «Компактизация АО «ВНИИХТ». Научные подразделения института перемещены на площадку по адресу: г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Перово, ул. Электродная, д. 2, производственные участки локализованы на территории Опытного химико-технологического завода.

С подробной информацией об истории и развитии института с момента его основания можно ознакомиться в Годовом научном отчете за 2021 года, размещенном в открытом доступе на сайте: [https://vniiht.ru/technology\\_cat/technology/](https://vniiht.ru/technology_cat/technology/).



## 1.2 Имя в истории института. Бучихин Петр Иванович



БУЧИХИН ПЕТР ИВАНОВИЧ

(1906–1992)

Бучихин Петр Иванович (22 августа 1906, д. Белявцы Вятской губернии – 11 февраля 1992, г. Москва) – советский учёный в области ядерных технологий, лауреат Сталинской премии (1951) и Ленинской премии (1958), доктор технических наук, профессор, первый директор института.

Петр Иванович Бучихин родился в крестьянской семье в д. Белявцы (Кировская область). Трудовую жизнь начал рано – был разнорабочим,

дворовым работником в деревне. Крепкий коренастый подросток с острым крестьянским рациональным умом быстро оказался в центре интересов молодежи, став членом комсомольской ячейки, которая и рекомендовала направить его учиться на рабфак им. Степана Халтурина в г. Киров (1925 г.). С рабфака он сразу поступил в Московский институт тонкой химической технологии, который успешно закончил в декабре 1934 года. Проходя практику на заводе А (Ленино Московской области), обратил на себя внимание серьезным творческим отношением к делу, что определило место его работы после окончания института. Завод А принял Петра Ивановича как инженера исследовательского отдела, затем начальника реактивного цеха и важного оборонного цеха №3. В годы Великой Отечественной войны Петр Иванович был заместителем главного инженера и начальником ЦНИЛ этого завода, который обеспечивал оборонную промышленность страны стратегическим металлом.

В 1946 г. Петр Иванович участвовал в пуске Подольского опытного завода (п/я 12), специализирующегося на изготовлении твэлов, и до 1952 г. руководил этим заводом, ставшим научно-исследовательской базой Министерства среднего машиностроения.

В апреле 1951 г. решением Правительства был организован НИИ-10, первым директором которого назначили Петра Ивановича Бучихина. Основными задачами нового НИИ были обеспечение в кратчайшие сроки атомной промышленности разведанными запасами урана и металлов, необходимых для конструкционных материалов, разработка и промышленное освоение технологии эффективной переработки урановых руд для оборонного комплекса, а также снабжение народного хозяйства ураном, основными компонентами ядерного топлива, конструкционными ядерно-чистыми металлами.

На должности директора НИИ-10, которым Петр Иванович руководил до 1957 г., а с 1957 по 1975 г. работал в должности заместителя директора и начальником технологического отдела, раскрылся талант П.И. Бучихина –

крупного организатора, ученого, исследователя. Являясь высококвалифицированным специалистом, Петр Иванович отдавал много сил организации научно-исследовательской работы и принимал в ней самое непосредственное участие. Под его руководством был выполнен большой объем работ по освоению и пуску в эксплуатацию новых урановых заводов как в СССР, так и странах Восточной Европы, с использованием сорбционных процессов.

Труд П.И. Бучихина отмечен многими государственными наградами: Сталинской премией (1951 г.) – за разработку методов производства химических продуктов, орденом Ленина (1954 г.), орденом Трудового Красного Знамени (1954 г.), Ленинской премией (1958 г.) – за разработку и внедрение в промышленность процесса сорбции урана из рудных пульп, орденом «Знак Почета» (1962 г.) и медалями. Ему было присвоено звание «Заслуженный изобретатель РСФСР» (1964 г.).

### **1.3 Основные направления научной деятельности**

АО «ВНИИХТ» обладает компетенциями и инфраструктурой для комплексного решения сырьевых и технологических проблем атомной энергетики страны. Предприятие расположено в г. Москва и обладает собственной опытно - производственной базой, размещенной в филиале АО «ВНИИХТ» - ОХТЗ (г. Москва).

В период 2021-2022 гг. в АО «ВНИИХТ» продолжались работы по сохранению и восстановлению научных компетенций и экспериментальной базы по направлению комплексной переработки рудного, редкометаллического и редкоземельного сырья.

АО «ВНИИХТ» поддерживает и развивает сотрудничество и кооперации с отраслевыми добывающими предприятиями и пользователями разрабатываемых технологий (АРМЗ, Uranium One, ТВЭЛ) и другими металлургическими предприятиями и ГОКаами.

#### **Роль предприятия в отрасли**

АО «ВНИИХТ» принимает участие в развитии 4 стратегических направлений Госкорпорации «Росатом» (Материалы и технологии, замыкание ЯТЦ на базе РБН, переработка ОЯТ и мультрециклирование ЯМ, обращение с отходами) и выступает в роли ведущего разработчика технологий комплексной переработки рудного и техногенного сырья с получением товарных продуктов заданной номенклатуры РМ/РЗЭ.

В 2022 году в АО «ВНИИХТ» выполнено 22 договора с организациями и предприятиями Госкорпорации «Росатом», завершены этапы пяти проектов Единого отраслевого тематического плана НИОКР по созданию новых продуктов и технологий, выполнено два аванпроекта.

В отчетном году научными сотрудниками АО «ВНИИХТ» выпущено тридцать три отчета о НИР и НИОКР, проведенных патентных исследованиях, подготовлено двадцать пять открытых публикаций, включая двенадцать статей, и тринадцать докладов/тезисов докладов научных конференций.

Оформлено семь «ноу-хау». Получено два патента РФ на изобретение, один международный патент, подано три заявки на патенты РФ.

### **Основные направления научно-производственной деятельности**

- технологии комплексной переработки минерального сырья;
- технологии металлургических процессов;
- технологии переработки техногенного сырья;
- технологии обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла;
- полимерные материалы;
- функциональные материалы и изделия

### **Ключевые продукты**

Технологии извлечения РМ и РЗМ из минерального и техногенного сырья, получения чистых соединений, получение металлов, сплавов и лигатур РМ и РЗМ, технологии получения сплавов с памятью формы, технологии получения порошков, сплавов и лигатур тугоплавких металлов.

Ключевым инструментом развития является акцентирование деятельности предприятия на реализации НИОКР и ОТР, направленных преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач с последующим созданием опытно-промышленных производств в рамках НПО, выполнение работ в рамках Единого отраслевого тематического плана (ЕОТП), Федеральной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии» (РТТН) и других программ, модернизация экспериментальной и инструментальной базы и инфраструктуры предприятия.

## **Перспективы развития**

Направления развития АО «ВНИИХТ» неотделимы от реализуемой стратегии АО «Наука и инновации» и Госкорпорации «Росатом» и связаны с качественным и своевременным удовлетворением потребности атомной и смежных отраслей в современных разработках в области химической технологии получения материалов широкой номенклатуры, разработкой новых продуктов.

Общество ставит перед собой следующие стратегические цели:

- Рост финансовой эффективности;
- Устойчивое научно-технологическое развитие.

Указанные цели соответствуют задачам, поставленным перед АО «ВНИИХТ» управляющей организацией – АО «Наука и инновации» в части повышения экономической эффективности, а также отражают не менее важный показатель по устойчивому научно-технологическому развитию.

В 2023 году АО «ВНИИХТ» продолжит реализацию инфраструктурных и инновационных проектов, направленных на создание и использование компетенций для трансформации Общества в ведущий отраслевой центр по следующим ключевым направлениям научно-технического развития:

- технологии комплексной переработки редкометалльного, радиоактивного рудного и техногенного сырья;
- технологии получения сплавов-лигатур редкоземельных металлов с переходными металлами для использования в производстве редкоземельных постоянных магнитов;
- технологии получения сплавов-накопителей водорода с программируемым уровнем сорбционных характеристик (материалы для водородной энергетики);
- технологии извлечения лития из минерального и техногенного сырья (переработка литий-ионных аккумуляторов);

## 1.4 Структура научного блока

В 2022 году структура научного блока АО «ВНИИХТ» была представлена пятью лабораториями, одним испытательным аналитическим центром и двумя отделениями, в состав которых входили четыре лаборатории и один сектор:

- **Лаборатория полимерных композиционных материалов** (начальник – к.т.н., Хакулова Д.М);
- **Лаборатория радиационной фотоники** (начальник – Бондаренко С.А.);
- **Лаборатория чистых металлов и функциональных материалов** (начальник – к.т.н. Коцарь М.Л.; начальник – к.т.н. Кропачев А.Н.);
- **Лаборатория переработки техногенного сырья** (начальник – к.т.н. Новиков П.Ю.);
- **Лаборатория металлургических процессов** (начальник – Солнцева Е.Б.);
- **Отделение переработки рудного сырья** (начальник – Авдеев М.Б).

В состав отделения входят:

- **Лаборатория комплексной переработки рудного сырья** (вакансия),
  - **Испытательная лаборатория радиационного контроля** (начальник – к.б.н. – Клочкова Н.В.),
  - **Сектор геотехнологий** (заведующий сектором – Рожков С.С.).
- **Отделение химические технологии замкнутого ядерного топливного цикла** (начальник – к.т.н. Каленова М.Ю.).

В состав отделения входят:

- **Лаборатория методов обращения с ОЯТ и РАО** (начальник – к.т.н. Кузнецов И.В.),
- **Лаборатория высокотемпературной химии и электрохимии** (вакансия).

– **Испытательный аналитический центр** (начальник – к.х.н. Кошель Е.С.)

Подробная структура научного блока института представлена на рисунке 1.

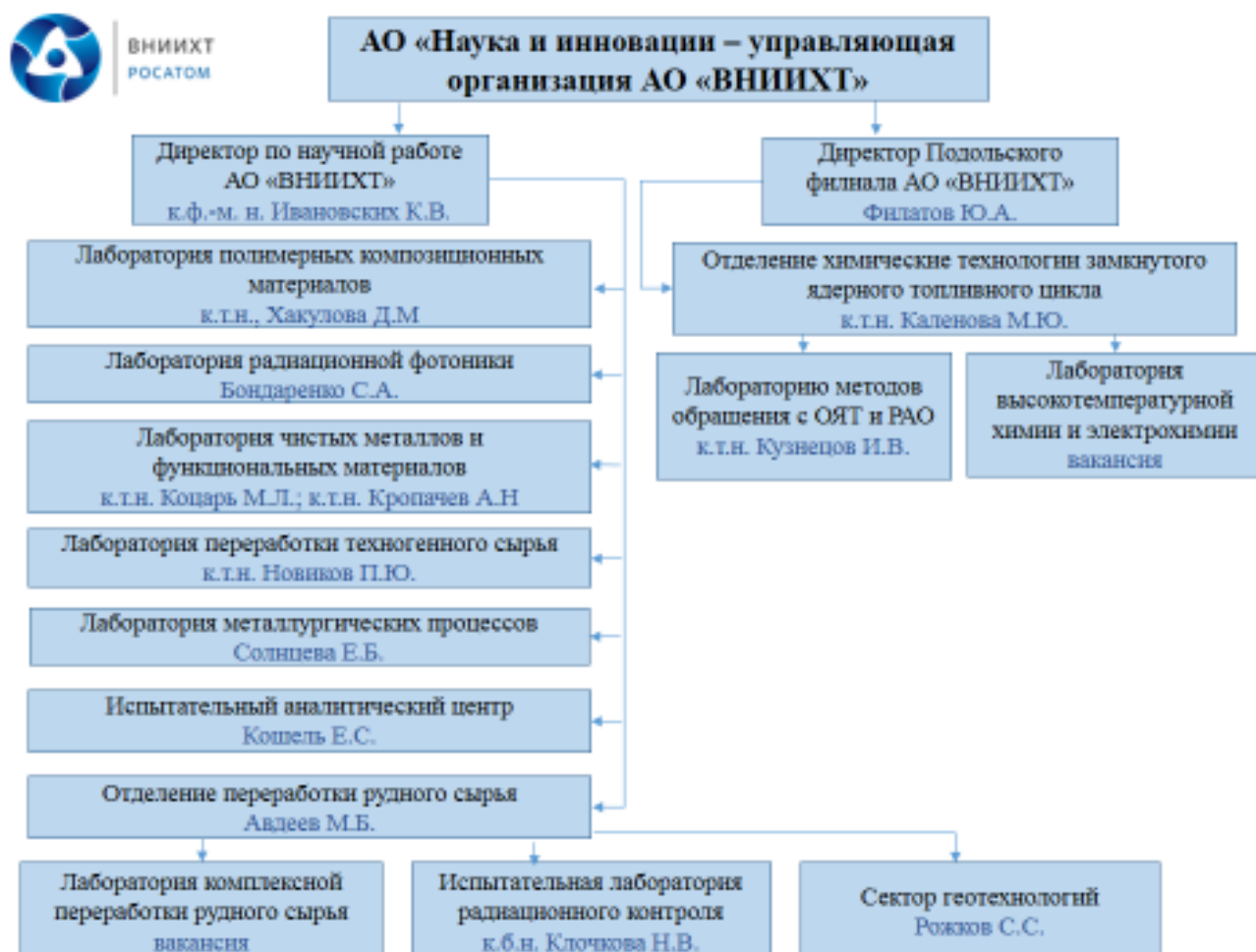


Рисунок 1 – Структура научного блока АО «ВНИИХТ» в 2022 году



## 1.5 Кадровый потенциал

В отчетном году в институте работало 3 доктора наук и 25 кандидатов наук, в том числе совместители и лица, выполняющие работы по договорам гражданско-правового характера.

Одним из приоритетных направлений работы института является объединение процесса обучения с решением научно-исследовательских и производственных задач, возможность расширения спектра квалификационных знаний молодых специалистов, получение практических навыков профессиональной деятельности. Эти задачи решаются в активном взаимодействии с профильными кафедрами ФГАОУ ВО Национального исследовательского технологического университета МИСиС (НИТУ «МИСиС»), ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА), ФГБОУ ВО Российского химико – технологического университета им. Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева).

АО «ВНИИХТ» сотрудничает с институтами и вузами. Сотрудники нашего института ведут педагогическую деятельность в ряде российских ВУЗов:

- заместитель директора по науке и инновациям к.ф.-м.н. Ивановских Константин Васильевич по совместительству осуществляет трудовую деятельность в УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина в должности старшего научного сотрудника Физико-технологический института, кафедры экспериментальной физики;

- начальник лаборатории чистых металлов и функциональных материалов, к.т.н. Кропачев Андрей Николаевич по совместительству осуществляет трудовую деятельность в Глазовском государственном педагогическом институте в должности заведующего кафедрой «Металлургия»;

- научный сотрудник лаборатории металлургических процессов Чепченко Татьяна Михайловна по совместительству осуществляет трудовую

деятельность в НИТУ «МИСиС» в должности ассистента преподавателя кафедры физического материаловедения.

Институт принимает на договорной основе студентов на практику, с дальнейшей возможностью их трудоустройства в структурные подразделения АО «ВНИИХТ». В 2022 году между АО «ВНИИХТ» имени Б.Н. Ласкорина и рядом ВУЗов и СУЗов были подписаны договора о сотрудничестве и заключены/продлены договора о практической подготовке обучающихся.

Заключены договора с ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина», предметом которых является сотрудничество в области образования и науки, а также разработки и реализация совместных образовательных программ, повышение квалификации работников Организации, внедрение новых технологий, научных разработок, проектов; заключены договора на организацию практической подготовки обучающихся и направленные на удовлетворение потребностей Организации в соответствующих специалистах.

За отчетный период 2022 года в АО «ВНИИХТ» прошли производственную практику 7 студентов образовательных учреждений: НИТУ «МИСиС» направление 22.03.02 «Металлургия», ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет» направление 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», ГБПОУ «Московский колледж бизнес-технологий» специальность 10.02.05 «Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем».

В 2023 году планируется принять на практику 10 студентов и 5 - на стажировку.

Информация об общем количестве практикантов и стажеров, принятых в 2022 году, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о стажерах по научным подразделениям

Подразделение	Количество практикантов	Количество стажеров	Из них, в 2022	План 2023
Конструкторское бюро	1		1	1
Отдел управления информационными технологиями и цифровизации	2		2	2
Лаборатория полимерных композиционных материалов				2
Лаборатория радиационной фотоники		1	1	2
Лаборатория чистых металлов и функциональных материалов		2	2	2
Лаборатория переработки техногенного сырья		2	2	2
Лаборатория металлургических процессов	4	5	9	2
Отделение переработки рудного сырья				2
Отделение химические технологии замкнутого ядерного топливного цикла				
<b>ИТОГО</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>15</b>

Сотрудники АО «ВНИИХТ» принимают активное участие в мероприятиях по популяризации науки (проведение технических туров для студентов, участие в карьерных мероприятиях). Совместно с сотрудниками вузов, аспирантами и студентами проводятся исследования, необходимые для выполнения НИОКР. Полученные результаты представлены в совместных публикациях в рецензируемых журналах и в докладах на всероссийских и международных конференциях.

Большое внимание в институте уделяется сотрудникам, обучающимся в аспирантуре, и тем работникам, которые являются соискателями ученых степеней. В таблице 2 представлен список аспирантов, докторантов и соискателей, работавших в институте в 2022 году. В их распоряжении находится вся инфраструктура лабораторий, позволяющая им проводить научные исследования и эксперименты, необходимые для подготовки диссертационной работы.

Таблица 2 – Список аспирантов, докторантов и соискателей АО «ВНИИХТ»

№ п/п	ФИО	Организация	Год окончания аспирантуры	Подразделение института
<b>Аспиранты</b>				
1.	Силюк Наталья Павловна	ИАТЭ НИЯУ МИФИ 01.04.07 Физика конденсированного состояния	2024 планируемая защита 2024	Научный сотрудник
2.	Рожков Сергей Сергеевич	ФГУП «ВИАМ» 22.06.01 Технология материалов Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов	2026 планируемая защита 2026	Научный сотрудник
3.	Сапрыкин Роман Владимирович	РТУ МИРЭА 18.06.01 Химическая технология	2024 планируемая защита 2024	Инженер
4.	Короткова Наталья Александровна	ИОНХ РАН 04.06.01 Химические науки	2023 планируемая защита 2024	Ведущий инженер-технолог
5.	Чернышев Богдан Дмитриевич	НИТУ МИСиС 1.3.8. Физика конденсированного состояния	2026 планируемая защита 2026	Стажер-исследователь
<b>Соискатели</b>				
1.	Захаров		планируемая защита 2025	Ведущий инженер-

	Андрей Александрович			технолог. Лаборатория технологии получения веществ особой чистоты
<b>Докторанты</b>				
<b>1.</b>	Ивановских Константин Васильевич	УрФУ 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, организация Защита докторской	Защита запланирована на 2025 год	Заместитель директора по науке и инновациям

Институт активно проводит работы по интеграции научного и образовательного потенциала научных организаций и высших учебных заведений, созданию исследовательской и учебной базы, учебных специализированных программ, созданию условий для подготовки и переподготовки высококвалифицированных научных и научно-педагогических кадров, активизации участия в исследованиях молодых ученых, аспирантов и студентов, совместному осуществлению инновационной деятельности в научной и образовательной сферах.

Сведения о персонале, занятом научными исследованиями и разработками, а также о количестве кандидатов и докторов наук представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Численность работников, выполнявших научные исследования и разработки, на конец отчетного года

Ресурсное обеспечение деятельности института	Ед. изм.	Всего	Из них имеют ученую степень	
			доктора наук	кандидата наук
Среднесписочная численность работников, выполнявших научные исследования и разработки (без совместителей и лиц, выполнявших работу по договорам ГПХ)	чел.	159,4	х	х
Численность работников, выполнявших исследования и разработки, в том числе: <i>Исследователи</i> <i>Техники</i> <i>Вспомогательный персонал</i> <i>Прочие</i>	чел.	152	3	25
		53	3	19
		8	0	0
		52	0	5
		39	0	1

## 2 Результаты деятельности по основным направлениям

В 2022 году в институте продолжались научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на разработку, совершенствование и создание новых технологических вариантов схем глубокой переработки руд редких, редкоземельных и др. ценных металлов.

Выполнен **аванпроект** по исследованию основных параметров **технологии переработки руды Колмозерского месторождения** (Мурманская область). Исследованы минералогические и химические характеристики рудоразборной пробы альбит-сподуменовых пегматитов массой 500 кг, отобранной ГИ КНЦ РАН на участке Патчемварекского массива (Ловозерский район Мурманской области, месторождение редкометалльных пегматитов со сподуменом Колмозерское). Проба представляет типичную литиевую руду сподуменового типа с примесью редкометалльных и редкоземельных элементов. Комплексом выполненных исследований установлены характерные особенности рудоразборной пробы, выявлены благоприятные и неблагоприятные факторы для основных обогатительных и сепарационных процессов, процесса сульфидизации и выщелачивания с целью извлечения лития, что позволяет подобную комбинация способов рассматривать в качестве наиболее рациональной технологии. Проведен сравнительный анализ результатов исследований с литературными данными по альбит-сподуменовым пегматитам Колмозерского месторождения. По результатам работы дана экспертная оценка целесообразности и направлений дальнейших технологических исследований.

