

ПРОТОКОЛ № 3/24

Расширенного заседания Научного Совета РАН по материалам и наноматериалам и Экспертного комитета для проведения научно-технической экспертизы результатов реализации соглашений о намерениях между Правительством Российской Федерации и заинтересованными организациями в целях развития высокотехнологичного направления «Технология новых материалов и веществ»

30 августа 2024 г., 11-00

Москва, Ленинский пр., 14

Присутствовали:

Бюро Совета
Алдошин Сергей Михайлович, академик РАН, председатель
Каблов Евгений Николаевич, академик РАН, заместитель председателя
Цивадзе Аслан Юсупович, академик РАН, заместитель председателя
Бадамшина Эльмира Рашатовна, доктор химических наук, ученый секретарь
Алымов Михаил Иванович, член-корреспондент РАН
Бражкин Вадим Вениаминович, академик РАН
Гветадзе Рамаз Шалвович, член-корреспондент РАН
Ляхов Николай Захарович, академик РАН
Члены Совета
Бакулева Наталия Петровна, кандидат химических наук
Бойнович Людмила Борисовна, академик РАН
Бузник Вячеслав Михайлович, академик РАН
Буланов Андрей Дмитриевич, член-корреспондент РАН
Валиев Руслан Зуфарович, доктор физико-математических наук – он-лайн
Гудилин Евгений Алексеевич, член-корреспондент РАН
Жданеев Олег Валерьевич, доктор технических наук
Иванов Виктор Владимирович, член-корреспондент РАН
Иванов Владимир Константинович, член-корреспондент РАН
Куличихин Валерий Григорьевич, член-корреспондент РАН
Люлин Сергей Владимирович, член-корреспондент РАН – он-лайн
Максимов Антон Львович, член-корреспондент РАН
Мерзликин Александр Михайлович, доктор физико-математических наук
Мулюков Радик Рафикович, член-корреспондент РАН
Озерин Александр Никифорович, член-корреспондент РАН
Пономаренко Сергей Анатольевич, член-корреспондент РАН
Разумов Владимир Федорович, член-корреспондент РАН
Солдатов Александр Владимирович, доктор физ.-мат. наук – он-лайн
Федюшкин Игорь Леонидович, академик РАН
Хаширова Светлана Юрьевна, доктор химических наук
Чвалун Сергей Николаевич, член-корреспондент РАН
Шайтан Константин Вольдемарович, доктор физико-математических наук
Шевченко Владимир Ярославович, академик РАН
Якобовский Михаил Владимирович, член-корреспондент РАН – он-лайн
Ярославцев Андрей Борисович, академик РАН
Докладчики
Лукина Анна Ираклиевна, руководитель службы технической поддержки АО «Препрег-СКМ»
Сагомонова Валерия Андреевна, снс Департамента исследований и

разработок АО «Препрег-СКМ»
Тихановская Татьяна Александровна, директор по управлению научно-техническими программами по материалам и технологиям частного управления «Наука и инновации»
Теплаев Сергей Владимирович, заместитель генерального директора по науке ООО «РосАТ»
Хмелёв Александр Дмитриевич, руководитель направления ООО «Объединенные урановые предприятия»
Жуков Станислав Викторович, заместитель руководителя Научно-исследовательского центра – руководитель аналитической лаборатории АО «ГК «Русредмет»
Калугин Игорь Владимирович, руководитель направления «Группа литиевых и гидроминеральных технологий» АО «Ураниум Уан Груп»
Павлов Александр Александрович, директор ЦК НТИ «Цифровое материаловедение» МГТУ имени Баумана
Рязанцев Антон Эдуардович, председатель индустриального совета ЦК НТИ НГУ по новым функциональным материалам – он-лайн
Участники совещания
Лепин Владимир Николаевич, генеральный директор АО «Концерн "Калашников"», генеральный конструктор «Носимое вооружение и экипировка», профессор, доктор технических наук
Шевченко Андрей Борисович, директор по технологическому развитию Госкорпорации «Росатом»
Иванец Дмитрий Васильевич, заместитель директора по технологическому развитию - начальник отдела развития технологий новых материалов и веществ Госкорпорации «Росатом»
Кулагин Алексей Николаевич, советник отдела развития технологий новых материалов и веществ Госкорпорации «Росатом»
Васин Александр Александрович, старший менеджер отдела развития технологий новых материалов и веществ Госкорпорации «Росатом»
Гурских Алексей Валерьевич, главный эксперт по продукту «ТМ, РМ и РЗМ», группа развития «ТМ, РМ и РЗМ» ООО «Русатом МеталлТех»
Подкопаев Александр Сергеевич, заместитель генерального директора – технический директор ООО «ЗУКМ», АО «ЮМАТЕКС»
Тананаев Иван Гундарович, заместитель генерального директора по научной работе, директор ИХТРЭМС КНЦ РАН (обособленного подразделения), член-корреспондент РАН, д.х.н. – он-лайн
Татунашвили Леван Вахтангович, директор по технологическому взаимодействию участников НТИ Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества», МГТУ им. Н.Э. Баумана
Вошкин Андрей Алексеевич, член-корр. РАН, заместитель директора ИОНХ РАН
Голосов Евгений Витальевич, директор ФИЦ ПХФ и МХ РАН
Перевислов Сергей Николаевич, д.х.н., ИХС РАН

Повестка:

1. **Вступительное слово** председателя Научного совета РАН по материалам и наноматериалам, вице-президента РАН академика **Алдошина Сергея Михайловича**.
2. **Вступительное слово** директора по технологическому развитию Госкорпорации «Росатом» **Шевченко Андрея Борисовича**.
3. **Доклад** «Статус выполнения мероприятий за 2023 год по направлению «Полимерные композиционные материалы» ДК ТНМиВ» руководителя службы

технической поддержки АО «Препрег-СКМ» **Лукиной Анны Ираклиевны** и снс Департамента исследований и разработок АО «Препрег-СКМ» **Сагомоновой Валерии Андреевны**.

