

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Совета РАН по материалам и
наноматериалам,

академик  С.М. Алдошин

«10» января 2019 г.

ОТЧЕТ
О РАБОТЕ НАУЧНОГО СОВЕТА РАН ПО МАТЕРИАЛАМ
(2018 г.)

Состав Научного совета РАН по материалам и наноматериалам

Бюро Совета

- Алдошин С.М. - академик, председатель
- Алымов М.И. - член-корреспондент РАН, заместитель председателя
- Каблов Е.Н. - академик, заместитель председателя
- Бадамшина Э.Р. - доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химической физики Российской академии наук, ученый секретарь
- Алферов Ж.И. - академик
- Алфимов М.В. - академик
- Ляхов Н.З. - академик
- Лунин В.В. - академик
- Солнцев К.А. - академик

Члены Совета

- Бойнович Л.Б. - академик
- Бузник В.М. - академик
- Бухтияров В.И. - академик
- Валиев Р.З. - доктор физико-математических наук, Уфимский государственный авиационный технический университет (по согласованию)
- Глезер А.М. - доктор физико-математических наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П.Бардина» (по согласованию)
- Гольдштейн Р.В. - член-корреспондент РАН
- Гудков П.Г. - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (по согласованию)
- Добаткин С.В. - доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (по согласованию)
- Иванов В.В. - член-корреспондент РАН
- Иевлев В.М. - академик
- Карпов М.И. - член-корреспондент РАН
- Колобов Ю.Р. - доктор физико-математических наук, Национальный Белгородский государственный исследовательский университет (по согласованию)
- Конов В.И. - академик
- Куличихин В.Г. - член-корреспондент РАН
- Леонтьев Л.И. - академик
- Лысак В.И. - академик
- Мелихов И.В. - член-корреспондент РАН

Моисеев И.И.	- академик
Озерин А.Н.	- член-корреспондент РАН
Панченко В.Я.	- академик
Ткачев А.Г.	- доктор технических наук, Тамбовский государственный технический университет (по согласованию)
Хохлов А.Р.	- академик
Цветков Ю.В.	- академик
Цивадзе А.Ю.	- академик
Шевченко В.Я.	- академик
Эстрин Ю.З.	- Центр перспективных гибридных материалов, университет им. Монаша, Мельбурн, Австралия. Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" (по согласованию)

I. Работа Научного совета РАН по материалам и наноматериалам (далее Совета) в **2018** году была посвящена такой актуальной для РФ теме как **малотоннажная химия**. Эта работа проводилась при активном участии Первого заместителя Министра Министерства промышленности и торговли РФ С.А. Цыба и сотрудников Министерства.

Актуальность проблемы малотоннажной химии (МТХ) связана с тем, что наращивание инновационной продукции практически невозможно без малотоннажных химических продуктов. На долю производства малотоннажной и среднетоннажной химии в России сегодня приходится не более 10 – 15 % общего объема производства химической продукции, тогда как в развитых странах она составляет 40 % и более, спрос в значительной степени удовлетворяется за счет импорта, причем по многим стратегически важным продуктам зависимость от импорта доходит до 100 %.

Несмотря на то, что в мировой практике отсутствует единая методология отнесения химической продукции к малотоннажной и среднетоннажной химической продукции, на сегодняшний день применяется относительно устоявшееся деление химической продукции на следующие сегменты:

- commodity chemicals — крупнотоннажные, базовые, биржевые продукты;
- specialty chemicals — среднетоннажная специальная химия;
- fine chemicals — малотоннажная химическая продукция.

Химическая промышленность сегментируется по продуктовому признаку, в основе которого лежат стоимостные и объемные параметры, а также специфичность выпускаемой продукции.

К категории крупнотоннажной продукции со стандартными характеристиками относится более ста продуктов, производимых на производствах годовой мощностью, как правило, не менее 300 тыс. тонн. Стоимость такой продукции обычно не превышает 1,5 \$ за кг. К таким продуктам можно отнести метанол, базовые олефины и полимеры (ПВХ, полиэтилен, полипропилен), минеральные удобрения, базовые марки каучуков.

Для среднетоннажных продуктов мощности обычно составляют 50 - 150 тыс. тонн в год. К среднетоннажной продукции с заданными свойствами можно отнести производство изоцианатов, малеинового ангидрида, синтетических спиртов, эпоксидных смол, ПАБ,

ПА6,6 и ПАН-волокна. Обычно цены на такую продукцию формируются в диапазоне 1,5 - 5 долл. США за кг.

К малотоннажной химии, как правило, относят продукцию высоких переделов с выпуском единичной мощности не более 50 тыс. тонн в год, стоимость для малотоннажных химических продуктов значительна и находится в диапазоне 5 – 10 \$/кг. Номенклатура такой продукции весьма разнообразна, при этом стоимость её существенно выше стоимости крупнотоннажной и среднетоннажной химии. Компании, развивающие производства малотоннажной химии должны обладать достаточными финансовыми средствами и иметь собственные технологии.

Небольшие объемы товарных партий продукции и колоссальный ассортимент малотоннажной химии требуют от производителя гибкого подхода, профессионализма и прочной связи с научными структурами. Для большинства российских игроков такой бизнес обременителен и неинтересен.

К малотоннажным продуктам можно отнести пигменты, катализаторы, сырье для специальных волокон, особо чистые вещества, антиоксиданты, специальные инженерные пластики (полисульфоны, полиимиды и т.д.), специальные марки каучуков.

Продукция средне- и малотоннажной химии отличается большим разнообразием и высокой специфичностью применения.

В мире можно выделить несколько моделей производителей малотоннажной химии. Наиболее значимые игроки – это научно-технические центры крупнейших интегрированных химических концернов (Dow, Basf, Du Pont и др), а также высоко диверсифицированные игроки в средне- и малотоннажном переделе с высоким научно-техническим потенциалом (Huntsman, Momentive и т.д.).

Важнейшей отличительной чертой бизнес-моделей в части производства средне- и малотоннажной химии является критичная роль технологий. Как правило, производителем продукции является сам владелец технологии, что существенно ограничивает доступ к ней других игроков. Такая ситуация особенно негативно проявляется в части химии, необходимой для производства продуктов двойного назначения.

Зарубежные компании имеют собственные научно-технические центры (центры компетенций или центры развития), занимающиеся научными разработками продуктов и технологий со значительным штатом и объемом ежегодного финансирования.

В советское время малотоннажная химия развивалась в четырех организационных форматах: научные центры, включая институты АН, НПО, специальные химкомплексы (так называемые в советское время химпромы или производственные объединения), не основные (побочные) производства на заводах, производящих крупнотоннажную химию. Производители крупно- и среднетоннажной химии обеспечивали выпуск малотоннажной продукции, сопоставимой по типу используемого сырья. Формат НПО позволял сочетать синтез новых продуктов, разработку производственного процесса и его масштабирование до промышленного уровня (действующий пример - партнерство ГНИИХТЭОС и АО «Силан»).

Для развития российской малотоннажной химии предлагается использовать лучший советский и зарубежный опыт. Целесообразно рассматривать формирование единой группы на базе профильных НИИ и казенных предприятий; использовать государственную поддержку для целей проведения НИОКР, обеспечение долгосрочных

контрактов, а также необходима интеграция с крупнотоннажной химией и стимулирование крупнейших российских производителей на проведение НИОКР и производство малотоннажной химии.

Говоря о *проблемах развития малотоннажной химии в России* необходимо выделить *разрозненность научной и технологической поддержки отрасли, отсутствие механизмов, обеспечивающих корректную постановку, финансирование и контроль исполнения химико технологических задач общегосударственного масштаба — от проработки идеи новых химических продуктов до внедрения разработанных конкурентоспособных технологий в промышленном масштабе.*

Следующей проблемой являются *недостаточные компетенции в области маркетинга, брендинга и продаж отечественных производителей малотоннажной и среднетоннажной химической продукции как на внутренний, так и на зарубежный рынки.*

Не менее значимым барьером развития малотоннажной химии является *специфика сырьевого обеспечения.* Многие компании отмечают *отсутствие ключевого среднетоннажного отечественного сырья, что сдерживает развитие последующих переделов.* Кроме того, производители отмечают сложность и нестабильность доступа к незначительным (до 10 т/месяц) объемам сырья (побочных продуктов) нефтепереработки и пиролиза, поскольку ВИНК, как правило, реализуют их на тендерах, а не по долгосрочным договорам.

Кроме того, *низкая конкурентоспособность отечественных производителей из за технологического отставания и применения импортного сырья, а также отсутствие недорогих источников финансирования проектов и неразвитость инструментов проектного финансирования* также негативно влияет на развитие производства малотоннажной химии в Российской Федерации.