В отчетном году АО «ВНИИХТ» совместно с АО «ГИРЕДМЕТ» выполнял исследования по разработке в лабораторном масштабе **технологии получения тетраоксида кремния с использованием диатомита** в качестве кремнийсодержащего сырья для последующей организации крупнотоннажного производства 30 тыс. т/год по товарному продукту – тетраоксиду кремния (ТХК). В ходе проведения работ исследованы

представительные партии диатомита, проведен минералогический, гранулометрический, химический и термический анализы исходных проб диатомита Забалуйского месторождения; изучен процесс подготовки рудного сырья; разработаны технические условия (ТУ) на диатомитовый порошок и ТХК. На основе результатов, полученных на данном этапе работы, планируется разработка исходных данных для проектирования опытно-промышленной установки хлорирования диатомита с целью получения ТХК, на которой будет проведена оптимизация режимов работы и опробованы технологические приемы для планируемого промышленного производства тетраоксида кремния.

**В 2022 году продолжалось сотрудничество с АО «ЧМЗ».** Осуществлялся авторский надзор за системой автоматизированного управления процессами иодидного рафинирования циркония в цехе № 60 АО «ЧМЗ». Собраны и обработаны статистические данные по работе печей СКБ-5025 и аппаратов Ц-40, на основании которых частично сформирован массив номеров аппаратов Ц-40, для которых выбор альтернативной программы ведения процесса положительно скажется на съеме циркония с аппарата. Внесены изменения в программное обеспечение, позволяющие осуществлять автоматический выбор покадровой системы ведения процесса, наиболее адаптированной к конкретному аппарату Ц-40. На основании анализа статистических данных запланирован ряд мероприятий по исправлению ошибочных настроек, применяемых в нарушение технологического регламента, а также изменение индивидуальных настроек программного обеспечения для ряда печей СКБ-5025, направленных на улучшение технологических параметров ведения процесса иодидного рафинирования циркония.

В отчетном периоде проведена работа по комплексному обследованию действующего производства дистиллированного кальция с целью определения технических решений по его улучшению, разработке рекомендаций по совершенствованию действующего производства и



формированию аппаратурно-технологической схемы вновь создаваемого производства кальция. В ходе работы проанализированы технологические решения производства кальция (в том числе альтернативные), данные по процессам и оборудованию для получения на АО «ЧМЗ» дистиллированного кальция, включая данные основных технологических переделов (получение безводного хлорида кальция, электролиз и вакуумная дистилляция кальция из медно-кальциевого сплава). Проанализированы и уточнены технологические параметры основных процессов производства кальция (в т.ч. состава сырья, технологических сред, промежуточных и конечных продуктов), методов и средств аналитического контроля. Разработаны предложения по совершенствованию переделов кальциевого производства и их аппаратурного оформления. Проведена оценка уровня патентной защищённости действующего производства и предлагаемых решений. Разработан перечень НИОКР и исходных данных для формирования технического задания на процессы и оборудование. Проанализированы критически важные технологические процессы, выявлены их особенности и выданы экономические рекомендации по совершенствованию действующего производства. Разработаны предложения по формированию принципиальной схемы непрерывного производства кальция на базе новой конструкции электролизёра.

В 2022 году завершена работа **по получению и исследованию экспериментальных образцов сплавов с высокотемпературным эффектом памяти формы**, выполняемая по договору с РФЯЦ ВНИИЭФ. Были выполнены следующие экспериментальные работы: в дуговой печи 5 SA с нерасходуемым вольфрамовым электродом в атмосфере очищенного аргона отработаны режимы выплавки сплавов Ti-Hf-Ni в виде слитков размером 29x29x10-15 мм общей массой 969 г; осуществлена горячая прокатка слитков с последующей механической обработкой, травлением и ультразвуковой обработкой пластин экспериментальных образцов для снятия окалины. В результате получены экспериментальные образцы высокотемпературных

сплавов с эффектом памяти формы в виде пластин с заданной толщиной 1,6-2,2 мм. Проведено исследование микроструктуры, фазового состава и характеристик восстановления образцов высокотемпературных сплавов с эффектом памяти формы системы Ti-Hf-Ni. Установлено, что дополнительное легирование никелида титана гафнием по схеме замещения титана повышает стабильность мартенсита и является перспективным для создания материала с высокотемпературным эффектом памяти формы.

В 2022 году институт совместно с ИМЕТ РАН и УрФУ им. Б.Н. Ельцина принимал участие в проведении НИОКР по разработке новой экономичной **технологии получения лигатур редкоземельных металлов для производства постоянных магнитов**, выполняемой в рамках Федерального проекта «Разработка новых материалов и технологий для перспективных энергетических систем» по Комплексной программе «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации по период до 2024 года». Целью работы являлась разработка технологии получения лигатур редкоземельных металлов для производства постоянных магнитов для применения в авто- и ветрогенераторах на основе существующих и новых базовых составов РЗМ - Fe (РЗМ-Nd; РЗМ-Nd, La, Pr, Ce). Предложено использование электролитического метода получения лигатур РЗМ – Fe как наиболее экономичного способа получения исходного сырья для производства магнитов из сплавов РЗМ-Fe-B. Разработан базовый состав лигатур РЗМ-Fe. Сформулированы технологические требования к содержанию примесей в лигатуре РЗМ-Fe. Разработаны программа и методика испытаний базовых составов лигатур, программа и методика испытаний слитков редкоземельных постоянных магнитов (РЗПМ) и спеченных магнитов из них. В ходе выполнения настоящей НИОКР разработана эскизная конструкторская документация и изготовлена опытная установка электролитического получения образцов базового состава лигатур РЗМ-Fe производительностью

0,5 кг лигатуры в час, на которой отработана лабораторная технология получения образцов базового состава лигатур РЗМ-Fe.

В ходе работы на разработанной установке были получены образцы слитков РЗПМ, из которых впоследствии были изготовлены и испытаны образцы постоянных магнитов. Испытания включали в себя подтверждение соответствия химического состава (основных и примесных элементов) образцов установленным требованиям. По результатам были разработаны технические требования к образцам слитков РЗПМ, а также разработана лабораторная технологическая инструкция. Разработанный технологический процесс обеспечивает получение заданных магнитных свойств на спеченных магнитах РЗМ-Fe-B: величины остаточной намагниченности  $B_r \geq 1,25$  Тл, коэрцитивной силы  $H_{ci} \geq 1200$  кА/м, максимального магнитного произведения  $(BH)_{max} \geq 318$  кДж/м<sup>3</sup>.

В 2022 году была завершена НИР **«Разработка технологии получения компактных слитков редкоземельных металлов и лигатур на их основе»**. На заключительном этапе работ разработана технология получения компактных слитков РЗМ и/или лигатур на их основе из отечественного сырья, в основе которой лежат процессы получения фторидов РЗМ в результате твердофазной реакции с бифторидом аммония, кальциетермического восстановления фторидов РЗМ в вакуумной печи в инертной атмосфере (аргон) с последующим рафинирующим переплавом слитков РЗМ в вакуумной дуговой печи с целью снижения содержания кальция. Оформлены технологические рекомендации на получение компактных слитков РЗМ и/или лигатур на их основе. Разработаны и оформлены технические условия на компактные слитки РЗМ (ТУ 20.13.23-012-07625358-2022 «Празеодим металлический ПрМ-кс. Слитки», ТУ 2013023-011-07625358-2022 «Диспрозий металлический ДиМкс. Слитки», ТУ 20.12.23-013-07625358-2022 «Тербий металлический ТбМ-кс. Слитки»). В соответствии с технологической рекомендацией изготовлены и исследованы компактные слитки редкоземельных металлов (РЗМ) для разработки технологии и изготовления

опытной партии постоянных магнитов системы РЗМ-ПМ-В в количестве: празеодим – 5 кг, тербий – 2,5 кг, диспрозий – 2,5 кг.

В 2022 году продолжались работы по разработке **опытно-промышленной технологии получения гидроксида бериллия, оксида бериллия и металлического бериллия** с выпуском экспериментальных партий в сотрудничестве с АО «НИИ НПО «ЛУЧ». На этапе 2022 года проведена разработка исходных данных для технического задания на проектирование экспериментального участка и технических заданий на экспериментальное оборудование для получения гидроксида бериллия. Последующий этап опытно-промышленных испытаний, устранение выявленных неполадок и конструктивных недоработок, оценка технико-экономических показателей позволит перейти к организации полномасштабного промышленного производства бериллия.

В 2022 году в институте продолжалось выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в рамках этапов четырех действующих проектов и одному вновь открытому проекту **Единого отраслевого тематического плана (ЕОТП) НИОКР Госкорпорации «Росатом»** по созданию новых продуктов и технологий:

– В процессе работы на четвертом (заключительном) этапе проекта **«Разработка технологии переработки техногенных отвалов для получения лигатур стратегического сырья (РЗЭ, W, Mo, Re и другие)»** создана укрупненная установка для переработки отходов производства магнитных материалов с получением 86-87%-го концентрата оксидов редкоземельных элементов производительностью 10-15 кг сырья/ч. На установке проведена отработка технологических режимов получения РЗЭ из шлифотходов магнитного производства и наработана опытная партия концентрата оксидов РЗЭ в количестве 6,75 кг. Из оксидов РЗЭ методом твердофазного фторирования бифторидом аммония получены фториды РЗЭ. Затем кальцийтермией с последующим рафинированием в вакуумной дуговой

печи в среде аргона из фторидов РЗЭ получена партия лигатуры РЗЭ-Fe с содержанием не менее 75% редкоземельных металлов.

– В рамках заключительного этапа, стартовавшего в 2021 г. проекта по **разработке технологии обращения с циркониевыми оболочками твэлов, образующимися при переработке ОЯТ ВВЭР**, разработаны предложения по обращению с продуктами кондиционирования циркониевых оболочек твэлов, включая вторичные. Выдана технологическая схема обращения с конструкционными материалами (KM) оболочек твэлов и ОТВС от переработки ОЯТ ВВЭР в двух вариантах: 1) с индивидуальной переработкой оболочек твэлов (KM ОТВС направляются на альтернативный передел, например, на прессование), ее ключевым преимуществом является возможность вторичного использования циркониевого сплава, как расходного электрода для стекловаренных печей типа ЭП или электрохимического разделения циркония и ниобия; 2) с совместной переработкой KM твэлов и ОТВС, обеспечивающей возможность снижения температуры переплава до 1400 °С. Подготовлены предложения по составу локальной системы газоочистки.

Предлагаемая технология предполагает получение целевых продуктов – компактного циркониевого слитка и шлака, насыщенного радионуклидами. Металлическая фаза может быть использована в качестве устойчивой матрицы как для радионуклидов, изначально присутствующих в оболочках твэлов, так и вносимых извне (Tc, Se и др.). В случае индивидуальной переплавки KM твэлов металлический продукт, состоящий на 99 % из циркония, может быть использован вторично как расходный электрод для стекловаренной печи типа ЭП или для электрохимического разделения Zr и Nb. При реализации первого сценария радионуклиды – неактивные компоненты, входящие в состав циркониевого сплава, будут постепенно включаться в стекломатрицу по мере коррозионного разрушения металлической основы. Во втором случае конечный циркониевый продукт, очищенный от дозообразующих изотопов цезия и  $^{94}\text{Nb}$  может быть переведен в РАО 3-го класса. Согласно

выполненному теоретическому анализу, единственным видом вторичных РАО, образующихся в процессе переплава, будут являться картриджи высокоэффективного (HEPA-) фильтра. Разработаны предложения по их утилизации.

Обоснован процесс переплавки КМ оболочек твэлов от переработки ОЯТ ВВЭР. В результате сравнительного анализа российской и мировой практики обращения с металлическими РАО преимущества предложенного подхода подтверждены.

– В рамках третьего этапа инициированного в 2020 г. проекта по **разработке технологии иммобилизации ВАО в минералоподобные матрицы (МПМ) методом ИПХТ, обеспечивающей снижение объема и увеличение времени долговременного хранения конечной формы радиоактивных отходов (РАО)**, были проведены испытания к внутреннему облучению с использованием метода бомбардировки частицами  $4\text{He}^+$ . Выполнено облучение на базе имплантатора «High Voltage Engineering Europe» частицами  $4\text{He}^+$  с энергией 500 кэВ до поглощенных доз  $10^{18}$ ,  $10^{19}$  и  $2 \times 10^{19}$   $\alpha$ -расп./г. Для всех исследуемых образцов установлено, что накопление дозы вплоть до  $2 \times 10^{19}$   $\alpha$ -расп./г не оказывает заметного влияния на химическую стойкость и гомогенность матриц по данным рентгеноспектрального микроанализа.

Разработано устройство вытяжки компактного слитка матрицы, представляющее собой водоохлаждаемый шток с кареткой перемещения и медным водоохлаждаемым поддоном, а также иными исполнительными механизмами. Габаритные размеры не более 1000x1400x3300 мм. Подготовлена 3D-модель и эскизные чертежи устройства, допустимая нагрузка до 60 кг. Уровень разработки позволяет на следующей стадии перейти к изготовлению изделия.

– В рамках проекта по **разработке технологии получения высокотехнологичных полимерных композитных изоляционных материалов (ПКМ) и полупроводящих матриц со структурой,**

**обеспечивающей возможность саморегуляции электросопротивления** в 2022 году работы проводились в два подэтапа. На первом подэтапе была разработана эскизная конструкторская документация для низкотемпературного и среднетемпературного саморегулирующегося греющего кабеля (СГК-65 и СГК-120). Изготовлены пилотные образцы с использованием ПКМ изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы, проведены испытания пилотных образцов по разработанным программам и методикам, которые подтвердили работоспособность СГК-65 и СГК-120 при температурах 65<sup>0</sup>С и 120<sup>0</sup>С с мощностью тепловыделения 25-50 Вт/м. На втором подэтапе работы была изготовлена опытно-промышленная партия ПКМ изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы. Проведены испытания полимерных композитных материалов на физико-механические, реологические, морфологические, электрические свойства, морозостойкость, термостойкость и термостабильность по разработанной программе и методикам испытаний. Разработан способ оценки саморегулирующих свойств СГК. На основе опытных партий ПКМ изготовлены опытные образцы саморегулирующихся греющих кабелей марки СГК-65 и СГК-120, которые являются экологичными и безопасными в интервале температур от -30<sup>0</sup>С до 120<sup>0</sup>С.

– В рамках проекта по **разработке технологии синтеза компонентов высокоэффективных пластмассовых сцинтилляторов для создания их малотоннажного производства** на заключительном этапе работы осуществлено проектирование опытной установки с учетом адаптации к существующему оборудованию АО «ВНИИХТ», разработаны конструкторская и технологическая документации, включающая технологические и аппаратурные схемы, технологические и аналитические карты. Создана опытная установка для синтеза компонентов пластмассовых сцинтилляторов. Выпущена опытная партия сцинтилляционных материалов пара-терфенила – 10 кг; 2-фенил-5-(4-бифенил)-1,3,4-оксадиазола - 1,0 кг; 2,5-дифенилксазола – 1,0 кг; 1,4-ди(5-фенилоксазол-2-ил)бензола – 0,5 кг; 4-(4-

й00000одфенил)стильбена – 0,5 кг. Изучены физико-химические свойства опытных образцов сцинтилляционных материалов. Изготовлена и испытана опытная партия пластмассовых сцинтилляторов в количестве 20 штук. Разработаны проекты технических условий на все синтезированные материалы.

– Начаты работы по новому проекту ЕОТП **«Переработка отработанных литий-ионных аккумуляторов»**. На первом этапе, завершившемся в 2022 году, сделан выбор и представлено обоснование технологических решений по переработке «черной массы» (ЧМ) отработанных литий-ионных аккумуляторов (ЛИА). Сравнительный анализ проблем и способов их решения при переработке отработанных ЛИА позволил выбрать в качестве оптимального направления полную переработку отработанных аккумуляторов. Разработана схема переработки отработанных ЛИА с получением так называемой черной массы (ЧМ), содержащей масс. %: 3-6 Li, Ni до 13, Co до 39, Mn до 12, графит более 50, а также дополнительной продукции (медь, алюминий, скрап железа, пластик), включающая ручную разборку аккумуляторных коробок, обработку аккумуляторов в солевом растворе для разрядки аккумуляторов, дезинтеграцию, промывку, мокрое грохочение, декантацию и сушку ЧМ, с использованием которой наработана партия ЧМ в количестве 25 кг. Исследованы три схемы вскрытия «чёрной массы»: 1) гидрометаллургический метод, включающий выщелачивание ЧМ растворами минеральных кислот с добавкой пероксида водорода и фильтрование; 2) метод, включающий обжиг ЧМ с солевыми добавками, выщелачивание, разделение фаз фильтрованием; 3) схема переработки ЧМ с получением гранул (замес с серной кислотой), сульфатизацию, обжиг и выщелачивание гранулированного продукта (разработка АО «ВНИИХТ»). Лучшие показатели выщелачивания лития, кобальта и никеля достигнуты при использовании выщелачивания ЧМ раствором состава 4М серная кислота + 2М пероксид водорода при температуре 80<sup>0</sup>С и соотношении фаз Т:Ж = 1 : 10 г/мл. Разработана Программа и методики (ПиМ) исследования и переработки



порошка катодного материала и «чёрной массы». Определены состав и морфология свежих катодных материалов, используемых при создании разных типов отработанных ЛИА: LCO, LFP, NMC китайского производителя Gelon и российской организации Сколково (R.S.). Исследованы порошки отработанных катодных материалов и «чёрной массы». С использованием методов ИСР, РФА, ТГ-ДТА, гранулометрии определены характеристики материалов.

Определены технологические параметры порошков катодных материалов и «чёрной массы»: влажность, насыпная плотность, угол естественного откоса, расход кислоты на выщелачивание.

Определены технологические параметры гранулированной с серной кислотой «чёрной массы»: насыпной плотности, угла естественного откоса, прочности на раздавливание сырых и сухих гранул.

Проведён сравнительный анализ физико-химических свойств «чёрной массы» отработанных ЛИА с исходным катодным материалом, используемым при создании разных типов ЛИА.

Проведены исследования по вскрытию катодного материала и «чёрной массы» с целью перевода Li, Ni, Co, Mn, Fe в раствор.

Сделан выбор и обоснование способов разделения лития, никеля (II), кобальта (II), марганца, железа при переработке растворов выщелачивания ЧМ. Разработана схема переработки раствора выщелачивания отработанных ЛИА. Для детальной проработки схемы дальнейшей переработки раствора выщелачивания отработанных ЛИА необходимо уточнение состава раствора выщелачивания, что может быть достигнуто только с переработкой крупных партий этого вида вторичного сырья.

В 2022 году выполнен **аванпроект** по разработке технического задания и обоснованию требований на НИОКР **«Разработка технологии получения изделий из перспективного радиозащитного материала кермета на основе диоксида обедненного урана»**. Проведены аналитические, патентные и маркетинговые исследования, обеспечивающие разработку технического

задания на проект на период 2023-2025 гг. Предлагаемый радиозащитный материал по совокупности свойств обладает преимуществами в сравнении с аналогами (сталью, металлическими обедненным ураном, вольфрамом и др.), повышенной поглощающей способностью по гамма- и нейтронному излучению, устойчивостью к внешним воздействиям, технологичностью изготовления. Вовлечение в производство обедненного гексафторида урана и нержавеющей стали, накопленной на предприятиях отрасли, позволяет получить положительный экономический эффект. Как показали исследования рынков, кермет целесообразно использовать в корпусах гамма-нейтронных дефектоскопов и контейнерах для отработанного ядерного топлива.

АО «ВНИИХТ» сотрудничает с ВУЗами и научными организациями, в том числе на основе соглашений, заключенных в рамках реализации научно-исследовательских проектов. В отчетном году были заключены договора на выполнение составной части НИОКР с ФГБОУ ВО «Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова», Институтом металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский институт)», Федеральным исследовательским центром Кольский научный центр Российской академии наук (ФИЦ КНЦ РАН).

## **2.1 Основные работы научных подразделений по направлениям деятельности**

### **2.1.1 ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

#### **Технологии бериллия**

Матясова В.Е., Солнцева Е.Б., Колегов С.Ф., Торшин В.Б., Тарасова Н.С.,  
Меньшиков В.В., Воеводкин Ю. Н., Лебедкин И.В.

В рамках выполнения НИОКР ЕОТП-379 «Разработка опытно-промышленной технологии получения гидроксида бериллия, оксида бериллия и металлического бериллия с выпуском экспериментальных партий» в качестве соисполнителя сотрудниками лаборатории металлургических процессов были выполнены следующие задачи:

- на основании проведенных ранее лабораторных испытаний рассчитаны материальные балансы по бериллию, твердым и жидким продуктам технологического цикла участка получения гидроксида бериллия из бериллийсодержащих концентратов, производительностью более 300 кг/год и 3000 кг/год;

- разработан перечень основного и вспомогательного оборудования по операциям технологического цикла получения гидроксида бериллия из бериллийсодержащих концентратов;

- разработаны Технические задания на проведение закупочных процедур стандартного оборудования, включая емкостное оборудование, насосы, вакуум-выпарную установку, фильтровальное оборудование, химические реакторы опытно-промышленной установки получения гидроксида бериллия;

- разработаны Технические задания на разработку и изготовление нестандартного оборудования, включая автоклавную установку вскрытия концентрата, электролизёра для регулирования щелочности методом

мембранного электролиза опытно-промышленной установки получения гидроксида бериллия;

– разработаны программы и методики испытаний нестандартного оборудования - автоклавной установки вскрытия концентрата и мембранного электролизера;

– разработаны методы аналитического определения бериллия в технологических и аттестационных пробах и требования к аналитическому обеспечению технологических процессов получения гидроксида бериллия.

В рамках задельной НИР «Разработка технологии химического обогащения некондиционных бериллиевых концентратов» показана возможность получения товарного концентрата высшего сорта с содержанием оксида бериллия более 10% путем последовательной обработки химическими реагентами флотационного концентрата Малышевского месторождения с содержанием оксида бериллия 5%.

