

ISSN 1024-6215

РОССИЙСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

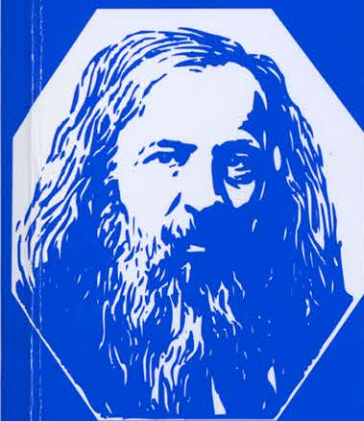
ЖУРНАЛ РОССИЙСКОГО
ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ТОМ
LX

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ,
МАТЕРИАЛЫ
И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
УСЛОВИЙ

Выпуск 1

3
2016



ПУТЬ ДЛИННОЮ В 20 ЛЕТ. МЦАИ РАН СЕГОДНЯ – ЭТО ПЕРЕХОД НА НОВЫЙ КАЧЕСТВЕННЫЙ УРОВЕНЬ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

25 октября 2016 года Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук (далее – МЦАИ РАН) отмечает свой 20-летний юбилей.

МЦАИ РАН был создан специальным Постановлением Президиума Российской академии наук и в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 539 от 17 июля 2001 года включен в перечень учреждений, действующих в системе РАН. В соответствии с постановлением Президиума Российской академии наук № 274 от 18.12.07 г. МЦАИ РАН переименован в Учреждение Российской академии наук Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук, а в соответствии с постановлением Президиума Российской академии наук № 262 от 13.12.11 г. – в Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Межведомственный центр аналитических исследований в области физики, химии и биологии при Президиуме Российской академии наук.

В результате реформы Российской академии наук с 2014 года в соответствии с распоряжением Правительства РФ № 2591-р от 30.12.2013 г. МЦАИ РАН является учреждением Федерального агентства научных организаций.

Неразрывная связь с Российской академией наук была подкреплена постановлением Президиума РАН № 173 от 23.12.2014 г., по которому научно-методическое руководство Центром осуществляет Президиум Российской академии наук.

За 20 лет МЦАИ РАН прошёл все этапы становления как научной организации и сейчас занимает одну из лидирующих позиций по уровню проводимых фундаментальных и поисковых научных исследований и их практическому использованию.

МЦАИ РАН ориентирован на выполнение междисциплинарных и межотраслевых исследований полного цикла – от фундаментальных исследований до разработки технологий, необходимых для обеспечения научно-технологического развития Российской Федерации, имеет большой положительный опыт выполнения межвидовых иссле-

дований и по разработке предложений в проекты государственных, федеральных, межведомственных и комплексных целевых программ и аналитических материалов по проблемам национальной безопасности и обороны страны, по разработке инновационных продуктов и технологий для реального сектора экономики.

Сотрудники МЦАИ РАН гордятся историей своего Центра, большим опытом работы по многим актуальным научно-техническим направлениям и полученными результатами работы, но, главное, своим коллективом, который и является самым ценным капиталом Центра.

Кадровый состав и потенциал МЦАИ РАН позволяет решать самые сложные научные задачи. Среди сотрудников Центра много высококвалифицированных научных сотрудников, в том числе: академик РАН (Мясоедов Б.Ф.), 7 докторов наук (Прудников Н.В., Сигейкин Г.И., Паршиков Ю.Г., Саморядов А.В., Мясоедова Г.В., Степанов В.А., Мельников А.А., Макоско А.А.) и 15 кандидатов наук.

В Центре имеются высокопрофессиональные химики-синтетики, физики-материаловеды и оптики, обладающие опытом работы в промышленности и НИИ МО, которые хорошо знают новейшие достижения в своих областях в мире, а также результаты ведущих научных школ России. Ими синтезировано около тысячи новых химических соединений и образцов материалов, отдельные из которых были использованы в образцах техники, принятых на снабжение МО РФ. Особо широкое развитие получили работы, связанные с синтезом формазанов.

Для проведения ряда научных исследований МЦАИ РАН привлекает ведущих ученых и специалистов других научных организаций и предприятий и может использовать их научный потенциал и лабораторно-экспериментальную базу. В настоящее время наш Центр сотрудничает с 15 институтами РАН, 4 вузами страны и 10 промышленными

предприятиями. Мы выражаем большую благодарность и признательность за это руководство и сотрудникам этих организаций и предприятий.