Малотоннажная химия насчитывает сотни тысяч наименований и ни одно государство мира не может полностью обеспечить себя такой продукцией. Поэтому для развития малотоннажной химии важно определить приоритеты с позиций значимости малотоннажной химической продукции для развития других отраслей и, конечно, с учетом возможностей сырьевого и технологического обеспечения их производства и экономической целесообразности.

С целью решения перечисленных проблем Минпромторгом России (во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации от 18.05.2016 № 954-р с 2016 г. об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса) проведена работа по разработке плана мероприятий по развитию производства малотоннажной химии в Российской Федерации на период до 2030 года в рамках образованного Межведомственного научно технического совета, в который вошли представители заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, науки и бизнеса, а также представители от РАН.

По итогам проведенных заседаний Совета была разработана и утверждена Правительством Российской Федерации **«дорожная карта»**, в которой определены основные критерии отнесения химической продукции к продукции малотоннажной и среднетоннажной химии:

для малотоннажной химической продукции

- объем потребления в Российской Федерации — до 1 тыс. тонн в год;

- единичные мощности — до 10 тыс. тонн в год.

для среднетоннажной химической продукции:

- объем потребления в Российской Федерации — от 1 до 50 тыс. тонн в год;

- единичные мощности — до 150 тыс. тонн в год.

В России к МТХ зачастую относят продукцию, уже перешедшую в мировой практике в разряд среднетоннажной. Кроме того, отечественное потребление отдельных химических продуктов исчисляется не тоннами, а десятками и сотнями килограммов, что выводит производство подобных продуктов в область лабораторных технологий производства. Аналогичная ситуация и в среднетоннажной химии: отечественные мощности, как правило, в четыре–восемь раз меньше современной мощности мирового уровня.

В результате анализа российского рынка потребления МТХ был определен перечень из 27 основных продуктовых сегментов, взятый за основу приоритетности при разработке «дорожной карты» (высокотехнологичные полимеры; - прочие пластики и каучуки специального назначения; строительные добавки; ПАВ; дезинфицирующие вещества; клеи, герметики (в том числе нефтеполимерные и синтетические смолы); химические вещества для пищевых добавок; химические вещества для кормовых добавок; вещества для водоподготовки; пигменты; прочие добавки для лакокрасочных материалов; пламегасители (антипирены); антиоксиданты; особо чистые вещества и материалы на их основе для электроники, оптоэлектроники и фотоники; катализаторы, инициаторы, ингибиторы (кроме ингибиторов коррозии, катализаторов нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности) и др.; добавки для пластиков и каучуков прочие; специальные лубриканты и технические жидкости; вещества для нефтедобычи и нефтепродуктотранспорта; вещества для производства бумаги; вещества для горного дела; вещества для производства текстиля; ингибиторы коррозии; присадки к топливам и смазочным материалам; химические средства защиты растений; вещества для косметики; вещества для создания изображений; химические реактивы и растворители).

На основе матрицы приоритизации сформирован перечень приоритетных продуктовых направлений, включающий девять сегментов, для которых характерен высокий потенциал импортозамещения, значительный объем внутреннего рынка и возможность достижения необходимого эффекта масштабирования для обеспечения конкурентоспособности на мировом уровне в ближайшие 5 - 10 лет:

поверхностно активные вещества; клеи, герметики (в том числе нефтеполимерные и синтетические смолы);

химические вещества для пищевых добавок;

катализаторы, инициаторы, ингибиторы (кроме ингибиторов коррозии, катализаторов нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности);

химические средства защиты растений;

химические реактивы и растворители;

вещества для нефтедобычи и транспортировки нефти по трубопроводам;

вещества для водоподготовки; прочие пластики и каучуки специального назначения.

Стоит также отметить, что при наличии устойчивого спроса на внешних рынках, представляется целесообразным локализацию на территории Российской Федерации конкурентоспособных производств по выпуску МТХ, ориентированных на экспорт продукции, не включенный в указанный выше перечень продуктовых сегментов.

В «дорожной карте» сформирован комплекс мер, направленных на устранение выявленных проблем, она включает в себя пять направлений развития.

Поскольку импортные продукты находятся, как правило, в середине своего жизненного цикла и к моменту внедрения отечественной технологии на рынке с высокой степенью вероятности появятся продукты и решения с улучшенными потребительскими свойствами, то импортозамещение не может быть самоцелью развития малотоннажной химической продукции и среднетоннажной химической продукции.

В связи с этим большое внимание Российской Федерацией уделяется опережающему развитию новых технологий (1), для чего необходимы постоянный конкурентный анализ мировых тенденций в области малотоннажной химической продукции и среднетоннажной химической продукции, выработка действенных механизмов коммерциализации технологий.

В рамках "дорожной карты" предлагается рассмотреть возможность создания на базе ГИСП информационно-справочного раздела по малотоннажной химической продукции, выпускаемой на территории Российской Федерации. Создание такой информационной площадки позволит сконцентрировать усилия на разработке и коммерциализации новых продуктов и технологий от стадии инвестиционных идей до внедрения в промышленное производство.

Кроме того, ранее ФАНО России, а теперь Министерству науки и высшего образования поручено создание межведомственного совета по вопросам, связанным с формированием и реализацией комплексного плана научных исследований в интересах отечественной промышленности в области развития малотоннажной химической продукции.

Для достижения опережающего развития новых технологий представляется целесообразной поддержка НИОКР в развитии производств малотоннажной химической продукции в рамках действующих механизмов поддержки и программ институтов развития, а также посредством формирования программы Союзного государства в части развития среднетоннажной химической продукции.

На развитие производств малотоннажной и среднетоннажной химической продукции в 2017 году уже было выделено 173,7 млн руб., в том числе:

в рамках ПП РФ от 30.12.2013 № 1312 – 154,2 млн руб. по следующим направлениям:

- разработка отечественной технологии производства гелла камеди мощностью 250 тонн в год, исполнитель – ООО «Зеленые линии» (20 млн руб.);

- разработка и освоение серийного производства витамина К и пищевых добавок на базе растительных экстрактов мощностью: витамин К и содержащие добавки – 60 тонн в год, функциональные кормовые добавки – 504 тонн в год, растительные экстракты – 144 тонн в год, исполнитель – ОАО «Кемеровская фармацевтическая фабрика» (15 млн руб.);

- разработка и организация производства карбоната кальция синтетического (химически осажденного мела (РСС) CaCO_3), предназначенного для химической, фармацевтической промышленности, промышленности строительных материалов (изделий) и строительных конструкций, мощностью: первый сорт - 150 тонн в год; второй сорт – 13 850 тонн в год (61 млн руб.);

- создание инновационного импортозамещающего производства монокалийфосфата очищенного на базе ОАО "Гидрометаллургический завод" мощностью 2 200 тонн в год (50 млн руб.);

- создание и освоение серийного производства импортозамещающих высокоэффективных композитных теплоизоляционных материалов на основе аэрогелей из отечественного сырья мощностью 66 тонн в год, исполнитель – ООО «НИАГАРА» (8,2 млн руб.);

в рамках ПП РФ от 03.01.2014 № 3 в размере 5,3 млн руб. на реализацию комплексного инвестиционного проекта «Модернизация производства и создание производства импортозамещающих продуктов: противотурбулентной присадки мощностью 3 000 т, малеинового ангидрида мощностью 2 000 т, смолы ЭД-20 мощностью 5 000 т на базе промышленной площадки ОАО «Алтайский Химпром».

в рамках средств ФРП – 14,2 млн руб. ООО НПП «КФ» на реализацию проекта «Создание технологической линии по производству 2,5 димеркапто 1,3,4 тидиазола», мощностью 300 тонн в год.

Следующее направление - стимулирование создания производств малотоннажной и среднетоннажной химической продукции (2).

«Дорожной картой» предусмотрена проработка вопроса по формированию механизмов стимулирования развития и финансирования создания производств.

Кроме того, планом мероприятий предусмотрено утверждение перечня комплексных инвестиционных проектов по развитию производства малотоннажной и среднетоннажной химической продукции в рамках определенных Правительством Российской Федерации приоритетов.

Отечественные производители отмечают отсутствие в Российской Федерации производств ключевого среднетоннажного сырья - малеинового ангидрида, адипиновой кислоты, изоцианатов, эпихлоргидрина и базовых эпоксидных смол на его основе, дуrolа и пиромеллитового диангидрида, высших жирных спиртов и кислот, этиламинов, хлористого метила, бутандиола и другого мало- и среднетоннажного сырья, что является сдерживающим фактором для развития последующих переделов. Без создания надежной отечественной сырьевой базы по указанным продуктам интенсификация производства малотоннажной химической продукции и среднетоннажной химической продукции в Российской Федерации представляется маловероятной.