4. Доклад «Статус выполнения мероприятий за 2023 год по направлению «Аддитивные технологии» ДК ТНМиВ» директора по управлению научно-техническими программами по материалам и технологиям частного управления «Наука и инновации» **Тихановской Татьяны Александровны**.
5. Доклад «Статус выполнения мероприятий за 2023 год по направлению «Аддитивные технологии» ДК ТНМиВ» заместителя генерального директора по науке ООО «РосАТ» **Тепяева Сергея Владимировича**.
6. Доклад «Статус выполнения мероприятий за 2023 год по направлению «Редкие и редкоземельные металлы» ДК ТНМиВ» руководителя направления ООО «Объединенные урановые предприятия» **Хмельёва Александра Дмитриевича** и заместителя руководителя Научно-исследовательского центра – руководителя аналитической лаборатории АО «ГК «Русредмет» **Жукова Станислава Викторовича**.
7. Доклад «Статус выполнения мероприятий за 2023 год по направлению «Редкие и редкоземельные металлы» ДК ТНМиВ» руководителя направления «Группа литиевых и гидроминеральных технологий» АО «Ураниум Уан Груп» **Калугина Игоря Владимировича**.
8. Доклад: «Статус выполнения мероприятий за 2023 год по направлению «Перспективные материалы и цифровое материаловедение» ДК ВТН «Технология новых материалов и веществ» ДК ТНМиВ» директор ЦК НТИ «Цифровое материаловедение» МГТУ имени Баумана **Павлова Александра Александровича** и председателя индустриального совета ЦК НТИ НГУ по новым функциональным материалам **Рязанцева Антона Эдуардовича**
9. Обсуждение и дискуссия.

В своем вступительном слове председатель Научного совета РАН академик **Сергей Михайлович Алдошин** отметил, что целью объединённого заседания Научного Совета РАН по материалам и наноматериалам и заседание Экспертного комитета является проведение научно-технической экспертизы результатов реализации «дорожной карты» (ДК) высокотехнологичного направления (ВТН) «Технология новых материалов и веществ». Далее он напомнил, о том, что в 2014 году президентом РФ была запущена Научно-технологическая инициатива, а в 2019 году было принято решение определить приоритетные направления развития нашей страны. Их было правительством утверждено 16, но не по всем были заключены соглашения о сотрудничестве между профильным министерством и нашими лидерами промышленности, лидерами в бизнесе. Одно из таких соглашений было подписано Минпромторгом РФ с ГК «Росатом» по направлению «Технология новых материалов и веществ». Были подготовлены ДК развития этих направлений, в том числе, по материалам и технологиями их получения, и в рамках этих дорожных карт должны были выполняться проекты, в том числе научно-технологические.

Отдельно обсуждался вопрос, как будет проводиться экспертиза работ, выполняемых в рамках этих соглашений. Была достигнута договорённость, утверждённая Президиумом комиссии по модернизации экономики, что экспертиза результатов будет проводиться в двух организациях. Это Экспертные комитеты, которые создаются по приказу вице-премьеров, подписавших соглашение, в случае рассматриваемой нами ДК это Д.В. Мантуров со стороны Минпромторга. Кроме того, независимая экспертиза будет проводиться в Российской академии наук через Научные советы, определенные президиумом РАН по различным направлениям. Эти Советы должны дать независимую экспертизу, направляемые в Президиум комиссии, и далее выносятся на Президиум комиссии по развитию экономики. При этом следует отметить, что по регламенту Научные советы РАН не участвовали в экспертизе самих ДК, по Положению они принимают участие

в экспертизе результатов их выполнения в отличие от Экспертных комитетов, участвовавших и в подготовке дорожных карт, и в их корректировке.

Научному совету РАН по материалам и наноматериалам поручено проведение экспертизы результатов выполнения дорожной карты «Технология новых материалов и веществ» за 2023 год. отчетные материалы выполнения «дорожных карт» по всем десяти направлениям ВТН за 2023 г. поступили в РАН только в начале августа 2024 г., а не в мае месяце, как определено порядком проведения экспертизы. При этом в отчетах приведены только результаты по достижению показателей и контрольных точек, но нет содержательной части выполненных работ по НИР и ОКР даже в виде кратких аннотаций, что не позволяет по предоставленным материалам провести объективную полноценную экспертизу. Именно поэтому было принято решение о проведении совместного заседания Научного совета РАН по материалам и наноматериалам и Экспертного комитета по ДК ТНиМВ, на котором можно хотя бы в общих чертах заслушать результаты выполненных в 2023 г. НИР и ОКР.

Следует отметить, что по дорожной карте, которая является предметом нашей экспертизы, ответственными помимо ГК Росатом являются ещё два Центра компетенций, созданные в рамках национальной технологической инициативы президента на базе МГТУ им. Баумана и, чуть позже, на базе Новосибирского государственного университета. Несколько дней назад на Технопроме в Новосибирске началось обсуждение выполнения дорожной карты «Технология новых материалов и веществ», некоторые фрагменты которой, по-видимому, войдут в новый национальный проект «Новые материалы и химия». Вице-премьер Д.Н. Чернышенко, выступая на Технопроме, отметил, что в большой степени национальные проекты будут наполнены федеральными проектами. В нашем случае имеется в виду комбинация дорожной карты и национального проекта.

Далее С.М. Алдошин предоставил слово директору по технологическому развитию Госкорпорации «Росатом» А.Б. Шевченко.

Андрей Борисович Шевченко отметил, что, действительно, с 2019 года существует соглашение между госкорпорацией Росатом и Правительством Российской Федерации о развитии ВТН «Технологии новых материалов и веществ», в 2023 году соглашения стали открытыми. Присоединились как новые направления, так и новые участники компании. В периметр дорожной карты вошли полимерные композиционные материалы, аддитивные технологии, редкие и редкоземельные металлы и новое направление, которое появилось со своими лидерами, это цифровое материаловедение и перспективные материалы.

Целевые показатели по дорожным картам понятны – ликвидировать отставания, которые есть в Российской Федерации на сегодняшний день, и выйти все-таки на передовые рубежи по тем направлениям, которые здесь обсуждаются.