Проведены поисковые исследования по выбору реагентов, обеспечивающие максимальное удаление примесей из концентрата, эффективность которых определялась путем уменьшения массы исходной навески. По результатам аналитических исследований наиболее эффективными оказались соляная и плавиковая кислоты, используемые в дальнейших экспериментах. На основании полученных результатов, проведены укрупненные исследования на экспериментальной установке с получением партии обогащенного концентрата с содержанием оксида бериллия 12%. Данные по химическому составу исходного и обогащенного концентратов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав исходного и обогащенного концентратов

Анализируемая проба	Химический состав, масс. %						
	BeO	SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Исходный концентрат	5,0	71,0	0,65	2,1	1,13	12,0	3,9
Концентрат после химической обработки	11,0	64,0	0,88	0,31	0,17	14,0	1,4
	12,0	64,0	0,95	0,28	0,35	15,0	1,5



Рисунок 2 – Укрупненная экспериментальная установка

Укрупненная экспериментальная установка по химическому обогащению концентрата представлена на рисунке 2. По результатам проведенных испытаний предложена технологическая схема и регламент химической обработки флотационного концентрата Малышевского

месторождения. Технологическая схема по химическому обогащению флотационного концентрата представлена на рисунке 3.

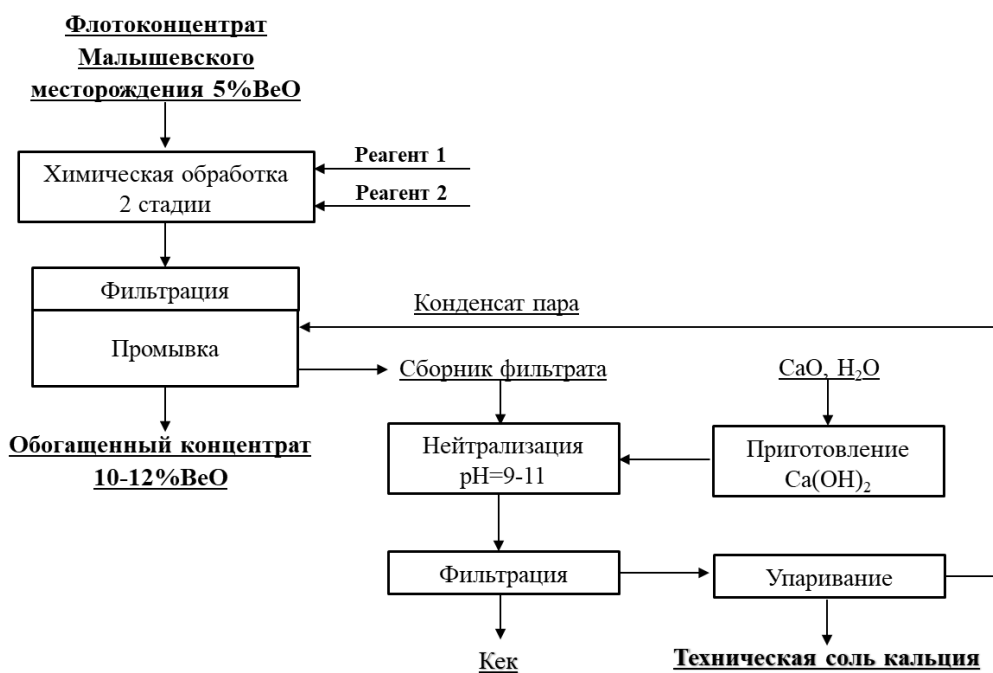


Рисунок 3 – Технологическая схема по химическому обогащению флотационного концентрата.

## **2.1.2 ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

### **Опытно-технологические работы по разработке технологии получения компактных слитков редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе**

Мельников С.А., Солнцева Е.Б., Ржеуцкий А.А., Колегов С.Ф.,  
Чепченко Т.М., Шутов Н.В.

В 2022 г. лаборатория металлургических процессов продолжила выполнять экспериментальные исследования в рамках этапа 2 НИОКР «Разработка технологии получения компактных слитков редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе», выполненной в рамках договора между НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ и АО «ВНИИХТ» (шифр «Черепашка-ВНИИХТ»).

Объект разработки – компактные слитки редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе.

Цель работы – разработка технологии получения компактных слитков редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе.

В работе были решены следующие задачи:

- разработка технологии получения компактных слитков редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе;
- изготовление компактных слитков редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе для изготовления постоянных магнитов РЗМ-ПМ-В;
- разработка технических условий на компактные слитки редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе.

Выбрано направление исследования в области получения компактных слитков РЗМ и/или лигатур на их основе. Наиболее оптимальной технологией получения компактных слитков редкоземельных металлов (празеодим, диспрозий, тербий), представленных на рисунке 4, необходимых для

изготовления постоянных магнитов системы РЗМ-ПМ-В, является следующая технологическая цепочка:

- получение фторидов РЗЭ с использованием бифторида аммония;
- кальциетермическое восстановление фторидов РЗЭ в вакуумных индукционных печах в инертной атмосфере (аргон);
- рафинирующий переплав в вакуумной дуговой печи с целью снижения содержания кальция.



Тербий



Диспрозий



Празеодим

Рисунок 4 – Лигатуры для изготовления постоянных магнитов РЗМ-ПМ-В

На основании анализа экспериментально полученных данных, проведенных в рамках этапа 1 по отработке технологических режимов получения компактных слитков РЗМ (Pr, Dy, Tb), в соответствии с технологической схемой (рисунок 5), предложенной на основе существующей в АО «ВНИИХТ» материально-технической базы, разработана технология получения компактных слитков редкоземельных металлов (РЗМ).

Рафинирующий переплав каждого полученного слитка РЗМ в вакуумной дуговой печи позволил снизить содержание кальция - побочного продукта кальциетермического восстановления на 2-3 порядка по массе.



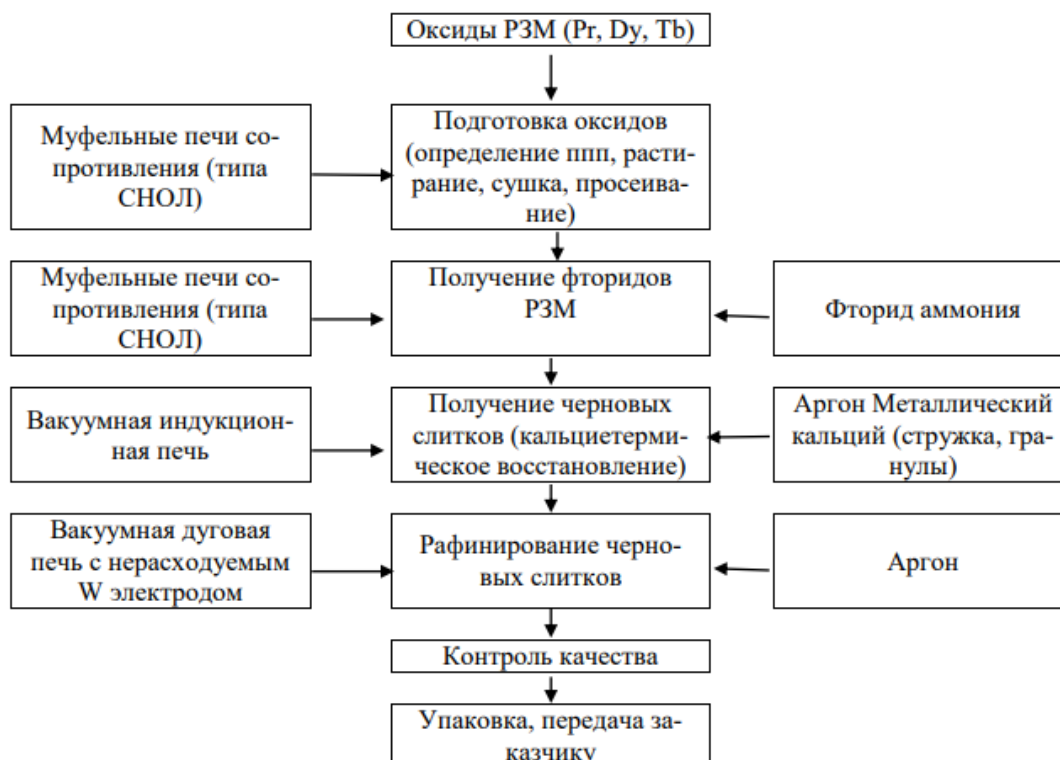


Рисунок 5 – Технологическая схема получения металлических РЗМ для НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ

В отработанных режимах были изготовлены и исследованы компактные слитки редкоземельных металлов (РЗМ) для разработки технологии и изготовления экспериментальной партии постоянных магнитов системы РЗМ-ПМ-В. В полученных компактных слитках РЗМ содержание примесей, непланируемых для использования как легирующих элементов в составе сплава системы РЗМ-ПМ-В для изготовления постоянных магнитов, не превышало 0,5 % масс., что отвечает требованиям технического задания.

По результатам работы была оформлена технологическая рекомендация на получение компактных слитков редкоземельных металлов (РЗМ) и/или лигатур на их основе № 06-38-02/12 от 04.07.2022, отражающая критические точки технологии, наиболее оптимальные режимы технологических процессов, требования к исходному качеству материалов и конечных слитков.

На основании экспериментальных данных, полученных при отработке технологии изготовления компактных слитков РЗМ спеченных магнитов РЗМ-ПМ-В на их основе, были сформулированы требования к составу компактных

слитков Pr, Dy, Tb и разработаны технические условия (ТУ 20.13.23-012-07625358-2022 «Празеодим металлический ПрМ-кс. Слитки» ТУ 20.13.23-011-07625358-2022 «Диспрозий металлический ДиМ-кс. Слитки» ТУ 20.13.23-013-07625358-2022 «Тербий металлический ТбМ-кс. Слитки») на компактные слитки РЗМ.

Согласно требованиям ТУ, содержание основного компонента должно составлять не менее 99,0 % масс., а содержание примесей, не входящих в состав сплава для изготовления магнитов, не должно превышать 0,5 % масс.

Проведено исследование компактных слитков редкоземельных металлов (РЗМ), которое показало, что содержание РЗМ (Dy, Tb, Pr) в полученных компактных слитках составляет более 99,0 % масс. основного вещества, а доля примесей, непланируемых для использования в составе постоянных магнитов, не превышает 0,5 % масс., что отвечает требованиям ТЗ и разработанным техническим условиям.

## **Разработка новой экономической технологии получения лигатур редкоземельных металлов для производства постоянных магнитов**

Мельников С.А., Солнцева Е.Б., Чепченко Т.М., Колегов С.Ф.,  
Ржеуцкий А.А., Чернышев Б.Д.

В рамках Государственного контракта № Н.4щ.241.09.22.1095 от 04.07.2022 «Разработка новой экономической технологии получения лигатур редкоземельных металлов для производства постоянных магнитов. Этап 2022 года» по Комплексной программе «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации по период до 2024 года» разработана технология электролитического получения лигатур редкоземельных металлов для производства постоянных магнитов для применения в авто- и ветрогенераторах на основе существующих и новых базовых составов РЗМ-Fe (РЗМ – Nd; РЗМ – Nd-La-Pr-Ce).

Новизна разработки состоит в использовании для получения лигатур метода электролиза в расплаве электролита  $\text{LiF} - \text{RF}_3$ , широко применяемого для производства индивидуальных РЗМ легкой группы, при этом вместо дорогостоящих тугоплавких металлов материалом катода служит стальной прокат - массовая продукция предприятий черной металлургии.

Разработана конструкция электролизной ячейки и изготовлена опытная установка электролитического получения образцов базового состава лигатур РЗМ-Fe.

Показано, что структура и свойства полученных по новой технологии лигатур позволяют использовать эти материалы для производства слитков редкоземельных постоянных магнитов и спеченных магнитов, соответствующих ГОСТ 52956 – 2008.

Достоинства данной технологии:

– использование термического оборудования открытого (атмосферного) типа;

– использование отечественных низколегированных углеродистых сталей в качестве конструкционного материала установок;

– снижение диапазона рабочих температур с 1100 – 1200 °С до 800 – 900 °С по сравнению с выплавкой в тиглях.

Выполнена разработка программы и методики испытаний образцов слитков и спеченных магнитов РЗМ-Fe-B, полученных на основе базового состава лигатур РЗМ-Fe, включая требования к исследованию микроструктуры лигатур и сплавов на их основе, измерению гистерезисных характеристик (в том числе в интервале температур минус 60 - +120°С) и определению температуры Кюри спеченных магнитов. Разработана лабораторная технология изготовления образцов слитков и спеченных магнитов РЗМ-Fe-B, полученных на основе базового состава лигатур РЗМ-Fe, включающая требования к режимам выплавки сплавов (время выдержки расплава, скорость вращения кристаллизатора), водородной обработки (температура изотермической выдержки), времени тонкого измельчения, режимам прессования, спекания и термической обработки. На рисунке 6 представлены общий вид установки и слитков лигатур.

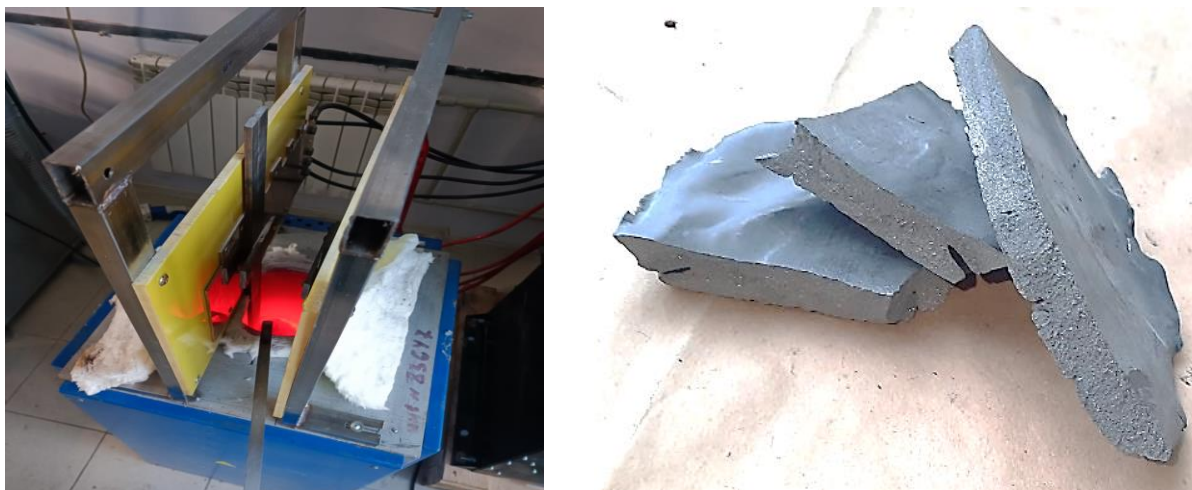


Рисунок 6 – Общий вид установки и слитков лигатур

В результате работы были отработаны режимы выплавки сплавов на основе лигатур базового состава РЗМ-Fe методом индукционной вакуумной плавки с последующей их кристаллизацией на водоохлаждаемом барабане

(«strip-casting») и изготовления спеченных магнитов, включая операции водородной обработки, тонкого помола, прессования, спекания и термической обработки. Изготовлены образцы сплавов на основе лигатур базового состава РЗМ-Fe общим весом чешуек по методу «strip-casting». Изготовлены образцы постоянных магнитов из сплавов на основе лигатур базового состава РЗМ-Fe.

Данная технология дает возможность рассматривать её как перспективную к внедрению в опытно-промышленном и промышленном масштабе для получения исходного сырья в производстве магнитов типа Nd– Fe – В.

Также в работе рассматривался вопрос замещения неодима другими элементами РЗМ легкой группы, в том числе произведена оценка себестоимости, в результате которой показано, что только за счет частичного замещения неодима себестоимость может быть уменьшена на 20 % без снижения эксплуатационных характеристик. Таким образом, разработанное целевое изделие – лигатуры РЗМ – Fe базового состава позволят снизить себестоимость изготовления постоянных магнитов на основе сплавов системы РЗМ-Fe за счет использования дешевого сырья, а полученные эксплуатационные характеристики спеченных магнитов подтверждают возможность их применения в ветрогенераторах, а также в перспективе для электродвигателей автомобилей.

На рисунке 7 представлена общая схема получения спеченных магнитов.

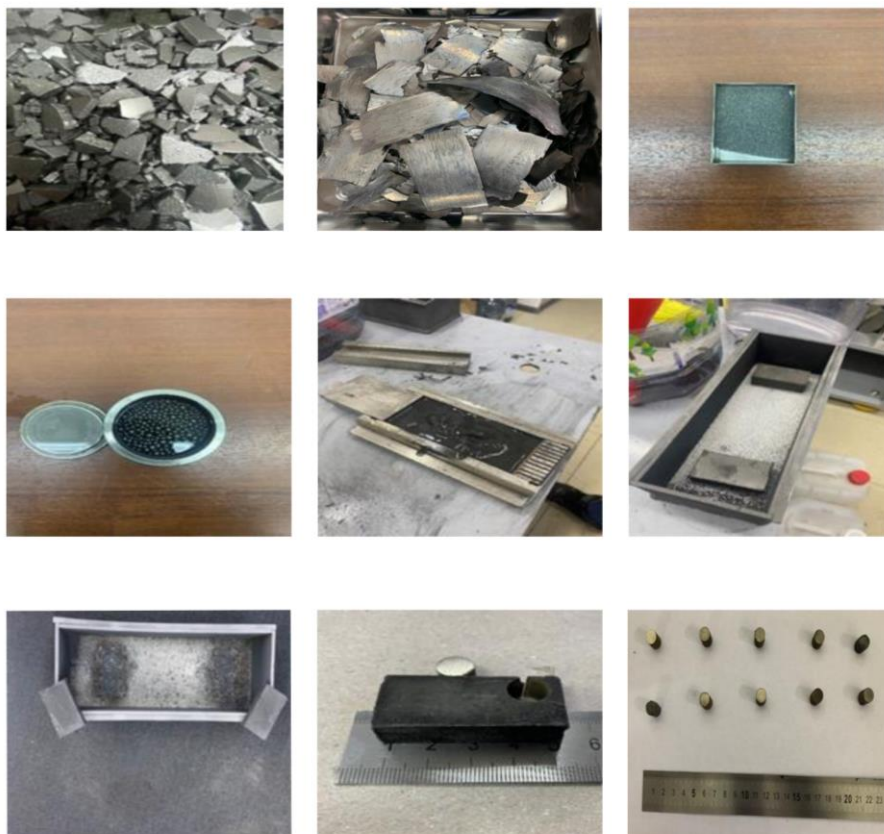


Рисунок 7 – Общая схема получения спеченных магнитов

Работа в рамках договора была проведена совместно с соисполнителями в лице ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук» (ИМЕТ РАН) и ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ).

По результатам работы было разработано 4 РИД, из них 1 ноу-хау.

## **Проведение исследований и изготовление экспериментальных образцов сплавов с высокотемпературным эффектом памяти формы**

Кропачев А.Н., Плескач Е.И., Лapidус А.О., Лавриков С.А., Фукс Е.А.,  
Лямзина Ю.О.

В отчетном периоде сотрудниками лаборатории чистых металлов и функциональных материалов проведена работа по изготовлению экспериментальных образцов высокотемпературных сплавов (ВТС) титана с эффектом памяти формы. Для увеличения спектра возможных отраслей использования за счет расширения температурного диапазона эффекта памяти формы (ЭПФ).

В процессе работы выполнены экспериментальные исследования, которые включали:

1. Плавку исходных материалов (Ti, Ni, Hf) чистотой не менее 99,9 % в дуговой печи 5SA в очищенном аргоне с получением слитков массой 50-70 г определенного состава Ti-Hf-Ni под прокат.

2. Горячую прокатку с получением полосы (пластины) толщиной 1,5-2,5 мм.

Горячая прокатка (ГП) слитков ВТС с ЭПФ проведена в лаборатории пластической деформации металлических материалов ИМЕТ РАН с использованием прокатного стана ДУО-300. Внешний вид стана показан на рисунке 9.

Нагрев слитков до температуры 950<sup>0</sup> С перед горячей прокаткой осуществляли в муфельной печи (рисунок 10). Прокат, при необходимости, отжигали в печи СШВЭ-1.2,5/25И4 (рисунок 11), при 700-850<sup>0</sup> С в течение 1-2-х ч.