Развитие производств среднетоннажных видов сырья будет осуществляться с учетом плана мероприятий по импортозамещению в отрасли химической промышленности.

В условиях экономических санкций со стороны стран Запада эффективным средством выхода сложившегося положения является импортозамещение, основная цель которого – замещение импортных аналогов отечественной конкурентоспособной продукцией.

Наращивание производства инновационной продукции, в том числе в стратегически важном секторе экономики – оборонно-промышленном комплексе, практически невозможно без малотоннажных химических продуктов.

Уже сейчас предприятиями химической промышленности реализовано 8 проектов по производству мало- и среднетоннажной продукции в рамках реализации плана импортозамещения

- в январе ООО «Шебекинская индустриальная химия» (Белгородская обл.) запустило производство препарата синтетического жирующего мощностью 2 000 тонн в год; производство средства для устранения борушности мощностью 2 000 тонн в год;

- в июле 2015 г. ООО «Новохром» (оренбургская область) запустило производство натрия сернистого технического мощностью 6 000 тонн в год;

- в июле 2016 г. ОАО ПО «Алтайский химпром» (Алтайский край) запустило производство эпоксидно-диановых смол мощностью 5 000 тонн в год; производство противотурбулентной присадки мощностью 3 000 тонн в год;

- в III квартале 2016 г. ООО «Новохром» (Оренбургская обл.) запустило производство витамина К3 мощностью 1 000 тонн в год; производство 2-метилнафталина мощностью 1 000 тонн в год;

- в IV квартале 2016 г. ПАО «Пигмент» (Тамбовская обл.) запустило производство фталоцианина меди (органические пигменты) мощностью 500 тонн в год.

Еще порядка 10 проектов сейчас находятся в процессе реализации:

- модернизация производства и создание производства малеинового ангидрида мощностью 2 000 т на базе промышленной площадки ОАО «Алтайский Химпром»;

- разработка и организация производства карбоната кальция синтетического (химически осажденного мела (РСС) CaCO_3), предназначенного для химической, фармацевтической промышленности, промышленности строительных материалов (изделий) и строительных конструкций, мощностью: первый сорт - 150 тонн в год; второй сорт – 13 850 тонн в год;

- создание йодо-бромного производства на территории Ставропольского края из гидроминерального сырья мощностью 144 т/год (ООО «РИСК»);

- строительство йодного производства на основе гидроминерального сырья мощностью: калий-йодат 12 000 кг; йодная настойка 222 000 л, йодопирон 12 000 кг, калий йодистый 45 035 кг (ООО «Инвестиционные технологии»).

- организация производства тетрагидроиндола мощностью 200 тонн в год

- организация производства гелла камеди мощностью 250 тонн в год, исполнитель – ООО «Зеленые линии»;

- организация производства хлорида магния высокой чистоты мощностью до 300 тонн в год (ООО «НИИТОНХиБТ»);

- организация производства ментола мощностью 45 тонн в год (ООО «НИИТОНХиБТ»);

- организация производства 2,5-димеркапто-1,3,4-тиадиазола (ДМТД) мощностью 300 тонн в год (ООО НПП «КФ»).

Следующим направлением является стимулирование внутреннего спроса (3). Спрос выступает ключевым драйвером развития любого бизнеса, в том числе и развития производства МТХ и СТХ. Сложившийся в Российской Федерации рынок малотоннажной химической продукции и среднетоннажной химической продукции не является дефицитным, наоборот, характеризуется высоким уровнем конкуренции, более того, конкуренция идет не только на уровне продуктов, но и на уровне потребительских решений.

На мировом рынке конкуренция с российскими товарами еще острее из-за устойчивых позиций мировых глобальных компаний - производителей МТХ и СТХ, особенностей регионального технического регулирования оборота продукции, языковых

барьеров, эффективных механизмов поддержки экспорта международных стран-игроков (Китай, Германия, США и другие).

Развитие отечественного производства МТХ и СТХ должно ориентироваться как на внутренний, так и на мировой рынок.

При этом обеспечение внутреннего рынка МТХ и СТХ в части государственных закупок должно осуществляться преимущественно за счет товаров, произведенных на территории Российской Федерации. Для этого, основываясь на предложениях от заинтересованных организаций, необходимо внести соответствующие изменения в ПП РФ от 17.07.2015 г. № 719 и от 14.01.2017 № 9.

Немаловажным мероприятием является (4) совершенствование системы стандартизации.

Данное мероприятие нацелено на совершенствование системы стандартизации в Российской Федерации в области продукции МХ, что в результате приведет к соответствующей корректировке внутреннего спроса в пользу современных инновационных продуктов и создаст новые рыночные ниши для российских производителей, включая развитие экспортных направлений, а также снизит капитальные затраты на создание и реконструкцию производств.

И, наконец, (5) поддержка экспорта. Данное мероприятие решение нацелено на развитие используемых практик и механизмов продвижения продукции отечественных производителей как на внутреннем, так и на мировом рынках посредством повышения информированности российских производителей малотоннажной химической продукции и среднетоннажной химической продукции и популяризацию среди них программ финансово гарантийной поддержки экспорта и страхования экспортных операций, предоставляемых государством, а также посредством создания легитимных на внешнем рынке механизмов сертификации малотоннажной и среднетоннажной химической продукции.

Реализация «дорожной карты» позволит создать условия для наращивания к 2030 г. внутреннего производства на 1,5 млрд долл. США и снижения доли импорта в потреблении на 13 %.

Советом осуществлен сбор информации о разработках Институтов РАН в области малотоннажных продуктов. В ходе анализа полученных материалов выявлены следующие направления:

1. Разработки в области продуктов МТХ в соответствии с перечнем приоритетных продуктовых сегментов (Приложение 1).
2. Разработки в области металлов (Приложение 2).
3. Разработки в области создания особо чистых материалов (Приложение 3).

II. Важнейшие научные результаты, полученные российскими учеными в 2018 году

Предложен уникальный класс полифункциональных фотоактивных соединений. Разработан на их основе универсальный молекулярный конструктор, позволяющий построить новые типы фотопереключаемых супрамолекулярных устройств и фотоуправляемых супрамолекулярных машин, в которых можно реализовать все основные типы фотопроцессов. Полученные результаты дают новую методологию построения материалов для супрамолекулярной и нанофотоники (Центр фотохимии ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Алфимов М.В., Громов С.П., Чибисов А.К.).

- С применением лазерного химического модифицирования с лазерным текстурированием и химической функционализацией поверхности получены супергидрофобные керамические покрытия на меди, демонстрирующие улучшенные защитные и функциональные свойства. Уникальными особенностями полученных защитных покрытий являются высокая фотоактивность поверхности, улучшенная стойкость функциональных свойств при контакте с коррозионно-активными средами и повышенная абразивная стойкость даже в жестких эксплуатационных условиях.

- Разработан подход к созданию супергидрофильных и супергидрофобных защитных покрытий на алюминиевых сплавах, обладающий бактерицидными свойствами, долговечностью функциональных свойств и высокой стойкостью к абразивным нагрузкам и осаждению накипи. В основу предлагаемого подхода положены сочетание лазерного химического модифицирования с лазерным текстурированием и, для получения супергидрофобного состояния, последующая химическая функционализация поверхности обрабатываемого материала (ИФХЭ РАН, Бойнович Л.Б.).

Разработаны новые подходы к синтезу малотоксичных коллоидных квантовых точек (ККТ) $\text{InP}@ZnS$, стабилизированных органическими аминами с длиной углеводородной цепи n от 10 до 18, с использованием 1-додекантиола (ДДТ) в качестве источника серы. Получаемые ККТ имеют полосу люминесценции, перестраиваемую в области 500–620 нм и квантовый выход люминесценции (ϕ) до 70%. Показано, что величина ϕ увеличивается с ростом n , и практически не изменяется при хранении в течение нескольких недель. Также изучено влияние дополнительного прекурсора серы (1,6-гександитиола, ГДТ), использование которого при оптимальном соотношении $[\text{ДДТ}]:[\text{ГДТ}]=7:1$, позволило увеличить ϕ до 95%. Такие ККТ имеют реальные перспективы для практического применения в новых материалах и системах нанофотоники. (ИПХФ РАН, Бричкин С.Б.).

В рамках минимизации энергозатрат при получении чистой питьевой воды впервые проведено исследование емкостной деионизации воды с использованием сепарационно-электродного блока, в котором для существенного снижения энергозатрат при получении чистой воды вместо обычного пористого сепаратора использована мозаичная мембрана (ММ), содержащая катионо- и анионообменные компоненты. Были разработаны методики изготовления двух типов смешанных мембран: спрессованная из двух мембран ММ и полосатая смешанная мембрана. Установлено, что при малой скорости потока (2.5 мл/мин) удельный расход энергии на единицу объема деионизованной воды меньше для спрессованной мембраны, в то время как для больших скоростей потока (10-15 мл/мин) удельный расход энергии меньше для полосатой мембраны. Степень деионизации для

малых скоростей потока больше для спрессованной мембраны, а для больших скоростей потока больше для полосатой мембраны (ИФХЭ РАН, Цивадзе А.Ю.).