В соглашении заложен принцип открытого формата: любая компания, которая считает себя компетентной, может присоединиться к реализации этого соглашения, как это сделано по направлению цифрового материаловедения, где сейчас два лидера – два Центра компетенций. Кроме того, предполагалось, что для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «подставляет плечо» государство, а бизнес «подставляет своё плечо», обеспечивая рынки, вывод на рынок и реализацию этих продуктов. К сожалению, не все получилось, поскольку бюджетных средств по отдельным направлениям доведено не было.

В плане работы основным инструментом являются дорожные карты, в которые входит технологическая часть, показатели и индикаторы, стартапы и, естественно, план финансирования, план мероприятий. Компании-лидеры – это, как уже было отмечено, госкорпорация Росатом и два университета: МГТУ им. Баумана и Новосибирский ГТУ. Участниками ДК стали порядка 140 компаний, расположенных по всей территории страны. Продуктовая линейка включает 97 продуктов. Коллеги в своих докладах более подробно расскажут, как идут эти проекты, куда мы вышли, что мы собираемся ещё сделать, и как мы собираемся все это дело реализовывать дальше. А.Б. Шевченко подчеркнул, что на

сегодняшний день основным заказчиком и партнёром со стороны государства является Минпромторг.

Кроме того, Андрей Борисович подтвердил, что произошла некоторая неувязка с отчётностью. Все отчёты от госкорпорации Росатом ушли вовремя и по адресу со всеми таблицами, которые должны были быть заполнены. На сегодняшнем заседании будут представлены результаты выполнения НИОКР за 2023 год.

По направлению «Полимерные композиционные материалы» было запланировано 5 работ, все они запущены, имеются первые результаты. По аддитивным технологиям запланировано 48 работ, запущено только 16. Причина в том, что с 2023 года готова комплексная научно-технологическая программа «Аддитивные технологии», получившая одобрение РАН, но, к сожалению, на комиссию по научно-технологическому развитию, которая должна была принять решение и дальше её продвинуть в сторону правительства Российской Федерации, она не прошла. По направлению редких и редкоземельных металлов запланировали 3 работы, запущены 2 – не было получено бюджетное финансирование. По этой же причине в результате из 56 работ запущено только 23.

А.Б. Шевченко подтвердил, что, действительно, два направления «Полимерные композиционные материалы» и «Редкие и редкоземельные металлы» вошли в национальный проект «Новые материалы и химия» отдельными федеральными проектами. Направление «Аддитивные технологии» вошло в другой национальный проект «Средства производства и автоматизации» как один из федеральных проектов. Направление, связанное с цифровым материаловедением не вошло в нацпроект в виде отдельного проекта, но оно привязано ко всем принятым проектам.

А.Б. Шевченко отметил проблему, по которой нужна поддержка Российской академии наук – ликвидировать возникшую двойственность между национальными проектами и дорожными картами ВТН. Еще одна проблема – найти общий язык с регуляторами, например Ростехнадзором, для быстрее внедрения разработанных приборов, технологий и др. Аналогичные проблемы существуют не только в ГК Росатом, но и в Ростехе, в Роскосмосе. Поэтому, уверен А.Б. Шевченко, без науки, без доказательств, построенных на научно-технологической платформе, в этом плане не обойтись.

После этого участники заседания перешли к обсуждению выполнения проектов по направлениям, которые входят в ДК ВТН «Технология новых материалов и веществ»

Доклад по **направлению полимерные композиционные материалы**, включающий результаты выполнения пяти проектов, от имени руководителя службы технической поддержки **Лукиной Анны Ираклиевны** и от себя сделала старший научный сотрудник департамента исследований разработок акционерного общества АО «Препрег-СКМ» **Согомонова Валерия Андреевна**.

Первый проект «Разработка составов и технологий нанесения на полимерные композиционные материалы специальных функциональных покрытий, обеспечивающих функции молниезащиты», (2023 2024 гг) посвящён молниезащите элементов конструкций летательных аппаратов, выполненных из ПКМ, за счёт нанесения на их поверхность специального функционального покрытия, содержащего в своём составе металлическую, связано-полную сетку. Заказчиком и исполнителем данной работы является АО «Препрег-СКМ». В 2023 г. были получены следующие результаты:

- проведены экспериментальные исследования по разработке составов и технологий нанесения на полимерные композиционные материалы специальных функциональных покрытий, обеспечивающих функции молниезащиты;
- разработаны проекты ТР и ТИ на изготовление металлических вязано паяных сеток и изготовление функционального покрытия;
- изготовлены экспериментальные партии функционального покрытия и образцов ПКМ, совмещенных с функциональным покрытием исследованы их физико-механические характеристики и молниестойкость.

Дополнительно разрабатываемые технологии позволят:
уменьшить количество стадий прикатки металлической сетки непосредственно на предприятии изготовителя изделий авиационной техники ввиду получения готового материала, что существенно снизит трудозатраты на производство изделий из ПКМ;
- обеспечить пониженное, стабильное и эффективное электросопротивление и надежную защиту от локального разрушения ПКМ под действием заряда молнии;
- повысить экологичность материала ввиду использования в его составе проволочных вязанопаянных сеток, изготовленных по бессвинцовым технологиям и отсутствия в его составе связующих с токсичными летучими органическими соединениями.

Второй проект посвящён разработке технологий получения комплекса цианатэфирных олигомеров, в том числе обеспечивающих получение полимерных связующих с температурой стеклования до 400 градусов Цельсия. Заказчиком и исполнителем данной работы также является АО «Препрег-СКМ».

Основные результаты 2023 г.:

- выбраны исходные компоненты (циановые эфиры, отвердители, модификаторы) для разработки экспериментальных составов цианатэфирных связующих
- разработаны технологические параметры синтеза мономеров для получения цианатэфирных олигомеров: подобраны каталитические системы и оптимальные режимы синтеза мономеров;
- разработаны программы и методики испытаний экспериментальных партий мономера и фенолформальдегидной смолы.