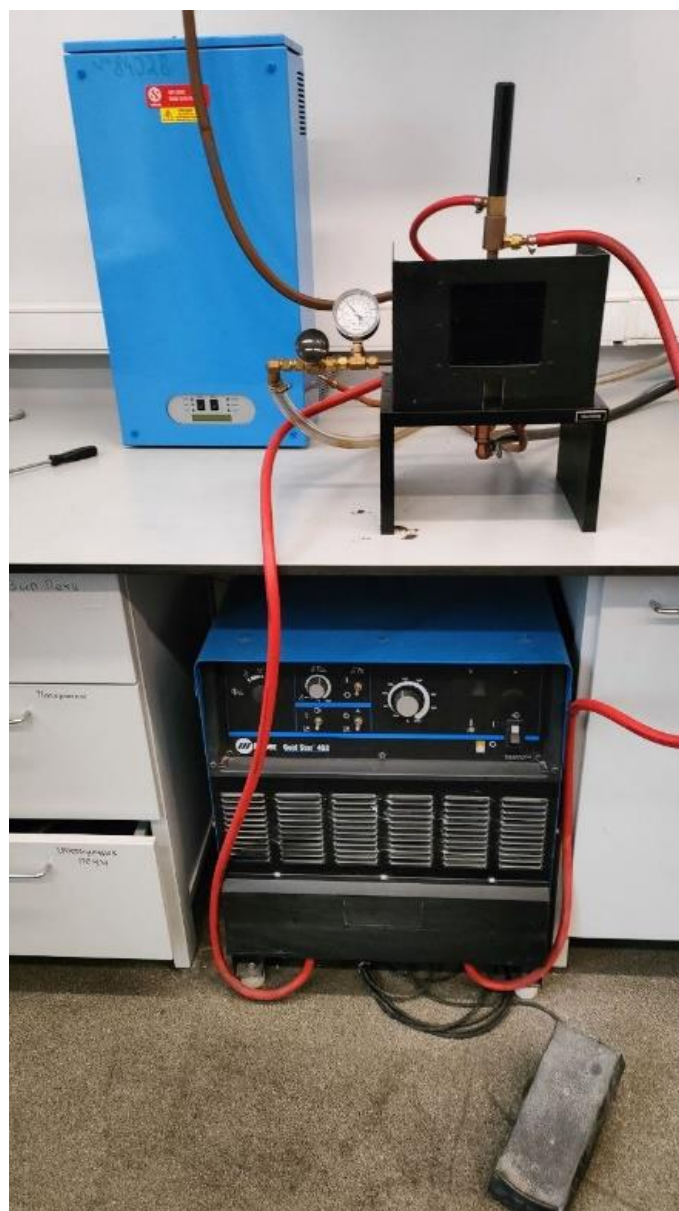


Рисунок 8 – Дуговая плавильная печь 5SA с автономной установкой для очистки аргона SIRCAL MP-2000





Рисунок 9 – Прокатный стан ДУО-300 (ГП)



Рисунок 10 – Муфельная печь для нагрева образцов под прокатку



Рисунок 11 – Вакуумная электропечь сопротивления СШВЭ-1.2,5/25И4



Рисунок 12 – Фотография процесса горячей прокатки

3. Исследование микроструктуры, фазового состава и характеристик восстановления формы ЭО ВТС с ЭПФ определенного состава на основе Ti-Hf-Ni.

Определение химического состава сплавов было выполнено с помощью портативного рентгено – флюоресцентного анализатора X-MET 8000 (Великобритания). Измерение твёрдости и микротвёрдости (HV) слитков и проката осуществлено с использованием портативного твёрдомера Equotip Piccolo 2 (Швейцария) и цифрового микротвёрдомера KBW (Германия).



Рисунок 13 – Фотография пластин из ВТС с ЭПФ сплава состава Ti-Hf-Ni после горячей прокатки слитков

Пластины после ГП были подвергнуты ультразвуковой обработке (УЗО) и дополнительно протравлены.



Рисунок 14 – Фотография пластин из ВТС с ЭФП после УЗО



Рисунок 15 – Фотографии пластины после кислотного травления

Исследование структуры и фазового состава образцов сплавов системы Ti-Ni-Hf состава выполнено в МАИ на комплексах для металлографического и рентгеноструктурного анализа.

В результате выполнения НИР с участием в качестве соисполнителей ИМЕТ РАН и МАИ получены экспериментальные образцы ВТС с ЭПФ

системы Ti-Hf-Ni состава Ti-Hf-Ni в виде пластин, исследованы их химический состав, микроструктура и фазовый состав.

Установлено, что легирование никелида титана гафнием по схеме замещения титана повышает стабильность мартенсита и является перспективным для создания материала с высокотемпературным эффектом памяти формы.

**Комплексное обследование действующего производства получения  
кальция дистиллированного с целью определения технических решений  
по его улучшению**

Кропачев А.Н., Плескач Е.И., Лapidус А.О., Лавриков С.А., Фукс Е.А.,  
Лямзина Ю.О.

В отчетном году сотрудники лаборатории чистых и функциональных материалов выполнили работу, целью которой являлся анализ применяемых в действующем производстве процессов получения кальция дистиллированного (на площадке АО «ЧМЗ»), поиск и сравнение действующих процессов с возможными альтернативными вариантами, разработка рекомендаций по совершенствованию действующего производства и формирование аппаратурно-технологической схемы вновь создаваемого производства кальция.

Начальным этапом для формирования заданий по поиску и внедрению решений, направленных на совершенствование существующего производства и созданию концепции нового – является комплексное обследование действующего производства получения дистиллированного кальция с целью определения технических решений по его улучшению. При проведении этого обследования производится:

- патентные исследования;
- структурный анализ действующего производства;
- анализ контролируемых параметров;
- анализ представленного оборудования и его характеристик;
- оценка перспектив развития и совершенствования производства;
- формирование предложений по созданию нового производства.

Результаты обследования являются основными материалами для формирования исходных данных для составления технических заданий на проектирование НИОКР по совершенствованию действующего производства

и формирование аппаратурно-технологической схемы вновь создаваемого производства кальция.

В работе проанализированы существующие технологические решения производства кальция (в т.ч. альтернативные), данные по процессам и оборудованию для получения на АО «ЧМЗ» кальция дистиллированного, включая данные основных технологических переделов кальциевого производства (получение безводного хлорида кальция, электролиз и вакуумная дистилляция кальция из медно-кальциевого сплава). Проанализированы и уточнены технологические параметры основных процессов производства кальция (в т. ч. состава сырья, технологических сред, промежуточных и конечных продуктов), методов и средств технологического и аналитического контроля. Разработаны предложения по совершенствованию переделов кальциевого производства и их аппаратурному оформлению. Проведена оценка уровня патентной защищенности действующего производства и предлагаемых решений. Разработан перечень НИОКР и исходных данных для формирования ТЗ на процессы и оборудование.

Проанализированы критически важные технологические процессы, выявлены их особенности и приведены рекомендации (экономически обоснованные) по совершенствованию действующего производства.

Разработаны предложения по формированию принципиальной схемы непрерывного производства кальция на базе новой конструкции электролизера.

## **Авторский надзор за системой автоматизированного управления процессами иодидного рафинирования циркония в цехе 60 АО ЧМЗ**

Кропачев А.Н., Плескач Е.И., Лapidус А.О., Лавриков С.А., Фукс Е.А.,  
Лямзина Ю.О.

В отчетном году сотрудники лаборатории чистых и функциональных материалов принимали участие в работе, направленной на увеличение съёма циркония с аппаратов Ц-40, удобства работы печей иодидного рафинирования и снижение удельных затрат энергии при переработке оборотов промышленного производства путём автоматизированного управления процессами иодидного рафинирования в печах СКБ-5025.

Значимость работы связана с оптимизацией режимов ведения процесса иодидного рафинирования циркония в печах СКБ-5025 под управлением контроллеров сRIO-9075, работающих в автоматизированном режиме, адаптированным к конкретному аппарату Ц-40.

В результате проведения работ усовершенствовано программное обеспечение автоматизированного процесса иодидного рафинирования циркония в печах СКБ-5025 с целью автоматического выбора покадровой программы ведения процесса, наиболее адаптированной к конкретному аппарату Ц-40.

Проведён сбор статистических данных по работе печей СКБ-5025 и аппаратов Ц-40.

Расширен список аппаратов, для которых актуален выбор альтернативной программы ведения процесса.

Выявлены и устранены отклонения в работе программного обеспечения и ошибочные настройки автоматики, в нарушение регламента проведения процессов.



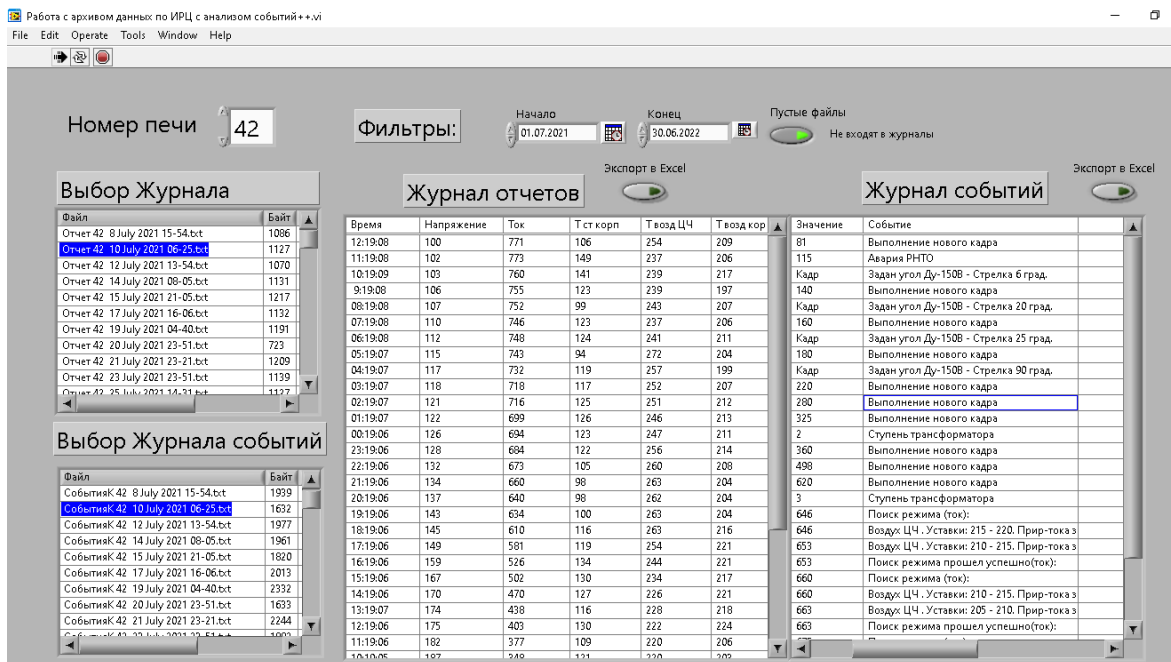


Рисунок 16 – Окно программы «Работа с архивом данных по ИРЦ...» для печи СКБ-5025 №42

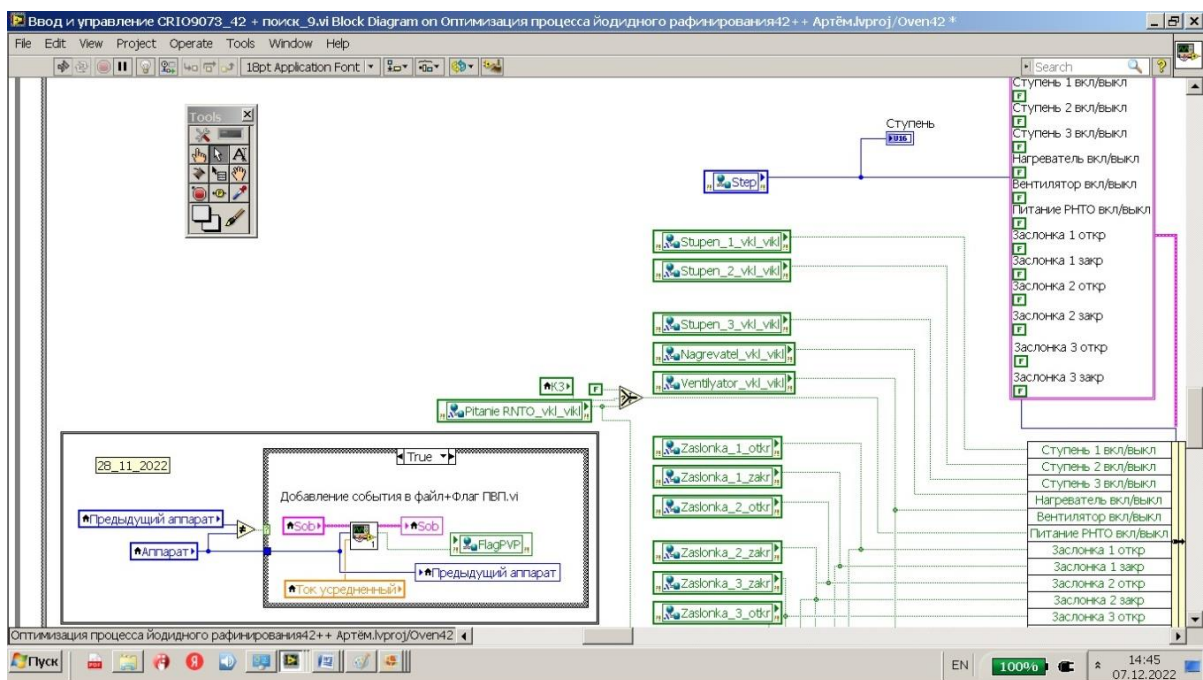


Рисунок 17 – Фрагмент блок-диаграммы программы контроллера

Выданы рекомендации по дальнейшему совершенствованию процесса йодидного рафинирования циркония в автоматизированном режиме, в частности:

На некоторых печах периодически наблюдается перегрев токовводов, приводящих к оплавлению и перегару грибков и необходимости дальнейшего

ремонта или замены. Причины перегревов в настоящий момент не выяснены, выдвигается предложение об утечках тока внутри реторты.

Используя существующий программно-аппаратный комплекс и проведя доработку ПО, предполагается в 2023 года силами сотрудников АО «ВНИИХТ» с привлечением специалиста ООО «Прибор-Сервис» провести ряд исследований, направленных на поиск утечек тока и их влиянию на перегрев токовводов.

## **Разработка системы автоматизации синтеза хлоридов РЗМ (промежуточный, этап 1)**

Кропачев А.Н., Плескач Е.И., Лapidус А.О., Лавриков С.А., Фукс Е.А.,  
Лямзина Ю.О.

В отчетном году сотрудники лаборатории чистых и функциональных материалов принимали участие в работе, направленной на повышение производительности синтеза хлоридов РЗМ путём автоматизированного управления процессами в двух установках (печах), разработанных ранее для реализации лабораторной технологии синтеза хлоридов РЗМ с помощью хлорида аммония.

Цель работ – автоматизация процесса на проектируемой лабораторной установке (ЛУ) синтеза хлоридов РЗМ для обеспечения ее функционирования в автоматическом режиме, архивирования данных по процессам и минимизации человеческого фактора при ее работе.

Значимость работы связана с оптимизацией режима ведения синтеза хлоридов РЗМ в печах, работающих в автоматизированном режиме.

В ходе работы рассмотрены вопросы разработки комплекса технических средств и программного обеспечения опытного стенда на базе панельных контроллеров NL-con-CED10 и компьютера верхнего уровня для управления процессом синтеза хлоридов РЗМ и записи архивных данных по процессам в реальном масштабе времени.

Программное обеспечение контроллера предложено разработать в среде Codesys, компьютера – в среде LabVIEW. Связь и обмен данными между двумя уровнями системы производится через Ethernet соединение и программу Codesys OPC Server.

Отладка ПО в лаборатории была произведена с целью проверки функционирования программ контроллера и компьютера и подготовки для окончательной отладки. Отсюда возможно наличие в программе контроллера

определенной избыточности, которая далее будет скорректирована в сторону сокращения информации на отдельных экранах.

Для отладки был использован опытный стенд в лаборатории АО «ВНИИХТ», в состав которого входит ноутбук с установленными программными средами CODESYS V 3.5 и LabVIEW 2012, а также контроллер с модулями ввода-вывода.

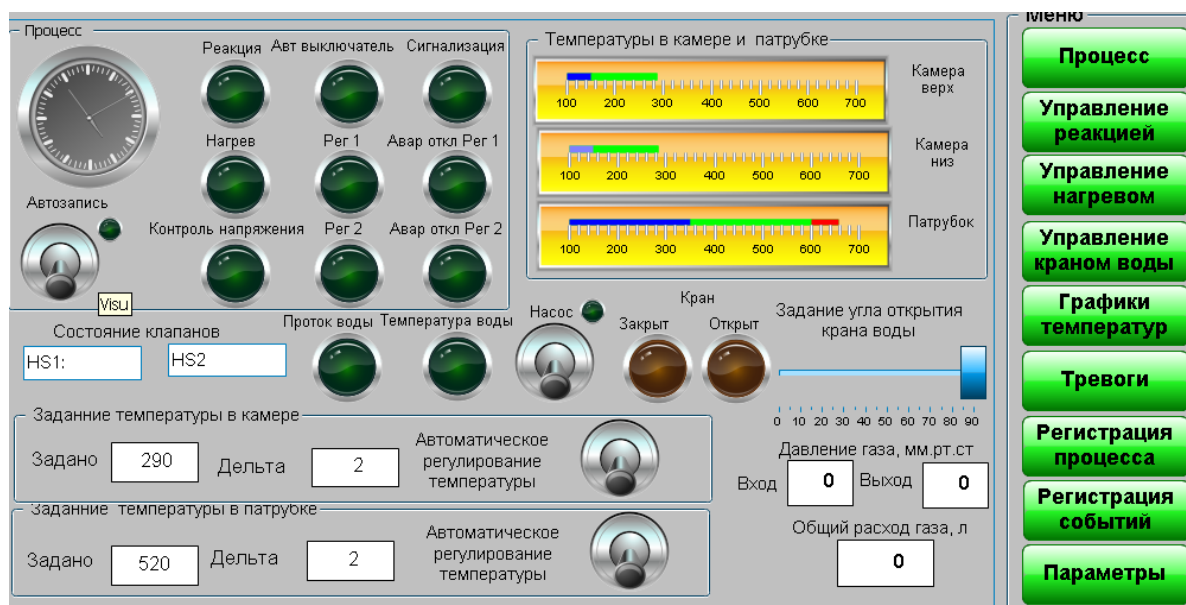


Рисунок 18 – Окно программы «Процесс» при запуске программы контроллера

В результате в условиях лаборатории были отлажены:

- управление подачей мощности в камере и для поддержания заданной температуры в зоне (ручное и автоматическое);
- управление подачей воды в системе охлаждения конденсатора для поддержания заданной температуры (ручное и автоматическое);
- отображение на экранах панели и компьютера параметров процесса синтеза хлорида РЗМ и удаления избытка хлорида аммония (как в текстовом, так и в графических видах);
- регистрация параметров процесса и их запись в файлы на уровне контроллера и компьютера;
- диагностика и регистрация нештатных ситуаций путем их имитации на модуле ввода дискретных сигналов NLS-16DI.

### **2.1.3 ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ**

Работы лаборатории переработки техногенного сырья в отчетном 2022 г. были направлены на:

- 1) Разработку технологии переработки отработанных литий-ионных аккумуляторов;
- 2) Исследование и разработку технологии утилизации порошковых отходов производства магнитных материалов Nd – Fe – В;
- 3) Изучение сорбционного концентрирования лития при переработке рассолов сalara Пастос Грандос (Аргентина) и пластовых вод Иркутской нефтяной компании;
- 4) Экспертную деятельность в области технологии редких элементов.

#### **Переработка отработанных литий-ионных аккумуляторов**

Смирнов Д.И., Соколова Ю.В., Калашников А.В., Захаров А.В., Величкина Н.С., Звонарева М.Е., Демидова Н.И.

Лаборатория переработки техногенного сырья принимала участие в выполнении НИОКР «Переработка отработанных литий-ионных аккумуляторов» в рамках единого отраслевого тематического плана (ЕОТП-МТ-492).

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) в настоящее время являются основным источником энергии для портативных электронных устройств и электромобилей, благодаря их способности хранить энергию. Одновременно с повышенным спросом в последние годы наблюдается тенденция неуклонного снижения себестоимости производства литий-ионных батарей. Например, в 2010 году стоимость литий-ионных батарей, используемых в электрокарах, составляла чуть выше 1000 долл./КВт·час за усредненный батарейный блок; к 2015 г. цена упала до 250 долл./ КВт·час, а в 2020 году опустилась уже на уровне 100 долл./КВт·час.

Для переработки отработанных ЛИА (относятся ко 2 классу опасности) используют пирометаллургический, гидрометаллургический и прямой способы. Главной продукцией пирометаллургической переработки являются сплавы; прямой метод подразумевает утилизацию таких отходов с получением прекурсоров катодного материала; гидрометаллургический способ включает на 1 этапе получение твердого концентрата ценных составляющих (соединений Li, Co, Ni) под названием «черная масса», который далее перерабатывают с получением соединений лития, кобальта и др. продукции.

В Российской Федерации в настоящее время отработанные ЛИА практически не перерабатываются (имеется ограниченная информация о работе предприятий НЭЖ г. Ярославль, Мегаполис Ресурс, г. Челябинск).

Целью выполняемой НИОКР, включающей три этапа, является разработка технологии переработки «чёрной массы» отработанных ЛИА на установке производительностью не менее 30 кг в сутки с получением порошков карбоната лития, оксидов никеля и кобальта.

На этапе 1 (2022 г.) выполнены следующие работы:

- проведена предварительная оценка рыночного потенциала товарных продуктов, получаемых из «чёрной массы» (ЧМ) - карбоната лития, оксидов кобальта (II) и никеля (II). Полученные данные показали, что все три продукта батарейного класса востребованы на внешнем и внутреннем рынке;
- разработана схема переработки отработанных ЛИА с получением ЧМ, включающая ручную разборку аккумуляторных коробок, обработку аккумуляторов для разрядки в солевом растворе, дезинтеграцию, промывку, мокрое грохочение, декантацию и сушку, с использованием которой наработана партия ЧМ в количестве 25 кг с содержанием, %: 3-6 Li, Ni до 13, Co до 39, Mn до 12 (рисунок 19);
- исследованы три схемы вскрытия «чёрной массы»: 1) гидрометаллургическая схема, включающая выщелачивание ЧМ растворами минеральных кислот с добавками и фильтрование; 2) метод, включающий обжиг ЧМ с солевыми добавками, выщелачивание, разделение фаз

фильтрованием; 3) схема переработки ЧМ с получением гранул (замес с серной кислотой), включающая сульфатизацию, обжиг и выщелачивание гранулированного продукта. Лучшие показатели выщелачивания лития, кобальта и никеля (более 98%) достигнуты при обработке ЧМ 3-4М раствором серной кислоты с добавками при температуре 80°C.