Впервые получены полностью органические аналоги кремнийорганических наноструктурированных люминофоров (КНЛ) на основе 1,3,5-бензола в качестве центров ветвления. Исследование спектрально-люминесцентных свойств полученных соединений показало, что спектры поглощения имеют несколько максимумов, относящихся к различным электронным переходам. В зависимости от строения люминесцентные свойства значительно варьируются. В случае одной из молекул при возбуждении в различные электронные переходы наблюдается интенсивная флуоресценция в интервале длин волн 520 – 720 нм с максимумом при длине волны 615 нм. При этом квантовый выход флуоресценции равен 80+/-5 %, что указывает на быструю внутримолекулярную электронно-колебательную релаксацию энергии электронного возбуждения молекулы. (ИСПМ РАН, Пономаренко С.А.)

Впервые продемонстрирована возможность контролируемого получения монослойных пленок графена высокого качества на образцах медной фольги с использованием метода холодной имплантации атомов отдачи углерода. Проведен синтез графена на поверхности медной фольги, с использованием холодной имплантации атомов отдачи углерода. Показано, что при определенных условиях обработки имплантированных углеродом образцов медной фольги – температуры отжига, времени отжига и скорости охлаждения – на поверхности образцов медной фольги формируются монослойные пленки графена о чем свидетельствуют полученные экспериментальные данные, в частности, спектр комбинационного рассеяния. Показано что наиболее оптимальными условиями для получения монослойного графена является отжиг имплантированного образца при температурах, близких к температуре плавления меди, в течение 30 минут с последующим медленным охлаждением (~ 30К /min) до комнатной температуры. (ИПТМ РАН, Вяткин А.Ф.).

Синтезирован ряд водорастворимых производных фуллерена с присоединенными остатками ароматических кислот, аминокислот, тиокислот, а также фуллеренол. Состав и строение синтезированных соединений подтверждены с использованием спектроскопии ЯМР на ядрах ^1H и ^{13}C , двумерной корреляционной спектроскопии ЯМР (^1H - ^1H COSY, ^1H - ^{13}C HSQC, ^1H - ^{13}C HMBSC), электроспрей масс-спектрометрии. Найдено производное фуллерена, полностью предотвращающее вызываемые гамма-лучами повреждения ДНК в клетках; его можно рекомендовать для доклинических и последующих клинических испытаний с целью внедрения в лечебной практике в качестве мощного радиопротекторного препарата (ИПХФ РАН, Трошин П.А.).

Впервые проведен синтез нанопорошков никеля химико-металлургическим методом в динамических условиях, когда состав газовой среды изменяется в процессе получения. Получена зависимость удельной поверхности пассивированных наночастиц никеля, определенная методом БЭТ, как от соотношения времён обработки исходного формиата никеля в потоке аргона и водорода, так и от последовательности подачи газов. Анализ фотографий нанопорошков никеля, полученных в динамических условиях с

использованием сканирующего электронного микроскопа при различной длительности обработки в аргоне и водороде показал, что средний размер наночастиц никеля коррелирует с результатами расчетов, в которых использовалась величина удельной поверхности. Установлено, что динамический метод получения нанопорошка никеля позволяет эффективно управлять средним размером наночастиц. (ИСМАН, Алымов М.И.)

Разработан новый подход к синтезу микро-мезопористого композита MF1/MCM-41, в основе которого лежит битемплатный метод с использованием микроволновой обработки. Композит, на котором удается избежать нежелательного образования кислородсодержащих продуктов, а также получать углеводородный продукт, содержащий значительное количество ароматических углеводородов при малом содержании бензола, впервые использован в качестве катализатора превращения изобутилового спирта. Промотирование микро-мезопористого композита MF1/MCM-41 ионами цинка и хрома позволило получить новый материал, который катализирует превращение изобутанола в жидкий углеводородный продукт с высоким содержанием *n*-ксилола. При этом использование изобутанола биогенного происхождения открывает путь к получению «зеленого» *n*-ксилола в одну стадию (ИНХС РАН, Дедов А.Г., Моисеев И.И.).

Проведено целенаправленное проектирование электротехнических наноструктурных алюминиевых и медных сплавов для достижения в них уникального комплекса многофункциональных свойств (прочности, электропроводности и термостойкости) за счёт управления комбинацией наноструктурных параметров. Впервые в мире удалось показать образование пересыщенного твёрдого раствора в Al сплаве, легированном редкоземельными элементами, кроме того результаты по одновременному повышению прочности и электропроводности не имеют аналогов в мировой литературе. Значимость результатов, в первую очередь, относится к значительному увеличению многофункциональных свойств проводниковых материалов, что существенно увеличивает потенциал их применения для передовых энергетических приложений (Уфимский государственный авиационный технический университет, Валиев Р.З.).

Разработан метод индуцированного интенсивным пластическим деформированием (ИПД) низкотемпературного синтеза *N*-мерных металл-оксидных наночастиц для использования в качестве армирующего наполнителя в гибридных нанокompозитах. Разработан метод ИПД-синтеза *N*-мерных металл-оксидных наночастиц и металл-оксидных пленочных наноматериалов, полученных вакуумным окислением железа при давлениях кислорода в вакуумной камере из области низкотемпературного активирования. Определены условия формирования на металле плотно упакованного напряженного слоя 2-мерных нанокристаллитов гематита, эффективно ограничивающего диффузию окислителя и защищающего металл от коррозии (ИФХЭ РАН, Каблов Е.Н.)

Впервые проведена плазменная обработка порошков металлов и сплавов с целью их сфероидизации в условиях стабилизации струи периферийными газовыми потоками, создаваемыми вращающейся крыльчаткой, расположенной в объеме реактора вне высокотемпературной зоны. Получены распределения тепловых и массовых потоков на стенку плазменного реактора для различной скорости вращения ротора и конструктивного

исполнения реактора. Разработаны физико-химические основы технологии получения сферических наноструктурных порошков псевдосплавов на основе вольфрама для создания изделий с повышенными эксплуатационными характеристиками методами аддитивных технологий. (ИМЕТ РАН, Цветков Ю.В. с сотр.)

- На примере синтезированных методом послойного лазерного спекания гранул сплава Ti-6Al-4V объемных сетчатых медицинских имплантатов для черепно-лицевой хирургии разработан оригинальный технологический процесс полного удаления «рыхлого» приповерхностного слоя путем обработки наносекундным лазерным облучением с одновременным формированием поверхностного микрорельефа, улучшающего биосовместимость имплантатов. Проводятся предклинические испытания. Разработанный технологический процесс может быть также использован для повышения износо- и коррозионной стойкости, уменьшения коэффициента трения, формирования супергидрофильных или супергидрофобных свойств поверхности сталей, титановых и других сплавов, в том числе изготовленных из них изделий сложной формы.

- Установлены основные особенности структурно - фазовых состояний и связанных с ними механических свойств жаропрочных сплавов систем Ni—Cr(X) и Fe—Cr(X), полученных с применением аддитивных технологий методами прямого лазерного выращивания и селективного лазерного плавления. Во всех исследованных сплавах обнаружены наноразмерные частицы силицидов хрома, с которыми связан наблюдаемый эффект нанофазного упрочнения. Все изученные образцы, полученные селективным лазерным плавлением, демонстрируют более высокие прочностные характеристики по сравнению со сплавами, полученными методом прямого лазерного выращивания. (ИПХФ РАН, Колобов Ю.Р. с сотр.).

- Установлены кинетические закономерности процесса высокотемпературного окисления тонкостенных титановых образцов в рамках разработанного подхода окислительного конструирования и исследована микроструктура образующегося рутила. Показано влияние объема исходного образца на скорость процесса. В результате комплексных кинетических, рентгенофазовых и микроструктурных исследований установлено, что высокотемпературное окисление массивных железных, никелевых, а также медных образцов в рамках подхода окислительного конструирования приводит к образованию на их поверхности плотных слоев оксидной керамики с толщиной в несколько миллиметров. Установлены кинетические закономерности рассматриваемого процесса, а также охарактеризована микроструктура образующейся керамики.

Определена структура углеродсодержащих керамик и металлокерамических композитов на основе соединений переходных металлов в зависимости от условий их синтеза нагревом в пропансодержащих активных газовых смесях в рамках подхода окислительного конструирования. (ИМЕТ РАН, К.А. Солнцев и сотр.).