Дополнительно разрабатываемые технологии позволят:

- создать класс отечественных мономеров для производства цианатэфирных связующих, способных на длительную работу в температурном интервале от 220 °С до 350 °С;
- поставлять цианатэфирные связующие и препреги на их основе предприятиям космической, авиационной и других отраслей, что позволит занять в настоящий момент свободный сегмент рынка композиционных материалов

Целью третьего проекта «Разработка технологий и организация опытного производства суперконструкционных термопластов для применения в качестве матриц полимерных композиционных материалов», является исследование и оптимизация технологий синтеза суперконструкционных термопластов для создания опытного производства материалов для применения в качестве матриц ПКМ.

За первый год выполнения проекта:

- разработана технологическая схема процесса получения суперконструкционных термопластов полиэфирэфиркетона и полиарилсульфона в едином технологическом процессе;
- разработаны исходные данные для проектирования опытно промышленной установки мощностью 20 т в год для производства суперконструкционных термопластов;
- проведены экспериментальные исследования технологических режимов изготовления суперконструкционных термопластов и препрегов на основе термопластичных связующих полиэфирэфиркетона и полиарилсульфона в форме порошков.

Дополнительно разрабатываемые технологии позволят:

- увеличить объем производства указанных суперконструкционных термопластов с 2 до 20 т в год;
- обеспечить получение порошков полимеров с заданным размером частиц от 100 до 500 мкм;
- организовать производство суперконструкционных термопластов для использования в качестве связующих (или матриц) для изготовления термопластичных препрегов и ПКМ.

В настоящее время заказчиком и исполнителем работы является АО «Препрег-СКМ», организация производства планируется на производственной площадке завода Аргон, который также входит в композитный дивизион Росатома, заявленная мощность производства не менее 20 тонн в год. Это позволит обеспечить на внутреннюю потребность в данных материалах для госкорпорации Росатом.

Следующий четвертый проект посвящён разработке технологий производства негорючих, термореактивных связующих нового поколения и нацелен на разработку безрастворных негорючих термореактивных связующих для изготовления методом вакуумной инфузии стеклопластика с пониженной способностью к дымообразованию и распространению пламени по поверхности и повышенной прочностью при межслойном сдвиге. Заказчиком и исполнителем здесь также является АО «Препрег-СКМ».

По результатам выполнения НИР в 2023 году:

- проведены экспериментальные исследования по разработке составов однокомпонентного и двухкомпонентного безрастворных негорючих термореактивных связующих для изготовления методом вакуумной инфузии стеклопластиков на их основе;
- разработаны проекты ТР и ТИ на изготовление однокомпонентного и двухкомпонентного негорючих термореактивных связующих;
- изготовлены укрупненные экспериментальные партии однокомпонентного и двухкомпонентного негорючих термореактивных связующих, исследованы их физико-химические и термомеханические характеристики.

Пятый проект «Разработка технологии вторичной переработки углепластиков на основе термореактивных и термопластичных смол, включая трансфер существующей технологии» посвящён разработке технологии переработки углепластиков на основе различных матриц, путём удаления связующего методом пиролиза. Заказчиком и исполнителем данной работы является ООО «ЗУКМ» (завод углеродных композиционных материалов).

По результатам выполнения НИР в 2023 году:

- подготовлен отчет о патентных исследованиях по определению технического уровня и тенденций развития в области технологий вторичной переработки углепластиков, который позволил установить, что по совокупности технических, технологических и экономических характеристик непрерывная технология вторичной переработки углепластиков методом пиролиза является наиболее эффективной;
- выбраны направления исследований, позволяющие в дальнейшем установить оптимальные температурно-временные параметры процесса удаления связующего из углепластика методом двухстадийного пиролиза;
- разработаны требования, необходимые для реализации технологического процесса пиролиза отходов УВ, включающие характеристику сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции, краткое описание предполагаемой технологической схемы производства, необходимого оборудования, перечень производственных инструкций и др.;
- закуплено лабораторное и испытательное оборудование.

Дополнительно разрабатываемые технологии позволят снизить количество отходов полимерных композиционных материалов, подлежащих захоронению, организовать производство линейки продуктов на основе переработанного углеродного волокна.

В заключение доклада Согомонова В.А. отметила, что в целом по комплексу всех работ результаты реализации дорожной карты соответствует заявленным показателям. Проведённые мероприятия в рамках реализации дорожной карты актуальны, востребованы и целесообразны, результаты имеет практическую значимость и будут способствовать развитию рынка полимерных композиционных материалов в нашей стране.

В своем докладе директор по управлению научно-техническими программами по материалам и технологиям частного управления «Наука и инновации» **Тихановская Татьяна Александровна** отметила, что Дорожная карта по направлению «аддитивные технологии» сформирована Госкорпорацией Росатом из того объёма НИОКР, который запланирован в рамках двух доступных источников – федеральный проект «Разработка новых технологий и материалов для перспективных энергетических систем» в рамках комплексной программы «Развития техники, технологий, научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации», которая в последнюю очередь была утверждена правительством. Работы по этому направлению ведутся с 2020 года, даже

до утверждения федерального проекта в рамках нашей Госпрограммы развития атомного энергопромышленного комплекса, соответственно, достижения достаточно большие. В настоящее время уже имеется семь образцов аддитивного оборудования, на которых изготовлено 14 изделий различного применения в атомной, машиностроительной, ракетно-космической отраслях, естественно, мы делаем упор на атомную отрасль. Итак, установки: две установки для печати порошковыми материалами, две установки для печати из проволочных материалов и две установки для печати композиционными материалами, при этом еще одна установка двухмодульная, сочетает, по сути, три технологии: FDM/LDM (один модуль) и SLA (второй модуль). Далее Т.А. Тихановская подробно подробно описала каждую установку. Установка высокотемпературного селективного лазерного плавления обеспечивает подогрев рабочего объема до температуры не менее 800 градусов. На этой установке уже изготовлена деталь – крышка передняя, определены свойства материала.

Следующая установка предназначена для электронно-лучевого селективного плавления изделий из тугоплавких металлов (молибден, ниобий, фольфрам) и сплавов на их основе. Несмотря на её достаточно скромные параметры зоны построения, нагрев даже более 800 градусов. Получены изделия, определены их свойства, в том числе показано, что они выдерживают 1300 градусов.

Установка аддитивного выращивания с применением проволочных материалов. Испытания показали, что технология не уступает традиционной, но при этом она безсварная и, соответственно, характеризуется повышенной скоростью изготовления изделий.