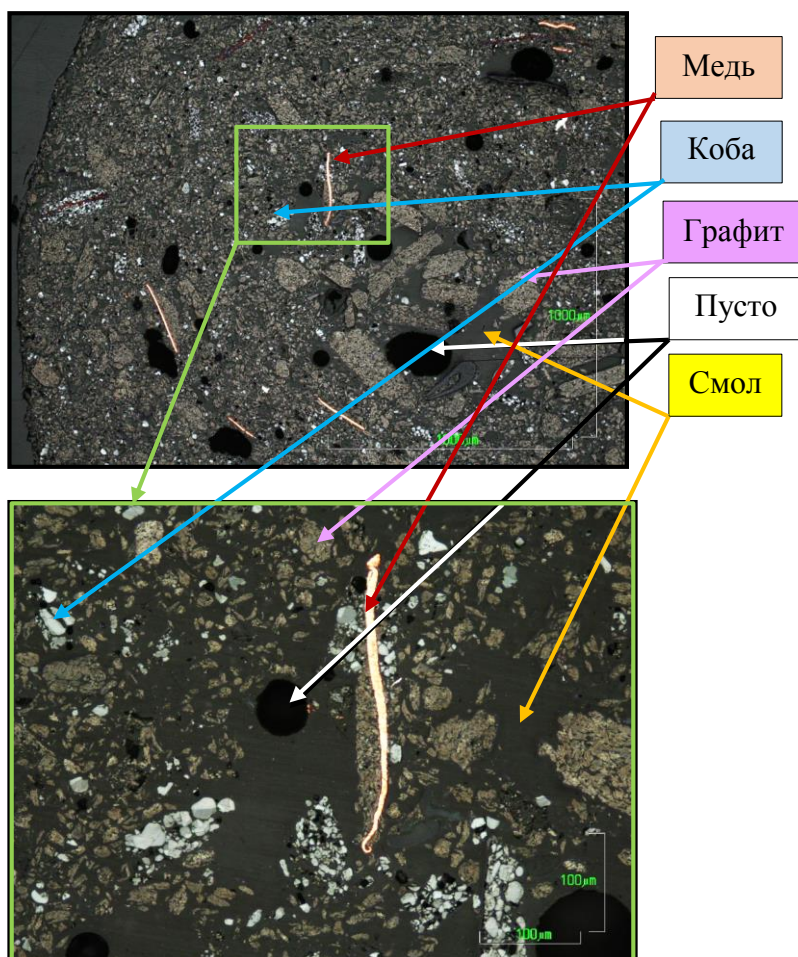


Рисунок 19 – Фотография аншлифа черной массы.  
Нижняя фотография – фрагмент верхней (большее увеличение)

Полученные результаты являются основой для проведения дальнейших исследований по разработке технологии получения из ЧМ соединений Li, Co и Ni батарейного класса.

При проведении работы в области получения ЧМ лаборатория сотрудничала с кафедрой обогащения НИТУ МИСИС. Аналитическое сопровождение работы осуществлялось Аналитическим центром АО «Гиредмет» и НИТУ «МИСиС».

Разрабатываемая технология переработки отходов ЛИА позволит:

- утилизировать твердые отходы 2 класса опасности, т.е. снизить нагрузку на окружающую среду;
- получить в качестве основной продукции карбонат лития и соли кобальта (II) и никеля «батареяного класса»;
- выделить концентрат марганца, графит, лом пластика, лом нержавеющей стали, металлическую фольгу в виде дополнительных продуктов переработки.



## **Разработка технологии переработки техногенных отходов для получения лигатур стратегического сырья (РЗЭ, W, Mo, Re и др.)**

Смирнов Д.И., Соколова Ю.В., Калашников А.В., Захаров А.В.,  
Величкина Н.С., Звонарева М.Е., Демидова Н.И.

Одним из направлений работы лаборатории переработки техногенного сырья последних лет являлась разработка теории и практики твердофазной (гранульной) сульфатизации для извлечения ценных компонентов из рудных и техногенных продуктов, что послужило основой для разработки способов гранульной нейтрализации промышленных кислотных стоков, отработанных гальванических растворов, ЖРО и другого редкометального сырья

В лаборатории разработана оригинальная технология переработки порошковых отходов производства магнитных материалов Nd – Fe – В, защищенная патентом. Целью работы являлась разработка технологии получения оксидов РЗМ при утилизации шлифовальных отходов магнитных материалов для удовлетворения потребностей предприятий ГК «Росатом».

Технология заключается в сульфатизации предварительно гранулированных отходов (с введением 70%-ной серной кислоты) при температуре 300°C, и обжигом продуктов сульфатизации при температуре разложения сульфата железа (III). В результате обжига сульфат железа (III) разлагается с образованием оксида железа (III), который не выщелачивается, в отличие от сульфатов РЗМ, слабым раствором минеральной кислоты, что позволяет из раствора выщелачивания получить богатый концентрат неодима.

Создана укрупненная установка для переработки отходов магнитных материалов и получения оксидов РЗЭ производительностью от 10 до 15 кг сырья/ч, на которой проведена отработка технологических режимов получения РЗЭ из отходов магнитного производства.

В 2022 г. разработанная технология прошла опытно-промышленную апробацию, что позволило скорректировать параметры проведения операций.

Получена опытная партия оксидов РЗЭ массой 6,75 кг, из которой изготовлена партия лигатуры РЗЭ — железо с необходимыми потребительскими свойствами. Извлечение РЗМ в концентрат составляет 97%, из концентрата в лигатуру — 98%. В результате уточнения параметров технологии сотрудниками лаборатории оформлено ноу-хау «Способ переработки шлифотходов переработки постоянных магнитов».

Работа выполнялась в рамках ЕОТП МТ 158 по Договору от 18.09.09 №313/1721-Д/63/4403-Д. При проведении работы лаборатория сотрудничала с Лабораторией металлургических процессов. Аналитическое сопровождение работы осуществлялось Аналитическим центром АО «Гиредмет».



Рисунок 20 – Установка для переработки отходов магнитных материалов с получением оксидов РЗЭ

Установка может быть использована для утилизации целого ряда отходов, содержащих ценные компоненты.

## Разработка технологии сорбционного извлечения лития из гидроминерального сырья

Смирнов Д.И., Соколова Ю.В., Шульга Е.В., Калашников А.В., Захаров А.В.,  
Величкина Н.С.

Новым направлением деятельности лаборатории переработки техногенного сырья является разработка технологии сорбционного извлечения лития из гидроминерального сырья.

Получение соединений лития по галургической технологии, включающей длительное выпаривание, проводят переработкой только рассолов хлоридного натриевого типа, в которых суммарное отношение массовых  $(C_{Mg^{2+}} + C_{Ca^{2+}}) / C_{Li^+} = R$  находится в пределах 3-24 (рассолы США, Чили, Боливии и Аргентины). Технология основана на концентрировании рассола в условиях аридного климата в бассейнах, что позволяет выйти на высокие экономические показатели. Степень извлечения лития этим методом зависит от параметра рассола  $R$  и составляет 50-60%. Наиболее эффективна галургическая технология при  $R$  меньше 6 (Liu et al., 2018). Рассолы с показателем  $R > 24$  (к ним относится все гидрометаллургическое сырье России и азиатских государств) не могут быть переработаны по классической галургической технологии, так как вначале необходимо очистить рассол от ионов магния и кальция, присутствующих в значительных концентрациях, карбонаты которых менее растворимы, чем карбонат лития.

Поэтому разработка технологии извлечения лития из рассола с высоким отношением  $R$  является одной из ключевых технических проблем в технологии лития, поэтому разработка технологии извлечения лития из рассолов с высоким содержанием солей является в настоящее время актуальной задачей.

К новым прогрессивным способам добычи лития из рассолов без традиционного упаривания относятся технологии прямого извлечения лития

(DLE, Direct Lithium Extraction), которые основаны на сорбционном извлечении лития из рассола без его предварительного концентрирования. Технологии DLE в настоящее время находятся на стадии разработки и испытаний в ряде компаний (Standard Lithium, Neo Lithium Company, New Tech Lithium Corporation, Berkshire Hathaway, Lilac Solutions, подразделение New Energy нефтесервисного гиганта Schlumberger, и др.).

В РФ разработан ряд темплатных неорганических сорбентов лития для его извлечения из рассолов. Наиболее перспективным подходом для извлечения лития из рассолов представляется использование литий-ионных сит, среди которых эффективными обещают стать соединения  $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , оксид лития-марганца со структурой шпинели (наилучшие сорбционные характеристики демонстрирует  $\lambda\text{-MnO}_2$ ), а также оксид лития-титана. Однако в настоящее время для двух последних типов сорбентов еще не решен ряд проблем, связанных с низкой скоростью сорбции, повышенной растворимостью в рассолах, стабилизации структур и др., поэтому использование этих сорбентов ограничено, в основном, лабораторными исследованиями.

В лаборатории на начальном этапе работы выполнены исследования по очистке рассолов салара Пастос Грандос (Аргентина) и пластовых вод нефтяной компании ООО «Иркутская нефтяная компания» от твердых примесей, нефтепродуктов, и изучению кинетики и равновесия сорбции лития и сопутствующих элементов с использованием ряда сорбентов.

Аналитическое сопровождение работы осуществлялось Аналитическим центром АО «Гиредмет» и НИТУ «МИСиС».

## **Экспертная деятельность в области технологии редких элементов**

Смирнов Д.И., Соколова Ю.В.

За период отчетного года был выполнен договор с АО «Ураниум Уан Групп» от 29.06.2022 № 63/5203-Д-кт по теме «Оказание услуг по оценке технологии DLE АО «АРДМ» на соответствие параметрам актуальности, инновационности, конкурентноспособности и экологичности».

Целью работы являлось проведение экспертного технологического анализа эффективности технологии DLE АО «АРДМ» при извлечении лития из боливийских рассолов салара Uyuni после гелиоконцентрирования, и первичных рассолов салара Uyuni, салара Pastos Grandes и салара Coipasa.

По итогам анализа эффективности технологии извлечения лития из боливийских рассолов с использованием сорбента AXIONIT TM Li, включающей оценку капитальных затрат на изготовление производственного модуля получения первичного концентрата лития, сделано заключение о соответствии технологии DLE АО «АРДМ» параметрам актуальности, инновационности, конкурентноспособности. Экологические показатели технологии АО «АРДМ» позволяют достичь значительного уменьшения воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционной галургической технологией.

## **2.1.4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

### **Разработка технологии синтеза компонентов высокоэффективных пластмассовых сцинтилляторов для создания их малотоннажного производства**

Бондаренко С.А., Чернега И.М., Мятковская О.Н., Намакшина А.А.,  
Попков С.В., Дальнова Ю.С.

В лаборатории радиационной фотоники АО «ВНИИХТ» разработана технология синтеза компонентов высокоэффективных пластмассовых сцинтилляторов. Работа проводилась в рамках НИОКР ЕОТП по теме: «Разработка технологии синтеза компонентов высокоэффективных пластмассовых сцинтилляторов для создания их малотоннажного производства». В соответствии с техническим заданием и календарным планом в отчетном периоде были проведены работы, обеспечивающие достижение основной цели проекта – разработка технологии синтеза компонентов высокоэффективных пластмассовых сцинтилляторов и создание опытной установки (ОУ) малотоннажного производства сцинтилляционных материалов, включающие следующие стадии:

- 1 Проведены патентные исследования на заключительном этапе выполнения проекта;
- 2 Осуществлено проектирование опытной установки с учетом адаптации к существующему оборудованию АО «ВНИИХТ»; разработаны конструкторская (КД) и технологическая (ТД) документация с literой «О»;
- 3 Разработаны технические условия на все синтезируемые материалы;
- 4 Создана, испытана и введена в эксплуатацию ОУ (рисунок 21,22);
- 5 Выпущены и испытаны опытные партии сцинтилляционных материалов (рисунок 23): пара-терфенила – 10 кг; 2-фенил-5-(4'-бифенил)-1,3,4-оксадиазола – 1,0 кг; 2,5-дифенилоксазола – 1,0 кг; 1,4-ди(5-фенилоксазол-2-ил) бензола – 0,5 кг; 4-(4'-йодфенил)стильбена – 0,5 кг,

6 Разработаны рецептуры и методики изготовления пластмассовых сцинтилляторов (рисунок 24) из опытных партий;

7 Проведены приемочные испытания наработанных пластмассовых сцинтилляторов, подтвердившие, что синтезированные в лаборатории РФ сцинтилляционные материалы не уступают по своим сцинтилляционным характеристикам импортным аналогам, используемым на данное время в АО «ИФТП», и могут применяться для производства пластмассовых сцинтилляторов;

8 Достигнут уровень готовности технологии TRL 7.



Рисунок 21 – Фотография реакторной установки и термостата





Рисунок 22 – Эскиз опытной установки, вид сбоку



Рисунок 23 – Синтезированные опытные партии сцинтилляционных материалов

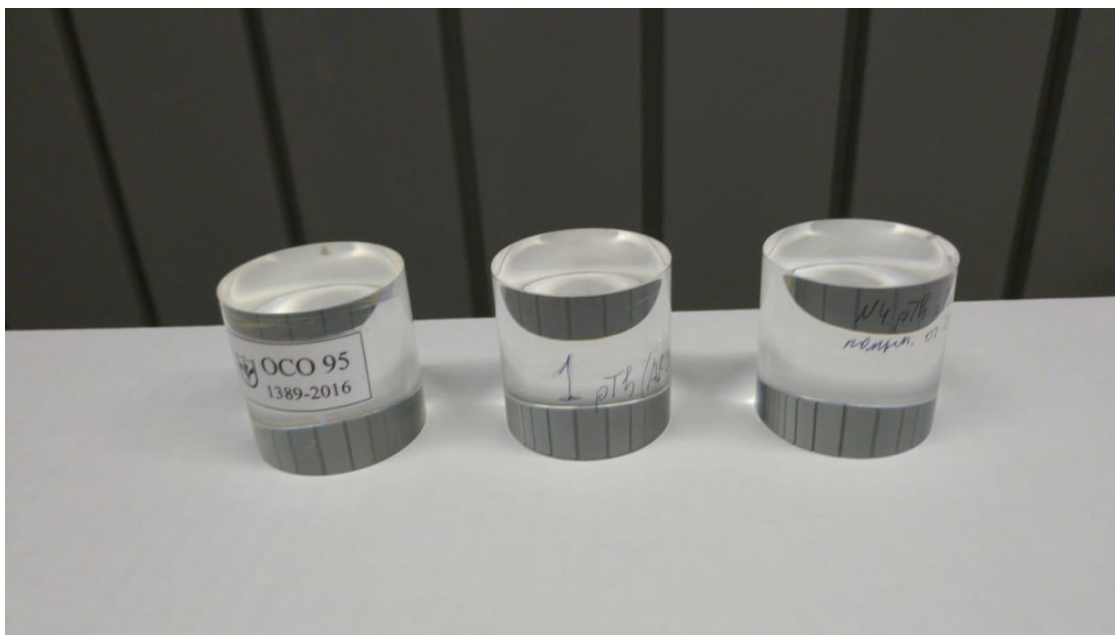


Рисунок 24 – Изготовленные опытные и стандартный образцы пластмассовых сцинтилляторов на основе оптического полистирола и синтезированного в лаборатории РФ 2-фенил-5-(4'-бифенил)-1,3,4-оксадиазола

#### *Описание опытной установки*

Опытная установка создана на основе термостата Unistat 615W и стеклянного реакционного сосуда (объемом 50 литров) системы QVF (серийный номер SAR8021/6402).

Основой установки является химическая реакторная система фирмы QVF из высококачественного боросиликатного стекла (рисунок 21, 22). Система включает в себя химический реактор объемом 50 л, холодильник, работающий в режиме «прямой – обратный», мерник объемом 15 л, две приемные емкости по 25 л каждая, запорную арматуру, взрывобезопасный электропривод мешалки с плавным изменением частоты вращения, датчики температуры, каркас из нержавеющей стали и др.

Опытная установка является универсальной и позволяет проводить широкий спектр процессов органического и неорганического синтеза при температурах от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $250^{\circ}\text{C}$  и давлении от  $-1$  до  $+0,5$  бар.

Результаты заключительного этапа НИОКР будут положены в основу организации малотоннажного производства компонентов пластмассовых сцинтилляторов.

На рынке сцинтилляционных детекторов РФ существует устойчивый спрос. При этом поступают заявки российских предприятий на расширение ряда синтезируемых сцинтилляционных материалов и создание на их основе новых типов детекторов. В период 2018-2022 гг. объём производимой продукции пластиковых сцинтилляторов АО «ИФТП» вырос в 2,5 раза с 3 тонн/год до 7,5 тонн/год. В конце 2022 г. АО «ИФТП» подтверждена потребность в следующих сцинтилляционных материалах: пара-терфенил в количестве 250 кг/год и 1,4-ди(5-фенилоксазол-2-ил) бензола – 2,5 кг/год.

## 2.1.5 ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### **Разработка и создание полимерных композитных изоляционных материалов и полупроводящих матриц со структурой, обеспечивающей возможность саморегуляции**

Хакулова Д.М., Гальченко А.Г., Афонькин А.Е., Кочервинский В.В.

В течение отчетного 2022 года лабораторией полимерных композиционных материалов были выполнены работы третьего, заключительного этапа НИОКР ЕОТП по теме: «Разработка технологии получения высокотехнологичных полимерных композитных изоляционных материалов и полупроводящих матриц со структурой, обеспечивающей возможность саморегуляции электросопротивления в интервале температур от – 30 °С до 120 °С».

В соответствии с техническим заданием и календарным планом были проведены работы, обеспечивающие достижение основной цели проекта:

- 1) Изготовлены опытно-промышленные партии ПКМ изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы не менее 400 кг;
- 2) Разработана программа и методики испытаний опытно-промышленных партий ПКМ изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы;
- 3) Проведены испытания опытно-промышленной партии ПКМ изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы на физико-механические, реологические, морфологические, электрические свойства, морозостойкость, термостойкость и термостабильность;
- 4) Разработан способ оценки саморегулирующих свойств СГК;
- 5) Изготовлены опытные образцы СГК с использованием ПКМ изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы;
- 6) Разработаны программы и методики испытаний опытного образца СГК;

7) Проведены испытания опытных образцов саморегулирующихся греющих кабелей на максимальную рабочую температуру, максимальную температуру воздействия, изменение тепловыделения кабеля в течение 10 лет, мощность тепловыделения при 0 °С.

Лаборатория оснащена современным технологическим и исследовательским оборудованием для термомеханического, динамического механического анализа, оценки реологических и механических характеристик (рисунок 25).



Рисунок 25 – Лабораторное оборудование для испытаний полимеров

Исследования проводились совместно с кабельным заводом ОКБ «Гамма».

## **2.2 Итоги заседаний Научно-технического совета**

На базе АО «ВНИИХТ» действует Научно-технический совет (НТС) – координационный и экспертно-совещательный орган по вопросам научной и проектной деятельности института.

Основными задачами и функциями НТС являются:

1. Выработка предложений и рекомендаций по уточнению приоритетных направлений и совершенствованию механизмов научно-технического развития института; по повышению эффективности использования объектов инфраструктуры и результатов (основных показателей) научно-технической деятельности института.

2. Формирование и согласование планов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, экспертиза научно-технических проектов и отчетов института.

3. Подготовка заключений и отзывов по диссертационным работам и научно-техническим публикациям (на правах экспертной комиссии).

4. Рассмотрение вопросов:

- об участии института и/или его представителей в работе выставок и научных конференций, научно-технических, научно-образовательных и научно-общественных объединениях и органах (ассоциациях, комиссиях и пр.);
- о выдвижении научных проектов и работ на конкурсы и соискание премий различного уровня;
- о представлении сотрудников к государственным и ведомственным наградам.

В состав НТС входят 17 человек, из них 16 кандидатов наук.

В 2022 году было проведено 10 заседаний НТС. Основные вопросы, выносимые на повестке и решения, принятые членами Совета представлены в таблице 5. Было проведено совместное заседание НТС и Объединенного научно-технического совета АО «Гиредмет» по рассмотрению проектов на выполнение НИОКР в рамках ЕОТП.