В плане разработки принципиально новых теоретических методов и подходов для расчета, интерпретации и прогнозирования электронных и фотонных свойств наноматериалов в широком энергетическом интервале вычислены распределения электронной плотности в реальном и **k**-пространстве пространстве волновых векторов в зоне Брюллиэна для электронов и дырок, локализованных на размерно-квантованных

уровнях в кремниевом нанокристалле в SiO₂, что позволяет наглядно увидеть возможность туннелирования «горячих» электронов на верхних уровнях размерного квантования в окружающую аморфную матрицу. На основе эмпирического метода сильной связи развит способ туннелирования электронных состояний и уровней энергии SiGe нанокристаллов в аморфной матрице SiO₂. (ФТИ РАН, Ясиевич И.Н.)

На основе квантово-химических расчетов аминоксенольных хромофоров с различными акцепторными группами в хлороформе продемонстрировано, что их транс-изомерные формы характеризуются втрое более высокой первой гиперполяризуемостью, чем цис-формы; при этом влияние растворителя приводит к существенному увеличению значений первой гиперполяризуемости на частоте второй гармоники. Азоксенофоров с цианосодержащими акцепторами могут быть использованы в качестве переключателей нелинейно оптической (НЛО) активности. Впервые проведенное атомистическое моделирование композиционных полимерных материалов с исследуемыми хромофорами-гостями позволило установить их оптимальное содержание. В материале реализуется большое количество невалентных связей, которое может обеспечить релаксационную стабильность НЛО отклика материала (ИОХФ РАН, Синяшин О.Г.).

III. Пропаганда и популяризация научных знаний

Академик С.М. Алдошин:

- организатор Универсиады «Ломоносов» по фундаментальной физико-химической инженерии, март 2018 г., МГУ, Москва.
- председатель 7 Международной школы для молодых ученых “Smart nanomaterials”. В рамках проведения школы принял активное участие в работе Workshop “Design of polyfunctional structures: theory and synthesis”, 23-26 октября 2018 г., Ростов, Россия.

Академик К.А. Солнцев:

- открыл XII Всероссийскую интернет-олимпиаду по нанотехнологиям «Нанотехнологии – прорыв в будущее» – (заместитель председателя Организационного комитета) на заседании в МГУ им. М.В.Ломоносова, состоявшейся 26-31 марта 2018 г. (очный тур);
- принял участие в открытии и закрытии школы, в пленарной дискуссии Летней школы учителей химии «Вызовы современности и химическое образование», состоявшейся 06-09 июня 2018г. в МГУ им. М.В.Ломоносова, г.Москва;
- принял участие в организации стенда Факультета наук о материалах на VIII Всероссийском Фестивале НАУКА 0+, состоявшемся 12-14 октября 2018г. в МГУ им. М.В.Ломоносова, г. Москва.

Д.ф.-м.н., профессор Р.З. Валиев:

В целях популяризации научных знаний выполнен перевод на русский язык монографии И. Сабиров, Н. А. Еникеев, М. Ю. Мурашкин, Р. З. Валиев, Объемные наноструктурные материалы с многофункциональными свойствами, Санкт-Петербург, Эко-Вектор, 2018. — 135 с., ISBN 978-5-906648-71-6 (пер. с англ. яз. I. Sabirov, N.A. Enikeev, M.Y. Murashkin, R.Z. Valiev, Bulk nanostructured materials with multifunctional properties, Series: SpringerBriefs in Materials, Springer, 2015, IX, 161 p)

IV. Наградная деятельность

Члену Совета академику *Алфимов М.В.* в соавторстве с чл.-корр. РАН *Громовым С.П.* и *Чибисовым А.К.*) присуждена Государственная премия РФ в области науки и технологий за разработку фотоактивных супрамолекулярных устройств и машин.

Член Совета *д.ф.-м.н., профессор Р.З. Валиев:* – лауреат премии Web of Science Awards как самый высокоцитируемый ученый в области материаловедения по итогам 2017. Автор максимального количества высокоцитируемых публикаций в базе данных Web of Science Core Collection. На момент награждения – 5 таких работ (единоличный лидер в области «материаловедение») (награждение состоялось 15.02.2018; Clarivate Analytics)

Награда за выдающийся вклад в проведение оценки публикаций для издательства Elsevier за 2018 г

Получена благодарность от ФАНО за большой вклад в проведение оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных ФАНО России, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения.

V. Координация международного сотрудничества

Академик С.М. Алдошин:

- председатель Первого российско-китайского научно-инновационного форума «Science-intensive technologies: from research to applications», октябрь 2018 г., г. Харбин, КНР

Академик К.А. Солнцев:

- иностранный член Инженерной Академии КНР 19 ноября 2018 года выступил с приветственным словом в Инженерной Академии КНР на вручении диплома иностранного члена и с докладом в Обществе цветных металлов, г. Пекин, КНР;

- 20 -21 ноября 2018г. принял участие в Мероприятиях по организации и развитию российско-китайского института в г.Шеньчжень, КНР. Выступил с приветственным словом, принял участие в пленарных дискуссиях и организационных мероприятиях.

Д.ф.-м.н., профессор Р.З. Валиев:

9-14 октября, Нанкин, Китай: визит в составе делегации УГАТУ в рамках международного сотрудничества с научно-образовательными учреждениями КНР. В ходе визита состоялись встречи и переговоры, а также первый совместный международный семинар, организованный УГАТУ и Нанкинским техническим университетом - the 1st Sino – Russian Academic Symposium on Advanced Metal Materials and Manufacture.

Работа в составе международных комитетов по наноматериалам (International Committee on Nanostructured Materials, ICNM <http://www.icnm-nano.org/>) и международного комитета по наноИПД материалам (International NanoSPD Steering Committee, <http://nanospd.asso.univ-lorraine.fr/>)

VI. Участие в организации и проведении крупных научных мероприятий

Академик С.М. Алдошин:

1. V Международная конференция «Современные проблемы химической физики» 25-29 сентября 2018г., Ереван. Председатель конференции.
2. IX национальная кристаллохимическая конференция. Суздаль, 4-8 июня 2018. Председатель конференции.
3. Всероссийский кластер конференций по неорганической химии «InorgChem 2018» Астрахань, 17-21 сентября 2018 года. Председатель конференции.

Академик Л.Б. Бойнович:

1. Международная конференция всемирной ассоциации ученых в области коллоидов и поверхностей «IACIS 2018». Председатель секции “Surface Forces”. <https://www.wtcrotterdam.nl/en/iacis-2018/> 20.05.2018 – 25.05.2018. Роттердам, Нидерланды.
2. Шестнадцатая Международная конференция «Surface Forces». Председатель конференции. <https://surfaceforces.ru> 20.08.2018 – 25.08.2018. Казань, Россия.

Академик К.А. Солнцев:

1. Всероссийская конференция с международным участием «Химия твердого тела и функциональные материалы», 12-й Всероссийский симпозиум с международным участием «Термодинамика и материаловедение» (член Организационного комитета), 21-27 мая 2018г., г. Санкт-Петербург, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе
2. Международная конференция по химии высокотемпературных материалов (High Temperature Materials Chemistry – НТМС-16) (член Национального комитета), 02-06 июля 2018г., г. Екатеринбург.
3. VIII Евразийский симпозиум по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата (член Программного комитета), 03-07 июля 2018г., г. Якутск.
4. VII Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества» (председатель Организационного комитета), 01-05 октября 2018г., г. Суздаль.
5. Четвертый Междисциплинарный научный форум с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии» (член Попечительского совета Форума), 27-30 ноября 2018г., г. Москва.

Академик Ю.В. Цветков:

VIII российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов» г. Москва, ИМЕТ РАН, 1619.10.2018. Председатель конференции.

Д.ф.-м.н., профессор Р.З. Валиев:

1. XIV Международная конференция по наноструктурированным материалам NANO 2018, 24-29 июня, Гонконг, Китай. Организация секции по материалам с многофункциональными свойствами.
2. Байкальский материаловедческий форум БМФ-2018, 9-15 июля, Улан-Удэ. Организация специальной секции.

Приложение 1
Разработки в области продуктов МТХ в соответствии с перечнем приоритетных
продуктовых сегментов

**Разработки Институты РАН в области создания продуктов малотоннажной химии
по направлению «поверхностно активные вещества»**

Институт химии нефти СО РАН (ИХН СО РАН):

Разработаны композиции ПАВ для увеличения нефтеотдачи пластов низкопроницаемых коллекторов и месторождений высоковязких нефтей:

1. Композиции на основе ПАВ и щелочных буферных систем для увеличения нефтеотдачи низкопроницаемых пластов;
2. Композиции на основе ПАВ, генерирующие в пласте CO₂ и щелочную буферную систему (ИХН-КА, НИНКА®), для повышения нефтеотдачи низкопроницаемых коллекторов с высокой пластовой температурой и увеличения эффективности паротеплового воздействия на залежи высоковязкой нефти.