С помощью электронно-лучевых установок наплавки прутковыми материалами изготовлено изделие для ядерных энергетических установок с термоэмиссионным и газотурбинным преобразованием энергии, выдерживающее температуру эксплуатации до 1300 градусов.

Работа по созданию двухмодульной установки печати керамическими композиционными материалами методами FDM/LDM, SLA завершилась в 2023 году. Сейчас идёт доработка принтера по результатам испытаний и вносятся изменения в конструкторскую документацию в целях обеспечения серийности выпуска таких установок.

Установка для печати полимерными композитными материалами, тоже создана в 2023 году. Полученные изделия – рабочее колесо сепаратора электронасоса, экстрактор для фракционирования ВАО. Это достаточно серьёзные изделия атомного применения, которые работают в агрессивных условиях. Все изделия прошли испытания и по свойствам соответствуют требованиям главных конструкторов этих изделий.

Т.А. Тихановская подчеркнула, что в рамках направления ведутся работы не только по созданию отечественного оборудования по всем направлениям аддитивных технологий, но и по управлению этим оборудованием. Формируется разработанная программно-аппаратная платформа с уже связанными системами контроля, которые обеспечивают качество процесса печати с первого раза. В настоящее время эта программно-аппаратная платформа внедрена в весь перечень продемонстрированного оборудования. В планах на 2024 год стоит разработка интеллектуально-обратной связи для исключения человеческого фактора в процессе аддитивного производства. Системы контроля будут контролировать процесс печати и запускать изменения в технологических режимах печати, чтобы обеспечить отсутствие дефектов при печати.

Кроме того, проводятся работы в плане импортозамещения ключевых узлов отечественными лазерно-оптическими системами. Это направление представлено двумя результатами. Первый – трехосевой сканатор с возможностью контроля температуры обеспечения дополнительного лазерного воздействия, и второй – кластерная лазерно-оптическая система. Все проекты завершаются разработкой нормативно-технической документации государственного уровня.

Далее докладчица представила три проекта, выполняющиеся в рамках единого отраслевого плана. Это начавшаяся работа по созданию установки ВТ-6 по производству порошков из титановых сплавов. Следующие два проекта – это прямое лазерное

выращивание порошком и виртуальный 3D принтер, работа по которому идет с 2019 г. Первая очередь этого проекта завершилась в 2022 г., в 2023 г. запущена вторая очередь.

Завершила доклад Т.А. Тихановская обобщенными выводами по работам 2023 года:

1. Разработана линейка отечественного аддитивного оборудования для работы с различными типами материалов.
2. Свойства материалов, получаемых методами аддитивного производства, находятся на уровне материалов, получаемых традиционными способами, а в некоторых случаях превосходят их.
3. В основе разрабатываемого аддитивного оборудования лежит программно-аппаратная платформа и комплекс систем контроля, которые позволяют не только обеспечить непрерывность технологического процесса, но и мониторинг параметров процесса изготовления изделий с целью дальнейшей паспортизации и гарантии качества конечного продукта.

Продолжил тему выполнения работ по направлению «Аддитивные технологии» заместитель генерального директора по науке ООО «РосАТ» **Тепяев Сергей Владимирович**. Одна из них – разработка модельного ряда установок SLM. За 2023 год разработан и утвержден нелитерованный комплект РКД для изготовления основного рабочего модуля опытного образца оборудования крупногабаритного класса, Собран полнофункциональный опытный образец оборудования среднегабаритного класса. Достигнуты TRL4, TRL5. Разработана документация на программное обеспечение для обеспечения работоспособности оборудования среднегабаритного класса. Проведены предварительные испытания опытного образца оборудования среднегабаритного класса. Достигнут TRL6. Проведены приемо-сдаточные испытания опытного образца оборудования среднегабаритного класса. Скорректирована документация на оборудование среднегабаритного класса технологии SLM с присвоением литеры "O1". Достигнут TRL7.

В рамках следующего проекта «Комплексная отработка технологии изготовления элементов оборудования атомной энергетики при помощи АТ (SLM-метод), заказчик АО «ОКБМ Африкантов» в 2023 году выполнена настройка основного оборудования Центра аддитивных технологий; отработаны режимы изготовления деталей из стали 12X18H10T на опытных образцах. Ещё одна работа этого года – проект «Оборудование и комплекс технологий и для аддитивного производства сложнопрофильных и крупногабаритных изделий атомной энергетики». Проведены экспериментальные исследования фрагмента выгордки ПЛВ, в т.ч. облучение высокоэнергетическим потоком ионов и изучение свойств; корректировка технологии ПЛВ фрагмента выгордки для обеспечения достижения требуемых эксплуатационных свойств. Обоснована применимость ПЛВ для ОИАЭ. Осуществлена транспортировка и проведена ПНР установки ПЛВ на территории ООО «РосАТ».

По проекту «Разработка опытного образца продуктовой линейки аддитивного оборудования прямого лазерного выращивания с применением металлических порошковых материалов (DMD)» отработана технология печати на опытной установке ПЛВ, разработана программа и методика испытаний опытного образца серийной установки DMD, завершен этап 2 НИОКР. В 2023 г. в рамках проекта «Разработка технологии изготовления фланца электрохимического генератора / электролизера с низкой газопроницаемостью стенок по отношению к водороду методом селективного лазерного сплавления из порошка сплава 12X18H10T» изготовлены опытные образцы фланцев для испытания в изделиях (ЭХГ/электролизеров).

С.В. Тепяев отметил, что проект «Виртуальный 3D-принтер. 2.0» - это многомодульная платформа, работа, проводимая совместно с АО «Наука-инновации», по моделированию процессов наплавки как на микро-, так и на макроуровне, т.е. достаточно большая и нужная, как нам кажется, для промышленности программа. Получено несколько заключений от ракетостроительной отрасли, от Объединённой двигателестроительной корпорации с подтверждением того, что продукт на рынке, действительно, нужен.