Одной из наиболее плодотворных форм такого сотрудничества стало создание Центром совместных научно-исследовательских лабораторий. Так, в 1999 году была организована совместно с ЦНИИТОЧМАШ научно-исследовательская лаборатория по проблемам новых полимерных материалов. В 2000 году совместно с Институтом углерода ОАО НПО «Комполит» и Уральской государственной лесотехнической академией (ныне – Уральский государственный лесотехнический университет), созданы научно-исследовательские лаборатории по проблемам композиционных материалов и синтеза органических соединений. В 2006 году совместно с Институтом физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН (ИФХЭ РАН) сформирована научно-исследовательская лаборатория по проблемам аналитической химии. В 2008 году с Обнинским государственным техническим университетом атомной энергетики создана лаборатория специального материаловедения, в 2010 году – с Московским энергетическим институтом (Техническим университетом) создана лаборатория оптико-электронных приборов.

Позднее был создан ряд лабораторий совместно с предприятиями промышленности, что позволило обеспечить отработку научных идей, а в некоторых случаях и новых материалов, и проверку их реализуемости в условиях промышленного производства. Так, в 2014 году с ОАО «ВНИИР-Прогресс» (г. Чебоксары) и Чебоксарским государственным университетом им. И.Н. Ульянова создана лаборатория по проблемам электротехнического материаловедения, с ООО НПП «ПОЛИ-ПЛАСТИК» по проблемам полимерного материаловедения, в 2015 году – с ООО «Альцел» (г. Казань) по проблемам комплексной переработки природных полимеров.

Такая форма организации научной деятельности позволила увеличить возможности МЦАИ РАН и выполнить ряд сложных комплексных работ. Практика создания совместных лабораторий Центра с научно-производственными организациями будет продолжена и в дальнейшем.

Главное предназначение МЦАИ РАН сегодня – проведение приоритетных фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области физики, химии и биологии в рамках Государственного задания и выполнение научно-исследовательских работ по разработке новой техники, технологий и материалов, в том числе в интересах повышения обороноспособности и безопасности страны.

С самого начала образования МЦАИ РАН активно включился в исследования по самому широкому спектру научных направлений. Среди них: разработка методов синтеза органических и неорганических соединений с заданными физико-химическими свойствами; разработка высокочувствительных и избирательных методов обнаружения следовых количеств веществ в различных объектах и создание на их основе новых аналитических приборов; разработка интеллектуальных композиционных материалов и методов, управление их эксплуатационными характеристиками; исследование процессов и создание систем регистрации информации, основанных на различных принципах; поиск новых технических решений в создании автономных источников энергии с высокими удельными и эксплуатационными характеристиками; исследование экологических проблем безопасности различных объектов; комплексные исследования по созданию высокоэнергетических материалов и перспективных технологий.

В процессе своего развития МЦАИ РАН существенно расширил объем научных исследований, в том числе и по новым научным направлениям, таким как оптико-электронная спектроскопия и создание химических и биологических сенсоров, взаимодействие излучения направленной энергии с материалами и веществами, математическое моделирование метеорологических и климатических процессов, элементы технологий двойного назначения и др.

В настоящее время МЦАИ РАН принимает активное участие в Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы, проектах Программ фундаментальных исследований Президиума РАН, Федеральных целевых программах и Государственной программе вооружений. Значительная часть исследований в Центре проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Фундаментальные научные исследования в рамках Государственного задания МЦАИ РАН проводит по шести направлениям Плана фундаментальных научных исследований РАН на 2013–2020 годы:

- 1) теоретическая информатика и дискретная математика;
- 2) физическое материаловедение, новые материалы и структуры;
- 3) нанотехнологии, нанобиотехнологии, наносистемы, наноматериалы, нанодиагностика, нанoeлектроника и нанofотоника;
- 4) фундаментальные основы химии;
- 5) научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями;

б) фундаментальные исследования в области химии и материаловедения в интересах обороны и безопасности страны.

МЦАИ РАН также выполняет проекты в следующих программах Президиума РАН:

- фундаментальные основы технологий двойного назначения в интересах национальной безопасности;
- поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации;
- природные катастрофы и адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики;
- разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов.