Преимущества композиций:

- сохранение парогазовой смеси в паровой фазе при температуре ниже температуры конденсации пара;
- увеличение эффективности процесса переноса компонентов нефти по механизму дистилляции;
- снижение набухания глинистых минералов породы коллектора и восстановление начальной проницаемости пласта;
- интенсификация противоточной пропитки и вытеснения нефти;
- значительное снижение вязкости нефти.

**Разработки Институтов РАН в области создания продуктов малотоннажной химии
по направлению «химические средства защиты растений»**

Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН (ИОХ РАН):

В ИОХ РАН совместно с ВНИИ Фитопатологии и РХТУ им. Д.И. Менделеева разработан принципиально новый класс, не имеющий аналогов, *высокоактивных фунгицидов на основе циклических пероксидов для защиты растений.*

Такие фунгициды являются патентно чистыми и их возможно производить из дешевых и доступных реагентов в 2-3 стадии с использованием стандартного химического оборудования. Следует отметить, что зарубежные аналоги производятся в 7-10 стадий из труднодоступного сырья. Предварительные исследования показали у разработанных в ИОХ РАН циклических пероксидов наличие фунгицидной активности по отношению к грибам, поражающим пшеницу, рожь, ячмень, подсолнечник, топинамбур, картофель, капусту, морковь, фасоль, горох, плоды фруктовых растений, сопоставимой и превосходящей у существующих наиболее распространенных соединений на основе азолов и аналогов стробилурина, которые являются в основном импортными.

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН (ИХТТМ СО РАН):

Нанопестициды на основе супрамолекулярных комплексов тебуконазола для обработки семян и растений злаковых культур.

Оригинальным механохимическим путем получены протравители-композиции, состоящие из комплексов молекул тебуконазола (ТБК), наиболее широко использующегося в составе фунгицидных препаратов на территории РФ - с природными растительными нетоксичными веществами – полисахаридом арабиногалактаном из древесины лиственницы, а также экстрактом корней солодки. Указанные «вспомогательные» компоненты производятся в РФ и имеют неограниченную ресурсную базу.

Разработана технология и наработаны опытные партии инновационных композиций, проведены их лабораторные и полевые испытания, показана их повышенная «защитная» активность для обрабатываемых растений и повышенная экологичность за счет снижения доз ТБК и использования в качестве вспомогательных компонентов нетоксичных растительных соединений. К преимуществу последних относятся их ростостимулирующие свойства, дополнительно способствующие повышению урожайности с/х культур. Стоимость применения разработанных препаратов близка к стоимости применения препарата «Раксил КС» и может быть снижена при организации промышленного выпуска.

Дальнейшие действия:

Требуется поддержка для проведения расширенных испытаний, отработки промышленной технологии и регистрации препаратов на территории РФ (или ее отдельных регионов). Следует иметь в виду, что в ИХТТМ СО РАН имеется опытно-промышленный участок для механохимического получения фунгицидных композиций производительностью до 50-100 кг/час. Аппараты для механохимического получения композиций производятся в ассоциированной с ИХТТМ СО РАН компании ООО «Новиц» и могут поставляться по заказу потребителей, в т.ч. в комплексе технологических линий для получения конечного продукта в порошкообразном расфасованном виде.

**Разработки Институтов РАН в области создания продуктов малотоннажной химии
по направлению «вещества для нефтедобычи и транспортировки нефти по трубопроводам»**

Институт химии нефти СО РАН (ИХН СО РАН):

Разработаны и испытаны:

- неорганические и полимерные гелеобразующие системы ГАЛКА®, МЕТКА®, МЕГА в технологиях увеличения охвата пласта, регулирования фильтрационных потоков, ограничения водопритока при заводнении или паротепловом воздействии;
- криотропные гели для создания противофильтрационных завес и упрочнения грунтов в районах вечной мерзлоты;
- способ получения композиционно однородных сополимеров высших алкилакрилатов с азотсодержащими (мет)акриловыми мономерами, являющимися основой присадки К-210 депрессорно-модифицирующего действия. Присадка К-210 эффективно ингибирует образование асфальто-смоло-парафинистых осадков (АСПО) независимо от типа нефтяной дисперсной системы и проявляет сильный депрессорный эффект, снижая температуру застывания и вязкость нефтей, что приводит к улучшению транспортных характеристик тяжелых нефтей путем синергетического физико-химического воздействия;
- антитурбулентные присадки для трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов в арктических условиях. Преимущества присадки: – разбавленные растворы (концентрация до 20 г/м³) синтезированного полимера ($M \approx 5 \cdot 10^6$) способны снижать на 60 % гидродинамическое сопротивление турбулентного потока водонефтяных эмульсий, в то время как растворы промышленного образца полимера ($M \approx 0,9 \cdot 10^6$) такую величину эффекта достигают при концентрации ~ 200 г/м³; – маловязкая полимерная присадка в эмульсионно-суспензионной форме содержит в своем составе до 30 % полезного вещества – полимера, обладает высокой антитурбулентной эффективностью – способна снижать на ~ 50 % гидродинамическое сопротивление водонефтяных эмульсий.

**Разработки Институтов РАН области создания продуктов
малотоннажной химии
по направлению очистки воды и водоподготовки**

Института химии ДВО РАН:

1. Технология глубокой очистки питьевой и технологической воды функциональными жидкими полимерами на основе хитозана.

Назначение: очистка поверхностных вод высокой мутности и цветности. Доочистка водопроводных вод.

Применение: очистка питьевой воды, технологической воды промышленного назначения, в том числе, для пищевых производств, очистка и обезвреживание сточных вод.

ИХ ДВО РАН разработал технические условия на флокулянты.

Конструктивно установки флокуляционно-коагуляционной очистки питьевых и технологических вод выполняются в виде трех взаимосвязанных модулей: **система управления, система фильтрации, система пропорционального дозирования водоочистного реагента.** Такие установки могут иметь различную степень автоматизации (могут требовать обслуживания в виде смены очередной емкости с расходным реагентом, либо управляться (регенерироваться) вручную).

2. Сорбенты и технология очистки воды от органических примесей, нефтепродуктов и пищевых жиров

Минеральная основа сорбента – алюмосиликат.

Актуальность разработанных в Институте химии ДВО РАН технологий состоит в том, что применение полученных сорбентов и флокулянтов, используемых для очистки различных вод, в том числе и питьевых, от органических загрязнений на предприятиях любых видов деятельности, позволит существенно улучшить экологическую обстановку в регионах, ориентируясь на условия ужесточения государственного контроля за состоянием экологической безопасности.

Институт химии ДВО РАН предлагает:

- * Научные консультации; разработку технологической схемы очистки воды, технической документации; проектирование; изготовление; шеф-монтаж; пусконаладку; сдачу “под ключ” систем очистки (питьевой, промышленной, льяльной вод) различной производительности по требованию Заказчика.
- * Поставку партий гидрофобизированного сорбента не менее 1 м³. Сорбент может храниться в закрытом помещении неограниченно долгое время.
- * Поставку флокулянта для обеспечения работы станций водоочистки, работающих по описываемому методу.
- * Техническую документацию и рабочие чертежи устройства для получения и регенерации сорбента.
- * Технологическую документацию, рабочие чертежи универсальной установки для очистки скважинной и водопроводной воды холодного водоснабжения различной производительности.

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова (ИОФХ РАН):

Разработаны методы и технология получения малотоннажных продуктов на основе остаточных фракций нефтепереработки:

- углеродные сорбенты для очистки газов и воды;
- иониты для водоочистки и водоподготовки.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН)

Водо- и органорастворимые гуанидинсодержащие полимеры и сополимеры

**Разработки Институтов РАН в области создания продуктов малотоннажной химии
по направлению «химические реактивы и растворители»**

Институт проблем химической физики РАН:

	Наименование разработки	Назначение	Краткое описание текущей стадии разработки
1.	Технологии синтеза аминотолуолов для получения полиуретановых материалов	Реагент для получения полиуретановых материалов	Подготовлены исходные данные для проектирования опытной установки.
2.	Технология получения 2,2-диметилпропановой кислоты для получения полиуретановых материалов	Реагент для получения полиуретановых материалов, экологичных вододисперсионных лакокрасочных материалов.	Получены опытные образцы, отработана технология синтеза.
3.	Технология получения гексена-1	Мономер для получения сополимеров полиэтилена	Получены опытные образцы, отработана технология синтеза.
4.	Альтернативная технология конверсии природных и попутных газов в жидкие химические продукты с высокой добавленной стоимостью	Технология позволяет получать на первой стадии либо кислородсодержащие продукты (метанол, формальдегид и др.) и CO, либо легкие олефины и CO.	Получены опытные образцы, отработана технология синтеза.

Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН)

	Наименование разработки	Назначение	Краткое описание текущей стадии разработки
	Эфиры дитиокарбаминовой кислоты	Присадки к топливам и смазочным материалам, модификатор трения поколения Low SAPS	НИОКР
	Уреатные пластичные смазки специального назначения	Специальные смазки и технические жидкости	ОКР
	Эпихлоргидрин (разработаны 2 технологии получения)	Продукт (сырье) для производства синтетических смол (эпоксидных смол) и каучуков специального назначения	НИОКР
	Эпоксидная смола (Эпоксиднодиановые смолы ЭД-22, ЭД-20,	Синтетические смолы, вещества для нефтепродуктотранспорта	НИОКР

	ЭД-16 и др.)		
	Монохлоруксусная кислота	Производство карбокисметилцеллюлозы - химического вещества для нефтедобычи (стабилизатор буровых растворов), А также сырья для получения средств защиты растений (2,4-Д и другие гербициды)	НИОКР
	Хлористый метил	Полупродукт при синтезе МТХ для строительных добавок, растворитель в производствах бутилкаучука и др.	НИОКР
	Водо- и органорастворимые гуанидинсодержащие полимеры и сополимеры	Дезинфицирующие вещества Вещества для водоподготовки	НИОКР

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина (ИФХЭ РАН).

Разработан торфо-шунгитовый материал с каталитически активными добавками для нейтрализации проливов ракетного топлива «гептил» при его производстве и применении. Особенностью материала является возможность захоронения материала в грунт после его использования для нейтрализации гептила, поскольку материал состоит только из природных биоразлагаемых материалов. Разработка требует стадии доработки технологического регламента и оборудования по производству торфо-шунгитового материала.

Институт проблем химико-энергетических технологий (ИПХЭТ СО РАН):

- Разработана технология производства в ИПХЭТ СО РАН флороглюцина мощностью 20 т/г. Флороглюцин применяется в составе ряда медикаментозных средств от спазматических болей, образования камней в почках и заболеваний ЖКТ. В печати изомер фенола используется как связующий элемент для получения "прочного черного" цвета отпечатка. С его помощью осуществляется синтез некоторых взрывчатых веществ. На базе флороглюциноза осуществляется процесс извлечения сосновых дубильных веществ. Флороглюцин широко используется в практической химии как реагент.
- Разработана технология производства в ИПХЭТ СО РАН бензиламина мощностью 35 т/г. Бензиламин – промежуточный продукт в производстве катионных красителей, лекарственных веществ.

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова (ИОФХ РАН):

Разработаны методы и технология получения малотоннажных продуктов на основе остаточных фракций нефтепереработки:

- модификаторы дорожных битумов;
- добавки к полимерным материалам комплексного действия (пластифицирующие и антиокислительные);
- красители и катализаторы на основе нефтяных порфиринов.

Институт химии силикатов РАН им. И.В.Гребенщикова (ИХС РАН)

Разработан материал на основе алмаза с уникальными физико-механическими свойствами. На основе уникального материала «Идеал» разработаны бронезащитные элементы, обеспечивающие защиту до класса защитной структуры Бр6. При этом бронезащитные элементы эффективнее всех имеющихся аналогов в мире. Также показано, что эти материалы перспективны в качестве гидроакустических покрытий для морских судов, энергопоглощающих элементов для защиты от взрывов, других специальных применений. По этому материалу отработан технологический процесс, есть возможность наладить промышленное производство до 2 тонн в год, организовать производство возможно в рамках создаваемого в г. Гатчина Ленинградской области Северо-Западного нанотехнологического центра. Для эффективной реализации процесса необходимо организовать также производство исходных материалов, в том числе алмазов до 1 тонны/год.

Разработаны технологии создания защитных покрытий разных типов с определенными технологическими и эксплуатационными свойствами, а именно:

- антиобледенительной органосиликатной композиции,
- антикоррозионной органосиликатной композиции,
- золь-гель композиции для супергидрофобного покрытия на стекле,
- органосиликатной композиции для гидрофобного атмосферостойкого защитного покрытия для металлов,
- лакокрасочной композиции для антиобрастательных защитных покрытий,
- супергидрофобной лакокрасочной композиции для различных поверхностей (стекло, пластик, металл, дерево).

**Разработки Институтов РАН в области создания продуктов малотоннажной химии
по направлению «прочие пластики и каучуки специального назначения»**

Институт проблем химической физики РАН:

	Наименование разработки	Назначение	Краткое описание текущей стадии разработки
1.	Технологии высокоэффективного синтеза этилен/пропиленовых и этилен/пропилен/диеновых каучуков, в том числе специального назначения	Синтез этилен/пропиленовых и этилен/пропилен/диеновых каучуков проявляющих теплофизические характеристики, соответствующие этому классу материалов, и улучшенные физико-механические свойства вследствие особенностей микроструктуры сополимеров.	Разработана лабораторная технология
2.	Технология получения полиальфа-олефиновых основ синтетических масел	Разработана современная технология получения полиальфа-олефиновых основ синтетических масел.	Построен первый отечественный завод по производству синтетических смазочных масел в г. Нижнекамске. Ведутся дальнейшие разработки.

Институт высокомолекулярных соединений РАН (ИВС РАН)

Разработка технологии получения наномодифицированных высокотеплостойких полиимидных термопластов (ПИ) из отечественных мономеров, организация малотоннажного производства.

Во многих промышленных приложениях в экстремальных условиях эксплуатации ПИ являются лучшими или незаменимыми благодаря уникальным характеристикам: прочность, огнестойкость, химическая и радиационная стойкость, биологическая совместимость и сохранение этих характеристик от - 196 до + 300 °С в течение тысяч часов. Наномодифицированные ПИ превосходят лучшие зарубежные аналоги: по показателям термостойкости, прочности, по барьерным характеристикам (газо-, влагонепроницаемости) в 2 – 3 раза.

Разработки Институтов РАН в области создания материалов для альтернативной энергетики

Институт проблем химической физики РАН:

	Наименование разработки	Назначение	Краткое описание текущей стадии разработки
1.	Получение органических полупроводниковых материалов на основе нафталиндиимидов, перилендиимидов, производных фуллеренов, электроактивных полимеров с конденсированными гетероароматическими структурами, сопряженных полимеров	Использование в органических и перовскитных солнечных батареях, светоизлучающих диодах, фотодетекторах, элементах памяти, полевых транзисторах, функциональных сенсорных системах, металл-ионных аккумуляторах	Разработаны технологии полупромышленного синтеза органических полупроводниковых материалов на основе нафталиндиимидов, перилендиимидов, производных фуллеренов, электроактивных полимеров с конденсированными гетероароматическими структурами, сопряженных полимеров на основе чередующихся донорно-акцепторных блоков.

Приложение 2
Разработки в области металлов

Разработки Институтов РАН в области создания продуктов малотоннажной химии (по направлению металлических и керамических материалов)

Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН (ИМЕТ РАН)

- Создание на базе ИМЕТ РАН участка для производства сферических порошков металлов, сплавов и композиционных материалов для аддитивных технологий с использованием плазмохимического синтеза. Предполагается оперативная разработка и изготовление широкого ассортимента наукоемких порошковых материалов разных диапазонов дисперсности, а новейшие средства классификации порошков обеспечат возможность выделения узких фракций порошков с высокой точностью и воспроизводимостью

- Создание на базе ИМЕТ РАН полного цикла малотоннажного производства и разработки материалов, технологии и оборудования для трехмерной печати персонализированных биоактивных костных имплантатов на основе кальцийфосфатной керамики для ортопедии, стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии, онкологии. Основные продукты:

- Партии композитных порошков на основе фосфатов кальция для трехмерной струйной печати биоактивных керамических структур, обеспечивающих эффективное замещение дефектов и регенерацию костных тканей;

- Полученные трехмерной печатью керамических имплантатов заданной архитектоники по индивидуальным рентгеновским и/или томографическим данным конкретного пациента;

- Опытные образцы оборудования для промышленной реализации разработанных технологий

Институт металлургии и материаловедения УРО РАН (ИМЕТ УРО РАН)

- *Переработка ванадийсодержащего конвертерного шлака с получением пентоксида ванадия повышенной чистоты.* Технология является комплексной и экологически чистой без загрязнения водного и воздушного бассейна и без отчуждения земель для складирования твердых отходов. Практическое осуществление предлагаемой технологии позволит в качестве импортозамещения ликвидировать зависимость России от импортных поставок.