Далее С.М. Алдошин предложил перейти к третьему направлению Дорожной карты – **редкие и редкоземельные металлы.**

Первый докладчик **Александр Дмитриевич Хмелёв**, руководитель направления ООО «Объединённые урановые предприятия» рассказал о проекте «Создание опытной установки для отработки масштабного перехода и экспериментального подтверждения технологии экстракционного разделения коллективного концентрата РЗЭ», заказчиком которого является ООО «Объединённые урановые предприятия», а исполнителем – АО «ГК «Русредмет» (Санкт-Петербург). Предпосылки выполнения проекта: отсутствие в России крупнотоннажных производств разделения и получения соединений индивидуальных редкоземельных элементов (далее РЗЭ). Цель проекта – разработка технологий и экспериментальное подтверждение основных технологических стадий получения индивидуальных РЗЭ лёгкой группы и коллективная концентрация среднетяжёлой группы. Результатом 2022 года является созданная опытная установка производительностью полторы тонны в год по получению редкоземельных продуктов в пересчёте на оксид. Она включает в себя все основные технологические стадии будущего производства и позволяет провести полный комплекс определённых испытаний. Объектами исследования были концентрат фосфорногипсовый и Озёрский концентрат, это карбонаты Соликамского магниевого завода, который мы получили и с которыми мы в дальнейшем работали.

На 2023 год было запланировано изучение процесса электрохимического окисления церия. Экспериментальные исследования по экстракционному разделению La, Nd, Pr и РЗК СТГ в статическом и динамических режимах. Выпарка рафинатов экстракции. Осаждение карбонатов индивидуальных РЗЭ. Сушка и прокалка карбонатов РЗЭ.

В ходе выполнения проекта выбрана технологическая схема разделения РЗЭ лёгкой группы. Она включала такие стадии, как растворение в азотной кислоте, электроокисление церия и шесть экстракционных каскадов: 1) извлечение четырехвалентного церия, 2) разделение по линии церий/празеодим, 3) очистка лантана, 4) по линии неодим/самарий и получение концентрата СТГ, 5) стартовый каскад по линии неодим/празеодим, 6) экстракционная очистка празеодима. Был создан лабораторный прототип электролизера церия четырехвалентного, сейчас создаётся промышленный прототип.

На установке проводилась стажировка и обучение персонала, была разработана технология получения оксидов РЗ группы и концентратов. Также был выполнен полный комплекс статических испытаний, динамических испытаний, подготовлен отчёт о НИР. Разработан технологический регламент установки, содержащий данные материального баланса, предварительные аппаратно-технологические схемы и параметры оборудования. Получены образцы продуктов. На основании полученных материалов и в соответствии с планом выполнения работ разработаны технические решения промышленного комплекса разделения РЗЭ и подготавливаются окончательные исходные данные для проектирования производства, соединений индивидуальной разливки, группы и коллективных концентратов. Готовой продукцией являются карбонаты, оксиды редкометалльные, а также есть возможность получения нитратных растворов лантана, неодима, и в дальнейшем возможность получения уже металлических продуктов неодима, празеодима. Возможно создание и локализация производства на действующем предприятии – на площадке Соликамского магниевого завода.

Далее А.Д. Хмелев доложил о состоянии дел на Соликамском заводе. Основной технологией разделения на индивидуальные элементы суммарного редкоземельного концентрата там является процесс жидкостной экстракции. В предлагаемой технологии у нас была выбрана экстракция из азотнокислых сред на трибутилфосфате. Данные технологические решения распространены во всем мире. Во времена СССР они использовались на целом ряде предприятий (в Эстонии, Казахстане, на Иртышском ХМЗ). В настоящее время данные решения были реализованы в 2010 годах на установках ООО КРОН (Великий Новгород) и на установке ФОСАГРО (Череповец).

На данный момент единственным промышленным источником редкоземельной продукции в нашей стране является лопаритовый концентрат, производимый из Озёрского

месторождения Мурманской области, а единственным предприятием по производству редкоземельной продукции в Российской Федерации является Соликамский магниевый завод, товарной продукцией которого является неразделённый карбонат редкоземельных металлов. Из-за отсутствия в России мощностей по разделению РЗ на индивидуальные оксиды, основная часть продукции Соликамского магниевого завода экспортируется.

Проект разделения РЗ предполагает строительство перерабатывающих мощностей из неразделённого карбоната Соликамского завода. Критериями выбора места реализации проекта является близость к источнику сырья и возможность использования существующей инфраструктуры.

Мировой объём производства редкоземельных металлов в 2023 году в пересчёте на оксиды составлял 341 000 тонн. Производство неразделённых карбонатов на Соликамском магниевом заводе сейчас 2 000 тонн. Текущие потребности Российской Федерации оцениваются на текущий год в 1500 тонн, к 2027 году предполагается рост до 2500 тонн. Годовая производительность проектируемого комплекса составит по переработке коллективного карбоната 2500 тонн.

Таким образом, проект разделения позволяет покрыть, практически, все потребности страны в разделённых РЗМ и даёт более 50% вклада в дорожную карту РЗМ в среднесрочном горизонте. Ключевых конкурентов на российских рынках у этого проекта сейчас нет, на зарубежных рынках конкурентами являются Китай, Австралия.

В рамках реализации проекта предполагается создание комплекса по разделению РЗМ, укомплектованное технологическим оборудованием отечественного производства. Ввоз оборудования сторонних производителей не потребуется, все оборудование, включая экстракторы, изготавливаются в России на АО «ГК «Русредмете». На текущий момент отсутствует намерение о выходе продукции на зарубежные рынки, реализация планируется у нас на территории Российской Федерации. Стратегическая задача горнорудного дивизиона госкорпорации Росатом является импортозамещение собственного РЗМ на 100%, сейчас, в условиях внешнего санкционного давления.

Завершил доклад А.Д. Хмелев выводами о том, что редкоземельные металлы имеют стратегическое значение для высокотехнологической отрасли РФ и создание разделительного производства, использующего современные технологии промышленного разделения РЗМ на отдельные соединения позволит заместить импорт из КНР и укрепить технологический суверенитет РФ, а также замкнуть разорванную со времён распада СССР производственную цепочку получения редкоземельной продукции.