Большую часть работ наш Центр проводит по специальной тематике, связанной с обороной и безопасностью государства, в том числе в качестве головного исполнителя научно-исследовательских работ в рамках Государственного оборонного заказа. Эти работы проводятся в тесном взаимодействии с Военно-промышленной комиссией при Правительстве РФ, Министерством промышленности и торговли РФ, заказывающими управлениями МО РФ и другими силовыми ведомствами.

МЦАИ РАН в качестве головной организации или соисполнителя совместно с другими научными организациями РАН и промышленности выполнил значительное количество работ фундаментального, поискового, прикладного и прогнозного характера, в том числе:

- 62 научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (в т.ч. 60 – в интересах обороны и безопасности страны). Основные из них: «Обзор», «Эстафета», «Экспедиция», «Прогноз-2030», «Дефект», «Смазчица», «Жрица», «Слюда», «Алгол», «Бадис», «Накал», «Брандон»;
- 3 гранта Федеральных целевых программ;
- 22 гранта Российского фонда фундаментальных исследований;
- 3 гранта Российского гуманитарного научного фонда;
- 5 проектов программ Правительства Москвы;
- 15 проектов программ фундаментальных исследований Президиума РАН.

Ниже приведены основные результаты научных исследований МЦАИ РАН за последнее время.

1. Разработана методология создания новых материалов с эффективными сорбционными, хромогенными и каталитическими свойствами на базе системного подхода к гармонии синтеза и иммобилизации на твердофазные носители органических лигандов класса гетарилформазанов и гидразонов, а также металлокомплексов на их основе.

Полученные при этом результаты могут быть использованы: для обнаружения и определения низких концентраций элементов в водных объектах окружающей среды и технологических растворах; для каталитического обезвреживания очистки промышленных сточных вод и рекуперации газовых выбросов в технологических процессах; в гомогенных и гетерогенных каталитических процессах предприятий основного органического синтеза.

При проведении этой работы МЦАИ РАН активно сотрудничал с сотрудниками формазановой уральской школы, основателем которой была замечательный химик и удивительный человек профессор, доктор химических наук Беднягина Наталья Павловна.

2. Созданы новые методы направленного синтеза веществ с необходимыми свойствами. Синтезировано и передано Заказчику по актам на испытания около 800 новых соединений, в основном гетарилформазаны и металлокомплексы на их основе, обладающие ценными свойствами (люминофоры, фотохромы, термохромы, катализаторы, аналитические реагенты и др.). Синтезированные соединения нашли применение в принятых на снабжение образцах новой техники.

3. Разработаны высокочувствительные и избирательные методы обнаружения следовых количеств веществ в различных объектах:

- идентификация высокотоксичных соединений группы О-алкил алкил-фторфосфонатов на основе моделирования их ИК-спектрометрических характеристик: разработан фрагментарный способ расчета колебательных спектров соединений, показана возможность расчетного предсказания колебательных спектров фосфорорганических высокотоксичных соединений с точностью, необходимой для спектральной идентификации, сокращение времени моделирования ИК-спектров для многоатомных О-алкил алкил-фторфосфонатов реализовано выделением двух узловых фрагментов: О-алкильного и алкилфторфосфонатного;

- идентификация высокотоксичных соединений группы О-алкил алкил-фторфосфонатов на основе моделирования их масс-спектральных и хроматографических характеристик;

- идентификация высокотоксичных соединений группы О-алкил алкил-фторфосфонатов на основе моделирования их масс-спектральных и хроматографических характеристик;

- идентификация высокотоксичных соединений группы О-алкил алкил-фторфосфонатов на основе моделирования их масс-спектральных и хроматографических характеристик;

- определение хромогенных свойств формазанов, иммобилизованных на волокнистом материале.

Сформулированы предложения по созданию высокочувствительных сенсоров на основе МДП-структур (металл-диэлектрик-полупроводник), обеспечивающих контроль наличия опасных концентраций токсичных и взрывчатых веществ на особо важных объектах.

4. Созданы материалы с требуемыми свойствами для деталей малой ракетной техники, специального оружия и спецтехники.

Показано, что применение стеклонаполненного полиамида с высокой усталостной выносливостью позволит создать качественно новые и модернизировать существующие образцы ВВСТ, повысить их эксплуатационную устойчивость и надежность.

С применением разработанных конструктивных термоэластопластов реализованы новые технические решения по изделиям ВВСТ с улучшенными на 10-20 % габаритно-массовыми характеристиками, технико-экономическими показателями при их производстве и с увеличенным сроком службы на 30-50 %.