Таблица 5

№ п/п	Тема заседания	Перечень рассмотренных вопросов	Дата проведения
1.	Рассмотрение проектов ЕОТП.	<p>Рассмотрение заявок в ЕОТП, инициируемых лабораториями АО «ВНИИХТ»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка технологии получения сплавов-накопителей водорода с программируемым уровнем сорбционных характеристик, проектирование и изготовление макетного образца металлгидридного водородного компрессора высокого давления.</li> <li>2. Разработка технологии обращения с циркониевыми оболочками ТВЭЛов, образующимися при переработке ОЯТ ВВЭР.</li> <li>3. Разработка технологии выплавки и литья слитков сплавов с памятью формы на основе никелида титана заданного состава и размера. Разработка легированных сплавов на основе никелида титана с высокотемпературным эффектом памяти формы и изделий на их основе.</li> <li>4. Переработка отработанных литий-ионных аккумуляторов.</li> </ol>	22 февраля 2022 г
2.	Рассмотрение проектов ЕОТП.	<p>Рассмотрение заявок в ЕОТП, инициируемых лабораториями АО «ВНИИХТ»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание опытного образца технологической линии процесса аллотермического получения сплавов ферросиликоалюминия из золошлаковых отходов ТЭЦ, отходов угледобычи и обогащения.</li> <li>2. Разработка промышленной технологии получения концентрата и карбоната лития из руды Полмостундровского месторождения для организации промышленного производства.</li> </ol>	3 марта 2022 г
3.	Рассмотрение отчетов НИР	1. Рассмотрение отчета о результатах НИР на тему «Разработка технологии	7 апреля 2022 г

	и итогов Круглого стола.	получения высокотехнологичных полимерных композитных изоляционных материалов и полупроводящих матриц со структурой, обеспечивающей возможность саморегуляции электросопротивления в интервале температур от – 30 °С до 120 °С» по договору от 30.11.2020 №774/161-Д/63/4774-Д (проект ЕОТП-МТ-241). 2. Информационные материалы по итогам Круглого стола на тему «Электрохимические устройства для водородной энергетики», организованного институтами АО «Гиредмет», АО «НИИГрафит», АО «ВНИИХТ».	
4.	Рассмотрение отчетов НИОКР.	1. Рассмотрение отчета о результатах НИОКР на тему «Разработка технологии обращения с циркониевыми оболочками твэлов, образующимися при переработке ОЯТ ВВЭР», выполненной в рамках договора с частным учреждением «Наука и инновации» от 15.07.2021 № 774/288-Д с дополнительным соглашением от 03.02.2022 № 774/288-Д-1 (проект ЕОТП-ТЦПМ-263) по теме «Обоснование техпроцесса обращения с КМ оболочек твэлов от переработки ОЯТ ВВЭР».	25 мая 2022 г
5.	Рассмотрение отчетов НИОКР.	1. Рассмотрение отчета о результатах НИОКР на тему «Разработка технологии получения компактных слитков редкоземельных металлов и/или лигатур на их основе», выполненной в рамках договора № 20230201008320000000000000/ДГ-1019 (шифр «Черепаша-К-ВНИИХТ») от 04.06.2021 г. между НИЦ «Курчатовский институт»-ВИАМ и АО «ВНИИХТ».	15 августа 2022 г
6.	Рассмотрение научного годового отчета.	1. Рассмотрение и утверждение научного годового отчета АО «ВНИИХТ» за 2021 год.	13 сентября 2022 г
7.	Рассмотрение заявки аванпроекта.	1. Рассмотрение материалов заявки аванпроекта на тему «Исследование основных параметров технологии	18 октября 2022 г



		переработки руды Колмозерского месторождения»	
8.	Рассмотрение отчетов НИР/НИОКР.	<p>1. Рассмотрение отчета о результатах НИР на тему «Разработка технологии получения изделий из перспективного радиозащитного материала кермета на основе диоксида обедненного урана», выполненной в рамках договора с частным учреждением «Наука и инновации» от 06.10.2022 № 774/562-Д/63/5282-Д (проект АП-22/034) по теме «Разработка Технического задания и обоснование требований на НИОКР «Разработка технологии получения изделий из перспективного радиозащитного материала кермета на основе диоксида обедненного урана».</p> <p>2. Рассмотрение отчета о результатах НИОКР на тему «Разработка технологий иммобилизации ВАО в минералоподобные матрицы методом ИПХТ» в рамках договора с частным учреждением «Наука и инновации» от 03.12.2020 № 774/179-Д/63/4794-Д с дополнительными соглашениями от 06.07.2021 № 774/179-Д-1, от 22.02.2022 № 774/179-Д-1, от 08.11.2022 № 774/179-Д-3 (проект ЕОТП-ТЦПМ-25) по теме «Испытания устойчивости к внутреннему облучению модельных конечных форм ВАО».</p> <p>3. Рассмотрение отчета о результатах НИОКР на тему «Разработка технологии получения высокотехнологичных полимерных композитных изоляционных материалов и полупроводящих матриц со структурой, обеспечивающей возможность саморегуляции электросопротивления в интервале температур от – 30 °С до 120 °С» в рамках договора с частным учреждением «Наука и инновации» от 30.11.2020 № 774/161-Д/63/4774-Д-3 с дополнительным соглашением от 21.02.2022 № 774/161-Д/63/4774-Д-3 (проект ЕОТП-МТ-241).</p>	8 ноября 2022 г.

		<p>4. Рассмотрение отчета о результатах НИР на тему «Разработка технологии переработки техногенных отвалов для получения лигатур стратегического сырья (РЗЭ, W, Mo, Re и другие)» в рамках договора с частным учреждением «Наука и инновации» от 18.09.19 № 313/1721-Д/63/4403-Д на тему «Отработка технологий получения РЗЭ в укрупненном масштабе» (ЕОП-МТ-158).</p> <p>5. Рассмотрение отчета о результатах НИОКР на тему «Разработка технологии синтеза компонентов высокоэффективных пластмассовых сцинтилляторов для создания их малотоннажного производства» в рамках договора с акционерным обществом «Наука и инновации» от 17.09.2019 №313/1712-Д с дополнительным соглашением от 20.06.2022 № 313/1712-Д-2 (проект ЕОП-ВНЕ-139).</p> <p>6. Рассмотрение отчета о результатах НИОКР на тему «Разработка новой экономичной технологии получения лигатур редкоземельных металлов для производства постоянных магнитов. Этап 2022 года». В рамках Государственного контракта № Н.4щ.241.09.22.1095/63/5179-Д с Госкорпорацией «Росатом» от 04.07.2022 (проект РТТН).</p>	
9.	Рассмотрение отчета по НИР	Рассмотрение отчета о результатах НИР на тему «Выбор и обоснование технологических решений по переработке «черной массы» отработанных литий-ионных аккумуляторов.» в рамках договора с АО «Наука и инновации» от 28.11.2022 № 313/2741-Д/63/5338-Д на тему «Переработка отработанных литий-ионных аккумуляторов» (ЕОП-МТ-492).	6 декабря 2022 г.

10.	Рассмотрение отчета по НИР	Рассмотрение отчета о результатах НИР на тему «Исследование основных параметров технологии переработки руды Колмозерского месторождения»	26 декабря 2022 г.
-----	----------------------------	--	--------------------

В 2021 году на базе АО «Гиредмет» в целях обеспечения условий для эффективного формирования, функционирования и развития научно-производственного объединения был создан Научно-технический совет научно-производственного объединения АО «Гиредмет», АО «НИИГрафит», АО «ВНИИХТ» (НТС НПО). Совет является постоянно действующим координационным и экспертно-совещательным органом научно-производственного объединения по вопросам научной и проектной деятельности институтов ХТК.

Основными задачами и функциями НТС НПО являются:

- выработка предложений и рекомендаций по формированию и уточнению приоритетных направлений, совершенствованию механизмов научно-технологического развития институтов ХТК; по повышению эффективности использования объектов инфраструктуры и результатов (основных показателей) научно-технической деятельности институтов ХТК;
- координация работы научно-технических советов институтов по приоритетным направлениям деятельности;
- формирование и согласование планов совместных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, экспертиза совместных научно-технических проектов и отчетов институтов ХТК;
- рассмотрение вопросов о совместном участии в работе выставок и научных конференций, научно-технических, научно-образовательных и научно-общественных объединениях и органах (ассоциациях, комиссиях, консорциумах и др.); о выдвижении совместных научных проектов и работ на конкурсы и соискание премий различного уровня.

Совет сформирован из числа руководителей, ведущих ученых и специалистов институтов ХТК и иных организаций (по согласованию) в составе председателя, его заместителей, ученого секретаря и членов Совета.

Члены НТС НПО АО «Гиредмет», АО «НИИГрафит», АО «ВНИИХТ»:

– Голиней А.И. – директор АО «Гиредмет», АО «НИИГрафит», АО «ВНИИХТ», (председатель Совета).

– Пархоменко Ю.Н. – научный руководитель АО «Гиредмет», (заместитель председателя Совета).

– Бейлина Н.Ю. – научный руководитель АО «НИИГрафит», (заместитель председателя Совета).

– Нескоромная Е.А. – ученый секретарь АО «Гиредмет», АО «ВНИИХТ», (ученый секретарь Совета).

– Юрков Г.Ю. – директор по научному развитию – научный руководитель химико-технологического направления АО «Наука и инновации».

– Мазилин И.В. – руководитель направления проектного офиса АО «Наука и инновации».

– Бештоев Б.З. – генеральный директор АО «ВНИИХТ».

– Ивановских К.В. – заместитель директора по науке и инновациям АО «Гиредмет».

– Гареев А.Р. – заместитель директора по науке и инновациям АО «НИИГрафит».

– Артамонов Г.Л. – заместитель директора по перспективным проектам АО «Гиредмет».

– Твиленев К.А. – заместитель директора по производству АО «НИИГрафит».

– Бубненко И.А. – начальник научно-производственного отдела АО «НИИГрафит».

– Соловьева Л.Г. – начальник отдела АО «ВНИИХТ».

- Каленова М.Ю. – начальник отделения АО «ВНИИХТ».
- Быков А.А. – начальник отделения АО «Гиредмет».
- Гурских А.В. – начальник отделения АО «Гиредмет».
- Черненко Д.Н. – начальник отдела АО «НИИГрафит».
- Мельников С.А. – научный руководитель АО «ВНИИХТ».
- Карцев В.Е. – эксперт АО «Гиредмет».
- Самойлов В.М. – главный научный сотрудник АО «НИИГрафит».
- Микитаев М.А. – руководитель Центра композиционных материалов АО «ВНИИХТ».
- Юрасова О.В. – начальник лаборатории АО «Гиредмет».
- Князев С.Н. – начальник лаборатории АО «Гиредмет».
- Новиков П.Ю. – начальник лаборатории АО «ВНИИХТ».
- Денисов И.А. – начальник лаборатории АО «Гиредмет».
- Кошель Е.С. – начальник Испытательного аналитико-сертификационного центра АО «Гиредмет».
- Чеблакова Е.Г. – начальник Испытательного центра АО «НИИГрафит».
- Комиссарова Д.А. – руководитель проектного офиса АО «НИИГрафит».
- Хакулова Д.М. – начальник лаборатории АО «ВНИИХТ».

На тематические заседания Совета приглашаются высококвалифицированные специалисты предприятий, доктора и кандидаты наук научно-исследовательских институтов и образовательных учреждений.

В 2022 году было проведено четыре заседания НТС НПО по перспективным научным направлениям развития институтов ХТК.

Два заседания были проведены в рамках круглых столов на тему «Электрохимические устройства для водородной энергетики» и «Ферромагнитные углеродные наноконпозиционные материалы».

По результатам заседаний было рекомендовано развитие кооперации подразделений АО «Гиредмет», АО «ВНИИХТ» и АО «НИИГрафит» с предприятиями и организациями, представленными на Круглом столе.

Заседание НТС НПО, проведенное 16 июня 2022 года, было посвящено присвоению АО «Гиредмет» имени академика Н.П. Сажина. С докладом об истории института и перспективе его дальнейшего развития выступил Голиней А.И., и с докладом об академике выступил Пархоменко Ю.Н. По результатам заседания было решено:

- ознаменовать II Международную научно-практическую конференцию «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение» именем Сажина Н.П.;

- провести очередное заседание Организационного и Программного комитетов II Международной научно-практической конференции «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение» с целью скорректировать работу Конференции в связи с присвоением АО «Гиредмет» имени Сажина Н.П.

- учредить премию имени Сажина Н.П. за выдающиеся достижения в области редких металлов и новых материалов на их основе, а также высокочистых веществ, полупроводниковых, оптических и люминесцентных материалов, наноматериалов.

На заседании НТС НПО от 26 декабря 2022 года были рассмотрены результаты деятельности групп информационно-аналитических подразделений (ИАП) АО «НИИГрафит», АО «ВНИИХТ» и АО «Гиредмет». По результатам заседания было решено:

- организовать заседание НТС НПО, посвященное оценке текущего технического состояния и работоспособности оборудования испытательных центров АО «Гиредмет», АО «ВНИИХТ», АО «НИИГрафит», с целью определения возможности совместного выполнения исследований с использованием имеющейся приборной базы институтов;

- организовать заседание НТС НПО с целью ознакомления сотрудников ХТК с текущими проектами, выполняемыми лабораториями институтов;
- организовать совещание работников ХТК с представителями ЦАИР на площадке АО «Гиредмет» для совместного обсуждения информационно-аналитической деятельности и дальнейшего плана развития ИАП институтов;
- увеличить состав группы ИАП из числа штатных сотрудников ХТК, с целью проведения дополнительных аналитических исследований по продуктам на основе редких металлов, востребованность которых на Российском рынке, с учетом сложившейся политики импортозамещения, первоочередна.

### 3 Прочие научно-технические достижения

#### 3.1 Статистические показатели по науке

В 2022 году было выполнено всего 25 договоров, из них 22 договора с организациями и предприятиями Госкорпорации «Росатом», завершены этапы пяти проектов Единого отраслевого тематического плана НИОКР по созданию новых продуктов и технологий, выполнено 2 аванпроекта.

В отчетном году научными сотрудниками АО «ВНИИХТ» выпущено 33 отчета о НИР, НИОКР, проведенных патентных исследованиях, 25 открытых публикаций, включая, 12 статей и 13 докладов/тезисов докладов. Оформлено 7 «ноу-хау». Получено 2 патента РФ на изобретение, 1 международный патент, подано 3 заявки на патенты.

Сведения о наукометрических показателях за отчетный год представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Наукометрические показатели

№/№	Показатель	Факт 2022 г.	
1	Число публикаций, шт.	25	
	из них: <i>индексируемых в российских и международных информационно-аналитических системах научного цитирования, шт.</i>	10	
2	Количество созданных РИД, шт.	10	
3	Количество использованных РИД, шт.	4	
4	Количество сотрудников, защитивших диссертации, чел.	канд.	0
		докт.	0

##### 3.1.1 Перечень публикаций

1. Кузнецов И.В., Каленова М.Ю., Будин О.Н., Щепин А.С., Сапрыкин Р.В., Мельникова И.М. Жидкостная дезактивации узлов оборудования в растворах с комплексообразователями с электрохимической и комбинированной интенсификацией процесса//Радиохимия – 2022 – Т. 64. № 1 – С. 45-52.



2. Kochervinskii, V.V., Gradova, M.A., Gradov, O.V., Lokshin, B.V., Buzin, M.I. Structure formation and electrophysical properties of poly(vinylidene fluoride-hexafluoropropylene) copolymer films at low-temperature solution crystallization// *Colloid and Polymer Science* - 2022, 300(6) –С.721-732.
3. Юдинцев С.В., Данилов С.С., Ширяев А.А., Мельникова И.М. О коррозионной устойчивости Nd–Ti-матрицы актинидов// Доклады Российской академии наук. Науки о Земле – 2022 –Т. 505. № 1 – С. 120-124.
4. Чуков Н.А., Бородулин А.С., Хашхожева Р.Р., Козлова Е.Е. Перспективные мономеры и олигомеры для получения ароматических полиэфиров на их основе// *Chemical bulletin* – 2022 - Т. 5. №1 – С. 16-26.
5. Тарханов А.В., Бугриева Е.П. Современное состояние мировой и российской урановой промышленности// *Разведка и охрана недр* – 2022. № 8. С. 10-16.
6. Kuznetsov, I.V., Budin, O.N., Shchepin, A.S., Saprykin, R.V., Al'zhev, N.I. Annealing of Mineral-Like Host Matrices for High-Level Waste Immobilization//*Inorganic Materials* - 2022, 58(6), стр. 651–660.
7. Zhilina E. M., Krasikov S. A., Kuznetsov I. V., Kalenova M. Yu. Separation of ultrafine uranium oxide particles from zirconium alloys in remelting processes with fluoride and oxide slags: thermodynamic analysis// *Tsvetnye Metally* - 2022 - 2022(7) – С. 73-76.
8. Kochervinskii, V.V., Gradova, M.A., Gradov, O.V., Maltsev, A.A., Malyshkina, I.A. Influence of physical aging of ferroelectric vinylidene fluoride copolymer films on their structural and electrophysical characteristics// *Journal of Applied Polymer Science* – 2022, 139(42), e53025
9. Абдурахмонов О.Э., Семенов С.А., Соколова Ю.В. Экстракционное извлечение скандия из сернокислых растворов выщелачивания красных шламов алюминиевого производства // *Цветные металлы* – 2022, 2022(4), С. 33-39.

10. Сапрыкин Р.В., Щепин А.С., Будин О.Н., Каленова М.Ю., Кузнецов И.В. Регенерация ионных сред пироэлектрохимических переделов переработки ОЯТ быстрых реакторов методом направленной кристаллизации с квазиравномерным движением фронта кристаллизации// Тезисы доклада X Российской конференции с международным участием Радиохимия-2022 – Москва, 2022, С. 313.
11. Сапрыкин Р.В., Щепин А.С., Будин О.Н., Каленова М.Ю., Кузнецов И.В. Установка направленной кристаллизации ионных сред пироэлектрохимических переделов переработки ОЯТ быстрых реакторов// Тезисы доклада X Российской конференции с международным участием Радиохимия-2022 – Москва, 2022, С. 314.
12. Мельникова И.М., Каленова М.Ю., Щепин А.С., Будин О.Н. Химическая устойчивость минералоподобных матриц для иммобилизации Cs-Sr фракции// Тезисы доклада X Российской конференции с международным участием Радиохимия-2022 – Москва, 2022, С. 421.
13. Мельникова И.М., Каленова М.Ю., Кузнецов И.В., Щепин А.С., Будин О.Н. Поведение кристаллических матриц для иммобилизации редкоземельно-актинидной фракции высокоактивных отходов в условиях гидротермального воздействия// Тезисы доклада X Российской конференции с международным участием Радиохимия-2022 – Москва, 2022, С. 422.
14. Яндаев Д.М., Пылаева А.А., Романова О.В., Аглиуллина Л.М., Калёнова М.Ю., Кузнецов И.В. Радиационная устойчивость полифазной керамики со структурой поллуцит-таусонит// Тезисы доклада X Российской конференции с международным участием Радиохимия-2022 – Москва, 2022, С. 474.
15. Яндаев Д.М., Романова О.В., Аглиуллина Л.М., Колобова А.А., Калёнова М.Ю., Кузнецов И.В., Мельникова И.М. Радиационная устойчивость титанатной керамики со структурой пироклора// В сборнике: Научный годовой отчет АО «ГНЦ НИИАР» (отчет об

- основных исследовательских работах, выполненных в 2021 г.). Сборник статей. Под общей редакцией В.В. Калыгина. Димитровград, 2022. С. 144-145.
16. Мельников С.А., Ржеуцкий А.А., Солнцева Е.Б., Колегов С.Ф. Сохранение и развитие компетенций АО «ВНИИХТ» в области технологии получения РЗМ и сплавов на их основе// Тезисы доклада IX Международной конференции с элементами научной школы для молодежи. Суздаль, 2022. С. 16-17.
17. Бурьянская Е.Л., Градова М.А., Градов О.В., Киселев Д.А., Ильина Т.С., Кочервинский В.В. Структурно-морфологические, спектральные и электрофизические свойства пленок сегнетоэлектрических сополимеров винилиденфторида, допированных тетрапиррольными красителями// В книге: Химия, физика, биология: пути интеграции. Сборник тезисов докладов IX Всероссийской научной молодежной школы-конференции. Москва, 2022. С. 23-24.
18. Кочервинский В.В., Шапетина М.А., Бедин С.А., Баскаков С.А., Шульга Ю.М. Особенности зарядового отклика сегнетоэлектрических полимеров при использовании графен-содержащих электродов// Известия Российской академии наук. Серия физическая – 2022 – Т. 86. № 12 – С. 1742-1745.
19. Чернышев Б.Д., Щетинин И.В. Исследование возможности получения постоянных магнитов слоной геометрии методом аддитивных технологий// В книге: Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение. Сборник тезисов 2-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина. Москва, 2022. С. 109-110.
20. Мельников С.А., Ржеуцкий А.А., Солнцева Е.Б., Колегов С.Ф. Сохранение и развитие компетенций АО «ВНИИХТ» в области технологии получения РЗМ и сплавов на их основе// Тезисы XXIII международной конференции по постоянным магнитам. 2022. С. 112.

21. Кропачев А.Н., Плескач Е.И., Лямзина Ю.О. Аллюминотермическое получение лития из шихты различного состава совмещенным процессом «Синтез-восстановление»// В книге: Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение. Сборник тезисов 2-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина. Москва, 2022. С. 72-74.
22. Чепиков А.Н., Соколова Ю.В. Термические свойства перовскитов  $FA_{0.8}CS_{0.2}PbI_3$ // В книге: Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение. Сборник тезисов 2-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина. Москва, 2022. С. 342-343.
23. Будин О.Н., Кропачев А.Н., Черепов В.В., Плескач Е.И., Лямзина Ю.О. Вскрытие перовскитового концентрата карботермическим способом// В книге: Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение. Сборник тезисов 2-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика Н.П. Сажина. Москва, 2022. С. 85-87.
24. Кочервинский В.В., Градов О.В., Градова М.А. Фторсодержащие сегнетоэлектрические полимеры: Применение в технике и биомедицине// Успехи химии – 2022 – Т – 91 – № 11. С. RCR5037.
25. Соколова Ю.В. Исследование обжига молибденового концентрата с известью в воздушной атмосфере // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и хим. Технология – 2022 – Т – 64 - № 2.