Далее по направлению редких и редкоземельных металлов выступил **Калугин Игорь Владимирович**, руководитель направления «Группа литиевых и гидроминеральных технологий» АО «Ураниум Уан Груп». Он доложил о выполнении проекта «Опытно-промышленная установка для отработки технологических процессов сорбционного обогащения природных рассолов по литию и производство карбоната лития из гидроминерального сырья Латинской Америки», его заказчиком и исполнителем является ОАО «Ураниум Уан Груп». Проект является частью большой зарубежной программы.

Предпосылки выполнения проекта: отсутствие в России отработанной в промышленном масштабе технологии прямого извлечения лития из гидроминерального сырья. Цель проекта: верификация технологии прямого извлечения лития. Результат / продукт проекта с описанием ключевых потребительских характеристик: верифицированная по результатам опытной эксплуатации проектно-конструкторская документация на промышленную установку для прямого извлечения лития мощностью 1000 тонн карбоната лития в год. Эффекты проекта для смежных отраслей / страны: опробованная в промышленном масштабе технология прямого извлечения лития, применимая для добычи лития из гидроминерального сырья месторождений России (в том числе, из попутных вод). Уровень готовности продукта/технологий: технология должна быть верифицирована в лабораторном масштабе, запроектирована промышленная установка мощностью 1000 тонн карбоната лития в год. Актуальность/новизна и

практическая значимость результатов проекта: прямое извлечение лития из гидроминерального сырья является особенно перспективным для условий России – наличие энергетических ресурсов, малые концентрации лития в исходном сырье. Возможности локализации результатов проекта / организации серийного производства: после апробации в промышленном масштабе (1000 тонн) возможно создание других объектов добычи лития, в том числе в России

В заключение И.В. Калугин привел результаты, полученные в 2023 году:

1. В кооперации с технологическими провайдерами АО «А-РДМ» и ООО «7 Тех» разработан комплект технической документации на промышленную установку для сорбционного извлечения лития из рассолов салара Пастос Грандес (Боливия) производительностью до 950 тонн карбоната лития в год, включая технологический раздел, автоматизацию, электрическую часть и другие разделы. Техническая документация будет использована при проектировании промышленного производства карбоната лития на саларе Пастос Грандес после выполнения геологоразведочных работ и инженерных изысканий на выбранной площадке завода
2. Выполнена ключевая веха В3.1 Завершены гидродинамические испытания прототипа колонны СДМ. Проведены гидродинамические и сорбционные испытания прототипа сорбционной колонны сорбционно-десорбционного модуля. Конструкция колонны оптимизирована по результатам испытаний, подтверждено расчетное значение сорбционной емкости сорбента производства АО «А-РДМ», использованное при разработке технической документации на промышленную установку. Срок – 14.12.2023.
3. Выполнена ключевая веха В3.2 Получено заключение внешней экспертизы проектной документации. Экспертная оценка проектно-конструкторской документации на промышленную установку. Получено положительное экспертное заключение АО ВНИИХТ от 19.03.2024.
4. В течение 2023 года дважды в Боливии, в январе и ноябре, проводились демонстрационные испытания сорбционной технологии извлечения лития АО «А-РДМ» с применением мобильной лабораторной установки.
5. Выполнена ключевая веха В3.3 Выбрана площадка в рамках доходного проекта для проведения опытно-промышленных испытаний ПУ и последующей корректировке ПД. Подписано соглашение с YLB (Yacimientos de Litio Bolivianos) 13.12.2023 о размещении завода для производства карбоната лития, в том числе опытной промышленной установки мощностью 1000 тонн карбоната лития в год на солончаке Уюни. Данное месторождение является одним из возможных мест размещения промышленной установки.

После этого участники заседания перешли к заслушиванию результатов выполнения дорожной карты по направлению **«Перспективные материалы и цифровое материаловедение»**.

Директор ЦК НТИ «Цифровое материаловедение» МГТУ имени Баумана **Александр Александрович Павлов** начал свое выступление с того, что финансовые средства 2023 года были доведены только 25 декабря этого года, поэтому сколько-нибудь значимых научных или научно-технических результатов получено не было. Но был проведен ряд мероприятий для подготовки работы в 2024 и последующих годах.

Начато выполнение двух проектов из 12: проект № 9.2 «Разработка цифровой базы данных по материалам (ПКМ), цифровых паспортов материалов и их увязка с инженерным и научным ПО в рамках общей цифровой платформы» и Проект № 9.3 «Новые конструкционные термопластичные материалы: направленный дизайн, цифровое моделирование, исследование свойств, технологии производства».

Эти проекты находятся в зоне непосредственной ответственности ЦК НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества». Остальные проекты это проекты наших партнёров по консорциуму, который был сформирован в 2023 г. и включает

в себя ведущие университеты и институты Российской Академии наук, компании, в том числе дочерние компании Росатома. Каждый член консорциума имеет свой проект.

В рамках выполнения указанных двух проектов в 2023 году заключены 28 договоров на поставку оборудования стоимостью 351,7 млн. руб.:

- система синтеза и осаждения полимеров;
- серверное оборудование;
- ИК Фурье спектрометр для идентификации полимерных материалов по спектру поглощения инфракрасного излучения;
- реактор для высоковязких веществ;
- модуль для испытаний на трение;
- климатическая камера соляного тумана;
- химическая вакуумная станция;
- и др

Выполнен показатель результативности «Количество разработанных новых, перспективных материалов (накопленным итогом)» с плановым значением 2 единицы.

Созданы следующие материалы:

1. Материал «Самовосстанавливающиеся полимерные материалы повышенной теплостойкости на основе тандемной реакции Дильса Адлера» (патент на изобретение № 2796931 от 29.06.2023).
2. Материал «Низковязкое эпоксидное связующее для армированных пластиков с высокой трещиностойкостью и теплостойкостью» (патент на изобретение № 43262 от 02.05.2023 г.)

В начале своего доклада председатель индустриального совета ЦК НТИ НГУ по новым функциональным материалам **Рязанцев Антон Эдуардович** напомнил о целях и параметрах поднаправления «Перспективные материалы и цифровое материаловедение» ДК ВТН «Технология новых материалов и веществ».