- *ИМЕТ УРО РАН совместно с ООО «Технологии тантала» в рамках госконтракта Минобрнауки разработали в опытно-промышленном масштабе электрохимические технологии производства металлического порошка тантала из пентахлорида тантала и агломерированных нанокристаллических бездефектных порошков тантала конденсаторного типа, изготовлено соответствующее оборудование, наработаны опытные партии порошков. На ОАО «Элеконд» (г. Сарапул) изготовлены и опробованы опытные партии образцов конденсаторов, имеющие токи утечки на порядок ниже, чем в конденсаторах аналогичных номиналов из импортных порошков.*

Институт структурной макрокинетики РАН (ИСМАН)

Организация в ИСМАН производства порошков и изделий из керамических материалов, в том числе для вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ).

Цель: Создание на базе ИСМАН химической компании полного цикла по производству керамических СВС-порошков и изделий общим объемом до 25 т/год, не уступающих по качеству лучшим мировым аналогам, что позволит исключить критическую зависимость Российской Федерации от внешних поставок. (СВС - самораспространяющийся высокотемпературный синтез - это процесс перемещения волны химической реакции по смеси реагентов с образованием твердых конечных продуктов, проводимый с целью синтеза веществ и материалов).

СВС порошки(ИСМАН):

Нитриды: AlN, BN, ZrN, TiN, Si₃ N₄ Композиционные порошки: Si₃ N₄ – MeO Бориды: TiB₂, ZrB₂ др.Карбиды: TiC, ZrC, B₄C, SiC, WC. Силициды: MoSi₂, и др.Гидриды: TiH₂, ZrH₂.

СВС изделия (ИСМАН):

Изделия из BN и композиционных материалов на его основе: BN-TiB₂, BN-SiC, BN- SiO₂, BN-Al₂O₃. Изделия из сиалонов и композиционных материалов на их основе. Изделия из AlN и композиционных материалов на его основе AlN-TiB₂.

Производительность имеющегося в ИСМАН оборудования: 2 т/год Потребность: до 25 т/год.

За последние три года ИСМАН разработал две импортозамещающие технологии порошков для изделий ВВСТ.

Требуемый объем финансирования: 643 млн. руб.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева (ИХТРЭМС КНЦ РАН)

- Порошок циркония натриетермического. Стратегически важный материал. Необходим для различных видов боеприпасов. Потребность 1.5-2 т в год. В РФ в таком масштабе не производится. Разработана пожаробезопасная технология. Патент РФ № 2304488.

- Порошки тантала конденсаторные с удельным зарядом на уровне 100000 мкКл/г и выше. Используются для производства высокочастотных танталовых конденсаторов спецназначения. Импортозамещающий продукт. Ориентировочная сегодняшняя потребность 500-1000 кг в год. Лабораторные партии магнетермических и кальциетермических порошков с удельным зарядом 90000-150000 мкКл/г тестируются на предприятиях отрасли. Оригинальность технологии подтверждена патентом РФ № 2649099.

- Предложения по использованию сфенового (титансодержащего) концентрата.

1. Очищенный от примесных минералов сфен совместно с нефелином используется в производстве сварочных электродов (опытно-промышленные испытания в Санкт-Петербурге, «Прометей» и Северодвинске Архангельской обл.)

2. Прошла стадию опытно-промышленной проверки технология получения из сфенового концентрата модифицированного атмосферостойкого пигмента (методом ультраизмельчения).

3. Оптимизированы применительно к рекомендуемому оборудованию параметры технологической схемы титанового сорбента композиционного состава, содержащего титанофосфат и аморфный кремнезем. Обширные испытания этого сорбента на промышленных объектах очистки стоков от радионуклидов, в частности в фирме «Атомфлот», показали перспективность его использования взамен ионообменным смолам.

Интерес к данному сорбенту проявляет горно-перерабатывающий концерн Boliden (Швеция).

4. Получен новый сорбент (по структуре) в виде сферогранулированного гидроксида титана. При его испытаниях показано, что он весьма эффективен при очистке стоков от тяжелых цветных металлов с валентностью 2 и 3 – Co, Ni, Cd, Cr.

5. *Из титанового соединения (дубитель) получены новые функциональные материалы на титаносиликатной основе.* Благодаря каркасному строению и специфике структурных связей они характеризуются повышенной термо-радиационной стойкостью, обладают высокими, сорбционными (в широкой области изменения pH объектов очистки), а также обладают восстановительными и фотокаталитическими свойствами. Особо следует отметить то, что в связи с серьезной экологической проблемой в регионе и в целом по России, связанной с необходимостью очистки от радионуклидов ЖРО гражданского и военного происхождения, главным образом от ^{90}Sr и ^{137}Cs , актуальность получения каркасных щелочных титаносиликатов очевидна.

6. По заказу ОАО «Композит» разработана технология получения из СТА новая марка диоксида титана для специальных термо-атмосферостойких герметиков и клеев, а также диоксид титана для защитных покрытий, обладающих помимо стойкости к атмосферным воздействиям, дополнительно антиобледенительными и радиационностойкими свойствами.

Практически все перечисленные материалы дефицитны на российском рынке и их спрос удовлетворяется импортом далеко не полностью, поскольку их поставка требует значительных затрат. *Целесообразность создания установки по переработке сфена очевидна. Её функционирование позволит получать достаточно дорогие и реализуемые на рынке продукты, а также проводить испытания по получению новых видов импортозамещающей продукции, необходимой для развития передовых отраслей промышленности. В настоящее время установка законсервирована по причине недоработки вопроса стабильного сбыта получаемой продукции.*

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН (ИХТТМ СО РАН)

Планируется создание *Инжинирингового центра порошковых технологий* для решения проблем трансфера и освоения гибких технологий получения порошковых материалов в промышленном производстве, в том числе на базе аддитивных технологий

Основные направления создания новых технологий и продукции:

1. Аддитивные технологии:

- производство керамических, металлических и композитных порошков для технологий послойного лазерного спекания/сплавления и струйной 3D печати

2. Материалы для Министерства обороны

- тяжелые псевдосплавы для артиллерии и радиационной защиты;

- тугоплавкие карбиды для защитных покрытий.

Для этого необходимо обновление материально-технической базы (технологическое, аналитическое оборудование).

Институт проблем химико-энергетических технологий (ИПХЭТ СО РАН):

Технология получения и создание производства наноксида меди методом сольватотермии производительностью 1 кг/год

Приложение 3
Разработки в области создания особочистых материалов

Разработки Институтов РАН в области создания особо чистых материалов, относящихся к сегменту «особо чистые вещества и материалы на их основе для электроники, оптоэлектроники и фотоники»

Перечень разработок Института химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН

Разработки реализованы как укрупнено лабораторные технологии и используются для выпуска малых партий высокочистых веществ по заказу заинтересованных организаций.

Перечень материалов:

- высокочистые халькогены (сера, селен, теллур), мышьяк;
- высокочистые халькогениды - сульфиды, селениды, теллуриды мышьяка, германия, сурьмы, галлия, индия;
- высокочистые халькогенидные стекла и одномодовые световоды на их основе;
- особо чистые халькогенидные стекла, легированные ионами редкоземельных элементов, и световоды на их основе, с интенсивной люминесценцией в среднем ИК-диапазоне;
- оптическая нанокерамика на основе оксидов алюминия, магния и РЗЭ;
- изделия из ZnSe, ZnS и активные лазерные среды для среднего ИК-диапазона (ZnSe:Cr²⁺, ZnSe:Fe²⁺);
- эпитаксиальные структуры кадмий-ртуть-теллур;
- высокочистые кварцевые световоды с определенными функциональными свойствами, в том числе радиационно-стойкие, для создания волоконных лазеров и усилителей;
- моноизотопные кремний, германий и их соединения с высокой изотопной и химической чистотой;
- высокочистые теллуридные стекла, легированные ионами РЗЭ (туллий, гольмий, эрбий, диспрозий), и световоды на их основе.

Из представленного перечня разработок ускоренной реализации заслуживает технология высокочистого изотопнообогащенного силана SiH₄ с низким содержанием примеси ²⁹SiH₄. Из ²⁸SiH₄, изготовленного и охарактеризованного в ИХВВ РАН в университете Гренобля изготовлена подложка диаметром 30 мм с эпитаксиальным слоем кремния-28. Согласно пресс-релизу Комиссариата по атомной и альтернативным видам энергии Франции, изготовление этого устройства рассматривается как крупный шаг в создании элементной базы квантового компьютера. Возможен большой спрос на моноизотопный ²⁸SiH₄, единственным поставщиком которого пока является Россия. Целесообразно принять срочные шаги к выпуску этого проду