### **3.1.2 Перечень созданных результатов интеллектуальной деятельности**

1. Патент РФ № 2765028 от 24.01.2022 на изобретение «Способ переработки радиоактивных отходов, образующихся в процессе разрушения облученных тепловыделяющих сборок реакторов на

- быстрых нейтронах, методом индукционного шлакового переплава в холодном тигле».
2. Патент РФ № 2772669 от 23.05.2022 на изобретение «Способ извлечения актинидов из отработавших высокоэффективных фильтров очистки воздуха».
  3. Приказ от 26.09.2022 № 063/387-П о признании РИД «Технологическая оснастка для получения фторидов РЗМ (Pr, Dy, Tb) в твердофазной реакции оксидов РЗЭ с фторидными солями аммония» секретом производства.
  4. Приказ от 18.11.2022 №063/472-П о признании РИД «Электролизная ячейка для получения лигатур РЗМ-Fe из оксидов» секретом производства.
  5. Приказ от 06.12.2022 №063/500-П о признании РИД «Способ очистки йодбифенила – продукта первой стадии синтеза 4-(4'-йодфенил)стильбена» секретом производства.
  6. Приказ от 06.12.2022 №063/501-П о признании РИД «Способ переработки шлифотходов производства постоянных магнитов» секретом производства.
  7. Приказ от 19.12.2022 №063/519-П о признании сведений, содержащихся в материалах рабочей конструкторской документации на блочно-модульные установки водоподготовки питьевой воды (серии Роса ТМ-ПВ из 9 частей секретом производства.
  8. Приказ от 21.12.2022 №063/527-П о признании РИД «Конструкторская документация блоков водоочистки» секретом производства.
  9. Приказ от 29.12.2022 № 063/547-П о признании РИД «Комплект технологической документации КТД 07625358.00046.2022 Технологический процесс получения полимерных композиционных материалов изоляции, оболочки и полупроводящей матрицы в соответствии с опытно-промышленным технологическим регламентом» секретом производства.

10. Патент № 3 026 544 (Канада), дата выдачи 13.12.2022, «The method of manufacturing a pelletized nuclear ceramic fuel».

### **3.1.3 Перечень использованных результатов интеллектуальной деятельности**

1. Патент РФ № 2484018 на изобретение «Способ переработки фосфатного редкоземельного концентрата, выделенного из апатита», дата публикации – 10.06.2013 (Лицензионный договор от 27.03.2014 № 1/5677-Д, заключенный между АО «ВНИИХТ» и ОАО «Акрон»).
2. Патент РФ № 2615522 на изобретение «Способ получения ионита для сорбции золота», дата публикации – 05.04.2017 (Лицензионный договор от 10.09.2020 № 63/4587, заключенный между АО «ВНИИХТ» и ООО «Интек»).
3. Приказ от 13.07.2017 № 063/259-П о признании РИД «Способ разложения бериллийсодержащих проб руды, концентратов и продуктов их переработки для аналитического контроля» секретом производства (Лицензионный договор от 26.03.2020 № 63/4594-Д, заключенный между АО «ВНИИХТ» и ООО «Русский Бериллий»).
4. Приказ от 23.12.2016 № 063/464-П о признании РИД «Способ получения гидроксида бериллия из бериллийсодержащих концентратов» секретом производства (Лицензионный договор от 26.03.2020 № 63/4594-Д, заключенный между АО «ВНИИХТ» и ООО «Русский Бериллий»).

### 3.2 Перечень полученных премий и наград

Во время рабочей поездки генерального директора Госкорпорации «Росатом» А.Е. Лихачёва в Химико-технологический кластер АО «Наука и инновации» прошла церемония награждения сотрудников институтов. Знаком отличия «Академик И.В. Курчатов» 3 степени был отмечен *Лавриков Сергей Александрович*, ведущий научный сотрудник лаборатории чистых металлов и функциональных материалов. Сергей Александрович является высококвалифицированным специалистом, при его активном участии была разработана и внедрена в производство в АО «ЧМЗ» на уровне изобретения система автоматизированного управления процессом иодидного рафинирования циркония, а также математические модели вольт - амперных характеристик процессов иодидного рафинирования титана и гафния. Это позволило поднять съём циркония с аппарата и снизить затраты электроэнергии на 10 %, стабилизировать режимы проведения процессов получения, титана, циркония и гафния высокой чистоты. Также при активном участии Лаврикова С.А. был создан опытный стенд дистилляции кальция с автоматизированным управлением технологическим процессом на базе блока из 4-х печей Ш-1 с перспективой переноса разработки на всё отделение дистилляции кальция цеха № 5 АО «ЧМЗ».



Рисунок 26 – Награждение сотрудника АО «ВНИИХТ»

Были награждены медалью имени академика Н.П. Сажина «За вклад в развитие науки и технологий редких и редкоземельных металлов» два сотрудника лаборатории металлургических процессов АО «ВНИИХТ»:

- *Мельников Сергей Александрович, руководитель лаборатории* – один из ведущих ученых в области металлургии редкоземельных металлов, научный руководитель металлургического направления АО «ВНИИХТ» и АО «Гиредмет».



Мельниковым С.А. предложена принципиально новая технология получения электролитического получения лигатур РЗМ-железо и технология производства легирующих добавок для производства магнитов из сплавов системы неодим-железо-бор. Это позволило разработать технические задания и исходные данные для основного пирометаллургического оборудования.



– *Матясова Валентина Ефимовна, ведущий научный сотрудник,*



крупнейший специалист в области технологий бериллия, автор разработанной в АО «ВНИИХТ» принципиально новой, экологически безопасной технологии получения гидроксида бериллия с замкнутым по воде циклом.

Основные награды сотрудников института за 2022 год представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень наград

<b>ФИО</b>	<b>Должность</b>	<b>Структурное отделение</b>	<b>Тип награды, дата</b>
Ободовский Анатолий Сергеевич	Ведущий инженер	Лаборатория радиационной фотоники	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Ковшова Оксана Владимировна	Ведущий специалист по режиму секретности и предупреждению утечки секретных сведений	Режимно-секретный отдел (1 отдел)	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Николаева Лариса Геннадьевна	Руководитель направления по делопроизводству	Отдел документационного обеспечения и контроля	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Лapidус Артем Олегович	Ведущий инженер 27-1	Лаборатория чистых металлов и функциональных материалов	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Кондратьев Александр Георгиевич	Ведущий инженер	Производственный участок тетрафторида кремния	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Ильин Андрей Владимирович	Заместитель генерального		Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022

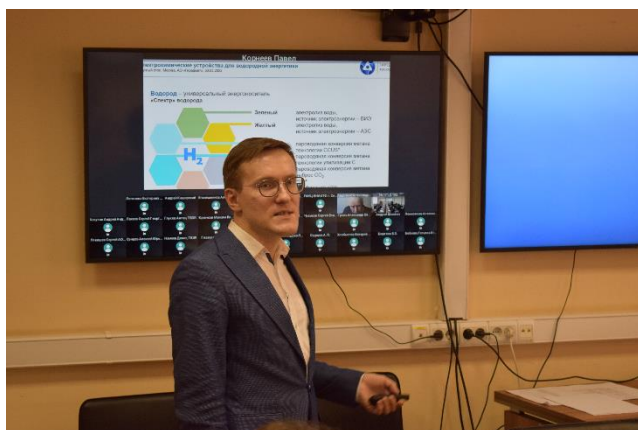
<b>ФИО</b>	<b>Должность</b>	<b>Структурное отделение</b>	<b>Тип награды, дата</b>
	директора по безопасности		
Лавриков Сергей Александрович	Ведущий научный сотрудник	Лаборатория чистых металлов и функциональных материалов	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Сучков Алексей Вячеславович	Главный специалист	Группа по компактизации	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022
Кондратов Анатолий Владимирович	Техник	Административно-хозяйственный отдел	Благодарность АО «ВНИИХТ» 05.05.2022

#### 4 Научно-технические мероприятия

В 2022 году Химико-технологическим кластером (АО «Гиредмет», АО «НИИГрафит» и АО «ВНИИХТ») было организовано два научно-технических мероприятия из плана Госкорпорации «Росатом».

Круглый стол на тему «Электрохимические устройства для водородной энергетики» был проведен 30 марта 2022 года. Участниками мероприятия стали более 50 представителей научно-исследовательских и производственных предприятий России, ведущих вузов страны из Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Новосибирска и Черноголовки. Специалисты обсудили развитие компетенций в области получения водорода, использования его в топливных элементах, а также технологии его аккумулирования, хранения и транспортировки. Участники круглого стола также обсудили основные направления в обеспечении безопасности при производстве, хранении и транспортировке водородного топлива, новые вызовы и направления научно-технического сотрудничества, состояние нормативной базы и многие другие вопросы. В завершение мероприятия была определена необходимость выстраивать технологическую цепочку производства и поставок экологически чистого водорода, а также использования водорода в качестве энергоносителя на основе российских разработок.

На заседании в качестве докладчиков выступили:



*Ананьев Максим Васильевич*  
(доцент, д.х.н., начальник отделения материалов и технологий для накопления и преобразования энергии, АО «Гиредмет») с презентационными материалами по теме «Твердооксидные

электрохимические устройства для водородной энергетики: задачи и перспективы». В докладе были показаны существующие на сегодняшний день

методы и технологии получения водорода, приведен сравнительный анализ рассматриваемых методов получения, а также области применения водорода в различных областях промышленности.

*Сунцов Алексей Юрьевич* (к.х.н., заведующий лабораторией ионики твердого тела, ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург) с презентационными материалами по теме «Сложные оксиды со структурным упорядочением для электрохимических устройств». В докладе были обозначены основные проблемы создания электродов ТОТЭ.

*Сивак Александр Владимирович* (генеральный директор, ООО «НИЦ «ТОПАЗ», г. Москва) с презентационными материалами по теме «ЭХГ с микротрубчатыми ТОТЭ, результаты и перспективы». В докладе были представлены особенности портативных источников электропитания. Подробно рассмотрена технология изготовления микротрубчатых ТОТЭ.

*Попов Михаил Петрович* (к.х.н., старший научный сотрудник, ИХТТМ СО РАН, г. Новосибирск) с презентационными материалами по теме «Разработка высокотемпературных микротрубчатых твердооксидных топливных элементов». В докладе были представлены результаты исследований кислородного обмена в нестехиометрических оксидах со структурой перовскита

*Лысков Николай Викторович* (к.х.н., заведующий лабораторией инженерии материалов для твердотельных устройств, отдел функциональных материалов для химических источников энергии, ИПХФ РАН, г. Черноголовка) с презентационными материалами по теме «Катодные материалы на основе купрата празеодима для среднетемпературных ТОТЭ». В докладе были представлены результаты исследований в области получения перспективных электрокатализаторов реакции восстановления кислорода в ТОТЭ. Приведен сравнительный анализ свойств катодных материалов ТОТЭ на основе  $\text{Pr}_2\text{CuO}_4$ ,  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ,  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Co}_y\text{O}_3$ ,  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$ . Предложен новый перспективный катодный материал на основе  $\text{Pr}_2\text{CuO}_4$  (PCO).

*Красиков Алексей Владимирович* (к.х.н., заместитель начальника центра «Наноматериалы и нанотехнологии», ФГУП – ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург) с презентационными материалами по теме «Материалы для получения водорода, разработанные в НИЦ-«Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей». Рассмотрены технологии изготовления каталитического покрытия, которые должны, в первую очередь, обеспечивать сочетание пористости, прочности покрытия и высокой каталитической активности.

*Фатеева Мария Алексеевна* (начальник отдела, технологический отдел полимерных композиционных материалов, АО «НИИГрафит», г. Москва) с презентационными материалами по теме «Изготовление композиционных баллонов для транспортировки и хранения водорода методом лазерного направления». В докладе были рассмотрены существующие типы баллонов для хранения водорода. Отмечено, что композиционные материалы на основе термопластичных матриц — это новое поколение композитных материалов, позволяющее существенно сократить время производства изделия и повысить их физико-механические характеристики.

*Гурских Алексей Валерьевич* (начальник отделения редких и редкоземельных металлов, АО «Гиредмет», г. Москва) с презентационными материалами по теме «Металлогидридные композиции для водородной энергетики». Автором доклада представлены основные направления исследований АО «ВНИИХТ»/АО «Гиредмет». Рассмотрены сплавы для накопителей водорода, произведенные в лабораториях институтов.

*Ахременкова Бориса Вадимовича* (главный специалист, АО «ЛЦ ЯТЦ», г. Москва) с презентационными материалами по теме «Логистика водорода в условиях подготовки к введению трансуглеродного налога». В докладе были рассмотрены углеродные рынки стран мира. Рассмотрены возможности экспорта водорода в страны-импортеры, которые должны располагаться как можно ближе к потенциальным объектам-экспортерам водорода.

Второе мероприятие на тему «Ферромагнитные углеродные нанокomпозиционные материалы» было проведено на базе АО «НИИГрафит» 24 мая 2022 г.

На научно-техническое мероприятие Госкорпорации «Росатом» было зарегистрировано 44 участника из различных образовательных, научно-исследовательских и производственных предприятий России: ГЕОХИ РАН, ЧУ «Наука и инновации», Северо-Восточный федеральный университет, НИИ «Конструкционных материалов и технологических процессов» МГТУ им. Н.Э. Баумана, РФЯЦ-ВНИИТФ, РЭУ им. Г.В. Плеханова, АО «Композит», НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА, АО «ПО ЭХЗ», АО ГСПИ, АО «ЦКБМ», АО «Ангарский электролизный химический комбинат», АО «Прорыв», Сколковского института науки и технологий, КФУ, АО «ОКБМ Африкантов», АО «Наука и инновации», НИЦ «Курчатовский институт»-ВИАМ, АО ОКБ «Гидропресс».

Заседание Круглого стола открыл директор АО «Гиредмет», АО «НИИГрафит» и АО «ВНИИХТ» *Голиней Андрей Иванович*, который в своём выступлении отметил безусловную важность, особенно сегодня, разработок в области высокоэффективных углеродных нанокomпозиционных материалов. Кроме того, говоря о синергетическом потенциале компетенций институтов и предприятий Росатома в решении крупных научно-технических вопросов, Голиней А.И. призвал открыто сотрудничать и делиться мнениями для достижения общей цели.

С докладом на тему «Нанокomпозиционные гидро- и аэрогели на основе графена, декорированного наночастицами оксидов железа, для сорбционной очистки водных сред». выступила *Нескоромная Елена Анатольевна* – к.т.н., с.н.с. лаборатории сорбционных методов, ГЕОХИ РАН, г. Москва. В докладе была показана актуальность исследований, направленных на синтез графеновых гидро- и аэрогелей с высокими показателями удельной поверхности и пористости путем лиофильной/сверхкритической обработки

водных или органических дисперсий оксида графена. Отмечены открытие больших перспектив использования аэрогелей в сорбционных процессах

Также, на заседании выступили *Шульга Юрий Макарович* (к.х.н., в.н.с. лаборатории спектроскопии наноматериалов, ИПХФ РАН, г. Черноголовка) с презентационными материалами по теме «Неожиданный ферромагнетизм углеродных материалов». В работах описаны полученные результаты о сильных магнитных сигналах в ромбоэдрическом С60.

*Дьячкова Татьяна Петровна* (д.х.н., проф. кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов», ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов) выступила с презентационными материалами по теме «Модифицированные углеродные наноструктуры как основа материалов полифункционального назначения». доклад был посвящен модифицированию углеродных нанотрубок, которое возможно реализовать методами функционализации, декорирования частицами металлов, формирования модифицирующих слоев различной природы (рисунок 27). Представлены результаты функционализации углеродных наноматериалов, полученных в лабораториях кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов» под руководством Т.П. Дьячковой. Рассмотрены основные функциональные свойства полученных материалов.



Рисунок 27 – выступление участника Круглого стола

*Ринкевич Анатолий Брониславович* (д.ф.-м.н., член-корр. РАН, г.н.с. Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург) выступил с презентационными материалами по теме «Микроволны в нанокompозитах, содержащих ферромагнитную и углеродную компоненты». В докладе были представлены результаты исследований электромагнитных свойств композитной среды, содержащей ферромагнитные частицы и углеродную компоненту.

*Гоголев Алексей Сергеевич* (к.ф.-м.н., директор Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов, ТПУ, г. Томск) выступил с презентационными материалами по теме «Возможности и пути развития томографии и радиографии». В докладе отражены некоторые возможности развития томографии и радиографии. Представлены основные технические характеристики.

*Черник Галина Георгиевна* (к.х.н., генеральный директор ООО «Актив-нано», г. Санкт-Петербург) выступила с презентационными материалами по теме «Электропроводящие полимеры, графен, композиционные магнитные



материалы». Автором доклада были представлены основные свойства графена и характеристика предлагаемого продукта.

По результатам проведенных мероприятий было рекомендовано развитие кооперации подразделений АО «Гиредмет», АО «ВНИИХТ» и АО «НИИГрафит с предприятиями и организациями, представленными на Круглом столе.

Молодые специалисты АО «ВНИИХТ» в ходе **Молодежной научно-практической конференции «Материалы и технологии в атомной энергетике»** представили новые методы обращения с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ). В частности, ведущий инженер лаборатории методов обращения с ОЯТ и РАО *Андрей Станиславович Щетин* предложил новый способ дезактивации отработавшего картриджа аэрозольного металлотканевого фильтра (МТФ) методом отмывки с ультразвуковой и электрохимической интенсификацией процесса. Во время переработки отработавшего ядерного топлива используется комбинация из двух последовательно установленных фильтров МТФ, предназначенных для улавливания частиц крупностью 1-10 мкм и ФяС класса Н13. После отработки фильтры содержат большое количество делящегося материала, подлежащего возврату в ядерный топливный цикл. Способ, предложенный молодым ученым, позволяет перевести отработавшие картриджи фильтров МТФ в РАО 3-го класса (пригодные для приповерхностного захоронения) и вернуть делящийся материал в ЯТЦ. Младший научный сотрудник лаборатории высокотемпературной химии и электрохимии *Ирина Михайловна Мельникова* представила результаты научно-исследовательской работы, позволяющие обосновать выбор перспективных материалов для иммобилизации актинидов, а также подтвердила возможность их использования в качестве минералоподобных матриц для размещения в шахтных хранилищах и при глубоком захоронении. *«Обращение с РАО уже 70 лет остается важнейшей научной и технической задачей. Переработка ОЯТ и выделение ценных продуктов деления позволяют*

*вернуть делящиеся материалы обратно в ядерный топливный цикл и существенно сократить объем образующихся отходов. Разработки в области утилизации таких отходов крайне важны и должны отвечать всем требованиям для успешной изоляции радионуклидов от биосферы», – подчеркнула молодой специалист.*

В рамках реализации в нашей стране программы 10-летия науки и технологий, сотрудниками АО «ВНИИХТ» совместно с АО «Гиредмет» и АО «НИИГрафит» - Химико-технологического кластера (ХТК) Госкорпорации «Росатом», была поставлена цель сохранить историю становления и развития институтов, увековечить их роль и значение в мировом развитии науки. Был совместно разработан план по сохранению и увековечиванию истории институтов, ученых, стоявших у истоков и внесших значительный вклад в становление и развитие ХТК.

Для достижения поставленной цели перед нами стояли следующие задачи: проведение комплексных работ по увековечиванию имен выдающихся Российских ученых; реконструкция, открытие и организация постоянной работы музейного комплекса ХТК; организация Международной научно-практической конференции на базе АО «Гиредмет», посвященной памяти академика Н.П. Сажина.

Руководство института вышло с инициативой присвоить АО «ВНИИХТ» имя ученого с целью увековечивания памяти выдающегося деятеля, внесшего значительный вклад в развитие отечественной науки, а также, воспитания у молодого поколения ученых уважения к истории и традициям атомной отрасли. Для реализации этой задачи была проведена комплексная работа, включающая мероприятия по изучению деятельности выдающихся ученых института, поиску и обработке документальных источников, а также работе по поиску и взаимодействию с родственниками ученых, знакомыми, учениками и единомышленниками. На основании всей полученной и обработанной информации было решено присвоить институту имя Ласкорина Бориса Николаевича. Была проделана огромная работа по

реализации идеи в присвоении институту имени выдающегося академика, включая юридическую сторону данной проблемы, которая включала работу со всеми родственниками ученого, с целью получить от них письменное согласие. Сплоченная командная работа сотрудников института позволила уже в сентябре 2022 года решить первую поставленную задачу – был подписан приказ АО «Наука и инновации» о Присвоении имени Ласкорина Б.Н. акционерному обществу «Ведущий научно–исследовательский институт химической технологии».

На основании полученных исторических данных был возрожден музей ХТК, экспозиция которого отражает историю создания и становления институтов. Была проведена комплексная работа по реконструкции помещения, возрождению и восстановлению старой экспозиции музея, а также формированию новых актуальных экспонатов. В качестве почетных гостей торжественной церемонии открытия музея приняли участие дети первого директора Научно-исследовательского института конструкционных материалов на основе графита им. С.Е. Вяткина – Ольга и Семен Вяткины. Они перерезали символическую красную ленту, тем самым открыв двери музея для посетителей (рисунок 28).



Рисунок 28 – Открытие музея

*«Это очень важно для будущих поколений, что в институте так трепетно и бережно относятся к истории, сохраняют документы и экспонаты. Я очень рад, что память об отце сохраняется и передается новым сотрудникам института и атомной отрасли. Ведь институт был его*

*жизнью, он много сил и энергии отдал для его успешного развития. Надеюсь, его опыт и достижения, представленные в музее, послужат добрым примером и вдохновением для многих людей» – выразил слова благодарности Семен Семенович Вяткин.*

Сегодня работа музейного комплекса направлена на активную экспозиционно-выставочную и просветительскую деятельность, что является одной из основных задач сохранения атомного наследия музеев Госкорпорации «Росатом». Восстановленный музей является стратегически важным учреждением культурного наследия, способствующий научному развитию работников отрасли и приобщение студентов и школьников к науке через историю институтов.