Цель Дорожной Карты – кратное сокращение времени разработки и внедрения новых материалов в промышленность за счет создания платформы цифровых инструментов моделирования и разработки новых материалов:

- создание интегрированной цифровой инфраструктуры для разработки материалов;
- создание исследовательской, производственной и испытательной инфраструктуры;
- разработка и внедрение в промышленность «материалов - демонстраторов».

Ключевые параметры Дорожной Карты:

- решение о создании 4-го поднаправления Дорожной Карты было принято на совещании у А.Р. Белоусова и Д.В. Мантурова (п. 3 протокола №АБ-П7-281пр от 27.10.2023);
- грантополучателями являются 2 ЦК НТИ по новым материалам: НГУ и МГТУ;
- средства доводятся по Постановлению №1251 (ЦК НТИ) и 1780;
- основное финансирование: 2024-2026
- основные члены консорциума: РФЯЦ ВНИИЭФ, ФИЦ ПХФ и МХ РАН, ЮФУ, МГУ им. М.В. Ломоносова, НИЯУ «МИФИ», ДФУ, ИВС РАН, ИФХЭ РАН, ИК СО РАН, МФТИ, ВНИИА, Сколтех, ИТ СО РАН, ВолГТУ, ИК ЦТО;
- количество проектов: 21 (все проекты достигают минимум 6 УГТ) + 1 проект по созданию проектного офиса;
- в дорожную карту будут добавлены проекты по тематике новых материалов для отрасли БАС.

Поскольку, как было отмечено предыдущим докладчиком, финансовые средства были доведены только в декабре 2023 г., работ, фактически, было выполнено не очень много:

- привлечено две компании-лидеров в реализацию Соглашения;
- актуализирован портфель проектов ДК – добавлено 22 новых продукта;
- подготовлено и утверждено Экспертным советом при Наблюдательном совете АНО «Платформа НТИ» две программы развития Центров НТИ для целей реализации Соглашения;

- разработано четыре (с накопленным итогом) а в 2023 г. два новых перспективных материала.

Институтом химии твердого тела СО РАН, входящим в Консорциум Центра компетенций, разработан новый недорогой способ синтеза высокодисперсного порошка гидроксид алюминия, отличающегося от аналогов низким содержанием химических примесей (с содержанием натрия менее 0,04 мас. % Na₂O), что обеспечивает возможность его использования в производстве катализаторов, используемых в нефтехимической промышленности, и способ получения из гидроксидов алюминия порошка альфа-оксида алюминия с размером частиц в диапазоне 1-4 мкм, полностью удовлетворяющих требованиям к носителю катализатора, применяемого в нефтехимической индустрии.

Кроме того, в инициативном порядке начат проект «Создание опытной технологической линии для производства катализаторов и многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) и разработка модифицированных материалов с применением углеродных наноаддитивов». В 2023 г. в рамках 1 части выполнены следующие работы совместно с Институтом катализа СО РАН:

1. Подготовлен аналитический обзор на тему «Технология производства углеродных нанотрубок и области их применения»
2. Разработаны программа и методики экспериментальных исследований катализатора синтеза МУНТ. Программа и методики необходимы для анализа качества разрабатываемых катализаторов синтеза МУНТ
3. Проведено экспериментальное исследование структурных и химических характеристик МУНТ других производителей. Данное исследование необходимо для корректировки дальнейшей работы над синтезом МУНТ
3. Проведен патентный поиск по базовым технологиям производства МУНТ. Поиск подтвердил, что технология, развиваемая в проекте существенно отличается от известных, является перспективной, масштабируемой и подходящей для промышленного производства
4. Разработан детализированный план НИР по созданию МУНТ-содержащих продуктов, материалов и изделий с разбивкой по временным этапам и направлениям. Данный план маломасштабная ДК проекта в рамках создания МУНТ-содержащих продуктов
5. Начаты закупочные процедуры оборудования, законтрактовано 27 ед. для поставки в 2024 году.

Все прозвучавшие доклады вызвали много вопросов и замечаний, развернулась бурная дискуссия, в которой приняли активное участие академики С.М. Алдошин, Е.Н. Каблов, В.М. Бузник, член-корреспонденты РАН А.Н. Озерин, В.В. Иванов, А.А. Вошкин, Р.Ш. Гветадзе, И.Г. Тананаев, Р.Р. Мулюков, Е.А. Гудилин, профессора С.Ю. Хаширова, Р.З. Валиев, Э.Р. Бадамшина, А.Б. Шевченко.

В завершение дискуссии выступил директор по технологическому развитию Госкорпорации «Росатом» **А.Б. Шевченко**, который еще раз подчеркнул, что, когда формировалась соглашение и дорожные карты, по каким-то непонятным причинам Российской академии наук не привлекли к этому процессу, что изначально было неправильно, но соглашение уже подписано. В настоящее время пришло понимание необходимости привлечения Академии наук, но уже только на стадии экспертизы результатов выполнения дорожных карт по всем высокотехнологичным направлениям.

Как показывает сегодняшнее заседание, есть ряд замечаний в плане конкретных проектов, выполняемых в рамках дорожной карты. Ясно, что должно быть более тесное взаимодействие подразделений, выполняющих эти проекты, с академическими институтами. А.Б. Шевченко еще раз подчеркнул, что для достижения главной цели – технологической независимости и технологического лидерства – необходимо работать вместе

Подводя итоги, С.М. Алдошин отметил успешное проведение заседания, необходимость тщательной подготовки протокола заседания и экспертного заключения с

учетом высказанных замечаний и отзывов экспертов, после чего оно будет отправлено в Президиум экспертного совета.

В результате проведения совместного заседания вынесено «Итоговое экспертное заключение Научного совета РАН по материалам и наноматериалам по рассмотрению результатов реализации в 2023г. дорожной карты высокотехнологичного направления «Технология новых материалов и веществ» (в соответствии с разработанным в РАН проектом анкеты). В качестве приложения к «Итоговому экспертному заключению» сформирован «Перечень замечаний и комментариев»

Председатель Научного совета РАН
по материалам и наноматериалам,
академик



С.М. Алдошин

Ученый секретарь Совета,
дхн



Э.Р. Бадамшина