Музей хранит социальную память и через нее передает опыт поколений. Музей – это особое состояние человеческой души, духовная потребность человека общаться с прошлым.

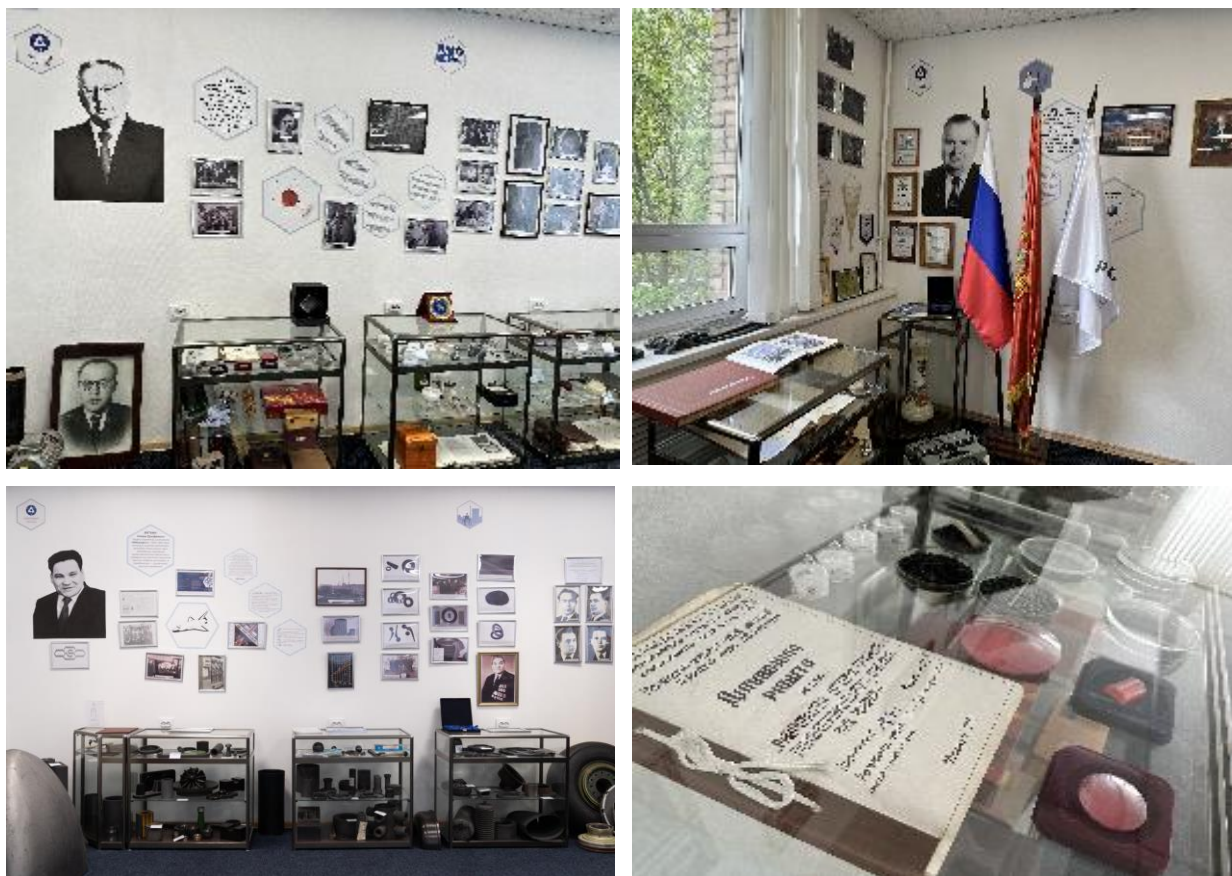


Рисунок 29 – Музейный комплекс ХТК

Сотрудниками института благодаря созданной информационной компании удалось организовать программу «Экскурсии по институтам» и привлечь сторонних сотрудников НИИ, студентов и школьников, которые проявляют желание глубже узнать историю института, стать частью коллектива.

Слушатели развивающей программы познакомились с историей институтов, продукцией, которая и была и планируется к запуску, великими учеными институтов, а также руководителями, которые внесли значительный вклад в становление институтов.

Участие в данной программе позволило студентам и сотрудникам: стать профессионально ориентированными в работе, лично развиваться и знакомиться с новыми людьми. Также реализация развивающей программы «Экскурсии по институтам» положительно сказалась на жизни институтов, позволив позиционировать АО «НИИГрафит», АО «Гиредмет», АО «ВНИИХТ» как институты с многолетней историей и перспективами дальнейшего развития.

Инновационным инструментом для продвижения маршрутов стали лаборатории институтов и выпускаемая продукция на территории предприятия.

Музей ХТК – это многофункциональный институт социальной информации, предназначенный для сохранения культурно-исторических и естественнонаучных ценностей, накопления и распространения информации посредством музейных предметов. Документируя процессы и явления природы и общества, музей комплекзует, хранит, исследует коллекции музейных предметов, а также использует их в научных, образовательно-воспитательных и пропагандистских целях.



Рисунок 30 – Посетители музейного комплекса ХТК. Школьники

Работа музея имеет вполне определенные количественные критерии оценки, за время работы музея проведено более 100 технических туров и экскурсий для более чем 800 посетителей. Среди посетителей музей были школьники, студенты и преподаватели (ВУЗы, средние специальные и средние учебные заведения), сотрудники учреждений контура Росатома, участники Международной конференции РЕДМЕТ-2022 (более 200 человек).

Большинство посетителей делились информацией о музейной экскурсии на своих страницах в социальных сетях и на страницах городских сообществ. Таким образом, посредством создания и постоянной работы Музейного комплекса ХТК нам удалось достичь одной из важнейших целей – популяризации науки среди молодежи.

Сегодня наш Музей посетило более 1000 школьников, студентов и научных сотрудников не только Москвы.

Сотрудниками института в рамках **II Международной конференции «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение» (РЕДМЕТ-2022)** был возобновлен цикл регулярных научных семинаров «Сажинские чтения», проводившихся в Гиредмете с 1970 г. Инициативу проведения конференции поддержали на заседании президиума РАН от 19.07.22. Мероприятие было организовано с 23 по 25 ноября 2022 года. В нем приняли участие около 250-ти человек из 93 организаций, из которых 30 – иностранные сотрудники из Японии, Китая, Венесуэлы, Индии,

Таджикистана, Кыргызстана и др. (подробная информация о конференции будет представлена ниже).

Таким образом, мероприятия проводимые под инициативой руководства института, направлены на увековечивание памяти выдающихся ученых, воспитание у молодого поколения ученых уважения к истории и традициям атомной отрасли.

Стоит отметить, что в 2022 году сотрудники института активно участвовали в научно-технических мероприятиях как в качестве докладчика, так и в качестве слушателей.

Представители АО «ВНИИХТ» приняли участие в работе **X Всероссийского съезда Советов молодых ученых**. Институт на съезде представила—*Нескоромная Елена Анатольевна* – учёный секретарь АО «ВНИИХТ».

Одним из первых крупных событий в рамках объявленного Президентом РФ десятилетия науки и технологий стал X Всероссийский съезд Советов молодых ученых, прошедший на базе НИТУ МИСиС в период со 2 по 4 июня.

Цель мероприятия — вовлечение сообществ молодых ученых в решение важнейших задач развития общества и страны. X Всероссийский съезд Советов молодых ученых был организован Координационным советом по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Российского научного фонда, платформы Science ID.

Это мероприятие собрало около 1000 участников из 76 регионов страны, среди которых представители Советов молодых ученых и Студенческих научных обществ, финалисты специализации «Наука» конкурса управленцев «Лидеры России», молодые ученые — получатели мер государственной поддержки. В рамках мероприятий съезда получателям гранта РНФ и молодым ученым была предоставлена возможность пообщаться с генеральным директором РНФ - Александром Хлуновым, а также с заместителем генерального директора Фонда - Андреем Блиновым. Участники подробно ознакомились с основными задачами, которые стоят сегодня перед Фондом, узнали об основных изменениях в его работе, которые нас ожидают в ближайшее время. Учитывая сложившуюся нестабильную геополитическую обстановку в мире, молодых ученых волновали, в первую очередь, вопросы, связанные с особенностями выполнения ключевых наукометрических показателей проектов. В частности, политики РНФ относительно публикации статей в журналах, входящих в международные базы данных Wos и Scopus. Панельная дискуссия, которая завершала работу Школы РНФ, была посвящена экспертизе и критериям оценки научной деятельности. В ней приняли участие председатели экспертных советов РНФ – академик Александр Клименко и академик Александр Макаров. Были затронуты важные вопросы, связанные с научной этикой, формированию новых подходов к объективности экспертизы и оценки научных результатов.



Российский научный фонд и Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сферах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию

настоящим подтверждает, что  
грантополучатель Российского научного фонда

**Нескоромная  
Елена Анатольевна**

принял(а) участие в мероприятиях Школы РНФ  
на площадке X Съезда Советов молодых учёных  
2-4 июня 2022, г. Москва

Заместитель  
генерального директора РНФ  
А.Н. Блинов

Председатель  
Координационного совета  
Н.В. Марченко



Представители АО «ВНИИХТ» и АО «Гиредмет» *Нескоромная Е.А.* и *Бабкин А.В.* приняли участие в работе **XVIII Международной научно-практической конференции «Новые полимерные композиционные материалы»** в п. Эльбрус Республики Кабардино-Балкария. Мероприятие



собрало экспертов и специалистов страны для обсуждения широкого круга вопросов, касающихся создания новых полимеров и композиционных материалов на их основе, исследований строения и свойств полимерных материалов и оригинальных

методов их получения, перспектив применения полимеров и композитов в различных областях отечественной техники и промышленности.

19 июля было организовано участие с докладом *Голиня А.И.* на заседании Президиума Российской Академии Наук (рисунок 31). В своем выступлении директор отразил современные направления деятельности старейшего научно-исследовательского института материаловедческого и химико-технологического профиля. Андрей Иванович выступил с предложением организовать II Международную научно-практическую конференцию «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение» (РедМет-2022) при поддержке Академии наук. Он также отметил, что конференция выступает в качестве площадки, где собираются эксперты, учёные, производители со всей страны, чтобы обсудить насущные вопросы в области переработки редкометаллического минерального сырья и получения критически важных материалов и изделий на основе редких металлов для их применения в высокотехнологических отраслях промышленности – электронной, атомной, авиационно-космической и химической.



Рисунок 31 – Доклад Голинея А.И. на заседании Президиума РАН

Президиум РАН выразил готовность поддержать проведение Международной научно-практической конференции «Редкие металлы и материалы на их основе: технологии, свойства и применение».

Стажёр АО «ВНИИХТ» *Богдан Дмитриевич Чернышев* стал одним из победителей конкурса докладов **II Научной конференции стажеров и научных руководителей**, прошедшей в конце октября в научном дивизионе Росатома.

Он представил доклад в секции «Разработка новых материалов и технологий для перспективных энергетических систем», в котором рассказал о своей первой исследовательской работе, направленной на изучение свойств постоянных магнитов на основе сплава системы Fe-Cr-Co, полученных методами аддитивных технологий и порошковой металлургии. Наставником молодого специалиста выступил научный руководитель лаборатории металлургических процессов *Сергей Александрович Мельников*.

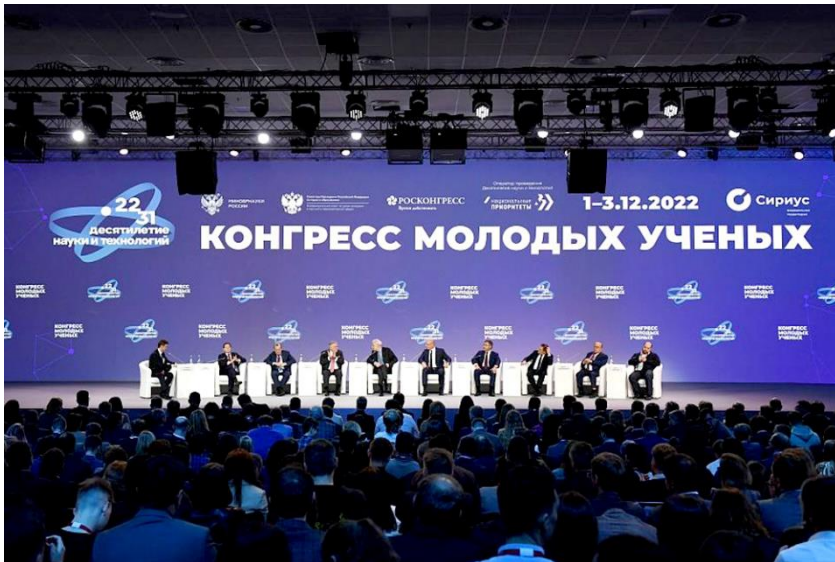


*«Я пришел в Программу студенческих стажировок «Лаборатория роста «Росатома» из НИТУ «МИСиС», чтобы продолжить развивать свои компетенции в направлении аддитивных технологий и постоянных*

*магнитов, а также получить ценный производственный опыт на одной из передовых площадок Росатома, занимающейся созданием лигатур и порошковых композиций на основе тугоплавких материалов и редкоземельных металлов. Опыт представления докладов на конференции стажеров – бесценен, уверен, он обязательно мне пригодится в будущем. Также очень полезно было познакомиться с ребятами из других научных организаций, послушать, какими актуальными научными темами они занимаются», — поделился впечатлением Богдан Чернышев.*

Высокую оценку жюри также получили и другие доклады стажёров Химико-технологического кластера научного дивизиона Росатома: Пичугина Михаила, научный руководитель Наталья Бейлина, АО «НИИГрафит»; Анастасии Ерофеевой, Алёны Рожиной, Марины Тарасовой, научный руководитель Максим Штерн, АО «Гиредмет».

Молодые специалисты трех институтов научного дивизиона Госкорпорации «Росатом» Алексей Тюленев и Богдан Чернышев (АО «ВНИИХТ» имени Б.Н. Ласкорина), Дмитрий Ишмаметов (АО «Гиредмет» имени Н.П. Сажина), Данил Михеев (АО «НИИГрафит» имени С.Е. Вяткина), приняли участие в работе **II Конгресса молодых ученых**, прошедшего с 1 по 3 декабря 2022 г. в Сочи. Мероприятие стало одним из ключевых событий Десятилетия науки и технологий.



Они посетили мероприятия деловой программы Конгресса, включая интерактивные лекции, научные состязания, панельные дискуссии и круглые столы, нацеленные на освещение

приоритетных задач развития науки, привлечение в науку молодых талантливых специалистов, популяризацию науки в обществе. В рамках рабочей сессии Совета молодых учёных представители ХТК составили планы научно-исследовательских работ на 2023 год и определили приоритетные направления в популяризации и развитии науки. По итогам работы специалисты подготовили презентации, отвечающие на актуальные вопросы: «Зачем мы это делаем?», «Для кого?», «Каков ожидаемый результат?».

*«Я очень рад, что вхожу в Совет молодых ученых от ХТК. Эти три дня деловой программы, наполненные важной и полезной информацией, дали возможность познакомиться со стратегическими целями Росатома, узнать о программе перспективных исследований на реакторной установке МБИР, послушать о текущих работах на ИТЭР, узнать о проблемах и методах решения переработки отработавшего ядерного топлива. Самым запоминающимся событием для меня стало выступление А.Е. Лихачева, в котором на примере своей жизни он показал механизмы мотивации для достижения целей», —* рассказал руководитель направления лаборатории синтеза и исследования новых материалов АО «НИИГрафит» Даниил Михеев.

*«Конгресс молодых ученых стал для меня одним из ярких событий 2022 года. За три дня удалось не только узнать о перспективах для развития молодых учёных в Госкорпорации «Росатом», но и обдумать дальнейшую кооперацию с коллегами из различных дивизионов. Кроме того, мы*

*сформировали ряд задач в рамках нашего Совета молодых ученых и уже начали работу над их выполнением», — отметил младший научный сотрудник лаборатории металлургических процессов АО «ВНИИХТ» Богдан Чернышев.*

*«На Конгрессе у нас была очень насыщенная программа, удалось послушать о широком спектре задач, стоящих как перед отраслью, так и перед всей отечественной промышленностью. Некоторые доклады ученых были особенно полезны с прикладной точки зрения, так лекция Александра Жедаева из ЧУ «Наука и инновации» по аддитивным технологиям применительно к тугоплавким металлам позволил найти точки соприкосновения, учитывая сильную сырьевую порошковую базу АО «Гиредмет». Представители аналитических лабораторий, входящих в состав российского проекта «Наша Лаба», помогли с решением некоторых прикладных аналитических задач и посоветовали методы решения возникших трудностей», – поделился начальник лаборатории технологии получения редких тугоплавких высокочистых металлов АО «Гиредмет» Дмитрий Ишмаметов.*

Также сотрудники института приняли участие в следующих научных мероприятиях:

- Всероссийский семинар по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии (ВЕСЭМПТ-2022) (г. Москва, 19-20 апреля 2022);
- IX Всероссийская научная молодежная школа-конференция «Химия, физика, биология: пути интеграции» (г. Москва, ФИЦ ХФ РАН, 20-22 апреля 2022 г.);
- Научно-технический семинар «Обращение с ОЯТ и РАО в ЗЯТЦ» (ОЯТ и РАО 2022) (г. Москва, АО «ВНИИНМ», 26 мая 2022);
- 14-ая Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология» (г. Москва г. Троицк, 7-9 июня 2022);

- Молодежная научно-практическая конференция «Материалы и технологии в атомной энергетике» (г. Москва, АО «ВНИИНМ», 22-23 июня 2022);
  - Совместный семинар АО «Прорыв» и АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» (г. Москва, 31 августа 2022);
  - XVIII Российское совещание по экспериментальной минералогии (г. Иркутск, 5-10 сентября 2022);
  - X Российская конференция с международным участием Радиохимия-2022 (г. Санкт-Петербург, 26-30 сентября 2022);
  - IX Международная конференция Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества (г. Суздаль, 3-7 октября 2022);
  - II Научная конференция стажеров и их научных руководителей (г. Москва, 27-28 октября 2022);
  - XXIII Международная конференции по постоянным магнитам (г. Суздаль, 27-30 сентября 2022);
  - Научно-техническая конференции «Ядерное приборостроение: история, современность, перспективы», посвященной 70-летию АО «СНИИП» (г. Москва, 25-27 октября 2022 г.);
- VII Международная научно-техническая конференция «Экологические аспекты горного и перерабатывающего производств» (г. Москва, АО «ВНИПИПромтехнологии», 19-20 октября 2022).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

2022 год институт ВНИИХТ прожил под знаком больших перемен, череда которых, главным образом, началась с процесса релокации и компактизации института в 2019 году. За прошедший год урегулировано большинство вопросов размещения лабораторных и производственных мощностей на площадках «Электродная 2» и «ОХТЗ», проведены работы по запуску перевезенного оборудования и внедрения в эксплуатацию вновь приобретенных единиц оборудования. Наиболее серьезные обновления в части оснащения были проведены в Отделении переработки рудного сырья, где запущен парк новейшего оборудования для проведения укрупненных испытаний по обогащению и переработке минерального сырья. Непростой, но закономерной, стала реализация решения о передаче компетенций и части лабораторных ресурсов Отделения химических технологий замкнутого ядерного топливного цикла в АО «НИИ НПО «Луч». Все остальные лаборатории института перешли в режим нормального функционирования на новых площадях, будучи загруженными выполнением большого количества НИОКР, в т.ч. в рамках Единого отраслевого тематического плана. Отдельные вопросы обеспечения деятельности лабораторий (как правило, инфраструктурного плана) продолжают решаться в новом 2023 году в рабочем порядке.

Главной позитивной особенностью 2022 года стало активное расширение областей совместной реализации НИОКР между коллективами лабораторий АО «ВНИИХТ» и АО «Гиредмет». Особенно сильное сотрудничество проявилось в области технологий гидрометаллургической переработки минерального сырья, технологий получения сплавов и лигатур на основе редких металлов, разработки методов получения конечных продуктов (преимущественно оксидов) высокой химической чистоты и др. Радует не только сам факт активного сотрудничества двух институтов, но и динамика «прорастания» взаимодополняющих компетенций, что уже сегодня позволяет

принимать в рассмотрение и реализацию новые проекты комплексного характера.

Необходимость не просто сохранения, но качественно нового развития ключевых направлений научной и научно-производственной деятельности подразделений АО «ВНИИХТ» особенно ярко обозначилась в 2022 году на фоне драматических событий в экономической и политической жизни нашей страны и переходом к новой парадигме обеспечения технологического и сырьевого суверенитета в ключевых отраслях промышленности. В этой связи, в ближайшей перспективе ожидается высокий спрос на многие технологические разработки и заделы АО «ВНИИХТ». Особенно актуальным это является по отношению к технологиям переработки природного и техногенного редкометалльного сырья и восполнению уже возникшего (или потенциального) дефицита таких металлов, как литий, бериллий, марганец, хром, титан, тантал, цирконий, рений, германий и большей части редкоземельных металлов. При этом несмотря на высокую потребность в компетенциях института ВНИИХТ в реализации новых сырьевых проектов в России, стоит учитывать факт наличия серьезной конкурентной среды, сформированной множеством частных и крупных отраслевых научных институтов. Успешное продвижение и развитие института ВНИИХТ в этих условиях будет определяться, прежде всего, наличием квалифицированных кадров, оперативностью и скоростью принятия и реализации управленческих решений, а также минимизацией бюрократических издержек.