5. Обоснованы направления создания оптических функциональных многослойных структур на основе наноструктурированных композиционных материалов для нейросетевой обработки информации.

Разрабатываемые материалы и методы использованы при создании интеллектуальных самообучающихся систем адаптивного управления динамическими объектами (автономно действующими роботами, технологическим оборудованием и процессами, беспилотными аппаратами и др.), систем поддержки принятия решений в условиях предельных режимов управления и т.п.

Предложены научные основы создания новых фотоуправляемых элементов для нейронных систем обработки информации на основе бактериородопсина, изменяющего спектральные свойства в зависимости от величины рН-фотохромных превращений диарилэтанов и обеспечивающего управление диффузией ионов водорода через мембрану, а также новых твердофазных фотохромных оптических элементов, обратимо изменяющих одновременно абсорбционные, флуоресцентные и электрические свойства

Многослойные структуры, включающие слои на основе бактериородопсина, могут быть использованы для создания устройств обработки информации на основе нейросетевых технологий: систем

технического зрения, устройств распознавания речевых команд, акустических и других сигналов, а также в системах управления технологическими процессами. Перспективны новые применения указанных технологий в микроробототехнике интеллектуализации систем связи для предварительного анализа и сжатия информации, защите информационных сетей и коммуникаций посредством нейросетевой обработки входного и выходного сигналов.

Исследованы функциональные свойства синтезированных фотохромов из класса фульгимидов и диарилэтанов и выбраны соединения для практического использования. С применением одного из диарилэтанов изготовлены образцы функциональных фотохромных материалов. На основе созданных материалов разработаны и испытаны с положительным результатом два оптических устройства.

6. Созданы перспективные системы и средства по повышению скрытности РЛС различного назначения и базирования во всех диапазонах оптического спектра и радиоволн в боевых условиях.

7. Исследованы способы снижения заметности наземных подвижных объектов ВВСТ и разработаны предложения по комплексной защите от пассивных оптических и активных оптических и радиолокационных средств разведки и наведения ВТО, синтезированы новые материалы, подтверждающие возможность создания адаптивных систем, в реальном масштабе времени изменяющих свои оптические характеристики с учетом подстилающей поверхности.

8. Исследованы процессы и разработаны предложения по созданию систем регистрации информации, основанные на различных принципах.

9. Предложены новые технические решения по созданию автономных источников энергии с повышенной эффективностью:

- тепловые химические источники тока на основе высокотемпературных литиевых электрохимических систем (ТХИТ);
- источники тока прямого преобразования химической энергии пиротехнических составов в электрическую в режиме горения (ПИТ);
- источники тока прямого преобразования ядерной энергии в электрическую на вторичных электронах. Большой вклад в данную работу внес профессор, доктор технических наук Ануфриенко Виктор Борисович,

безвременно ушедший от нас в 2008 году;

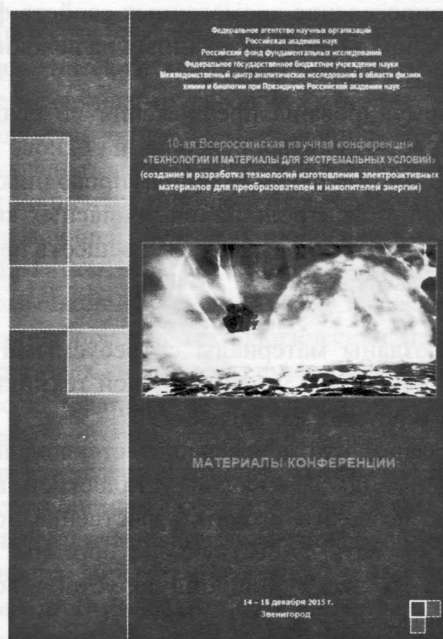
- твердофазные источники тока.

Востребованность научных разработок МЦАИ РАН подтверждается стабильным ростом дополнительного финансирования (за счет выигрыша конкурсов и заключения контрактов (договоров) на выполнение НИР). Так в 2014 году объем дополнительного финансирования Центра почти в 10 раз превысил объем бюджетного финансирования Центра на выполнение Государственного задания, а в 2015 – почти в 5 раз и в 2016 – почти в 8 раз.

МЦАИ РАН регулярно организует и проводит всероссийские научные конференции, на которых рассматриваются вопросы, связанные с текущим состоянием и перспективами развития новейших технологий и материалов для экстремальных условий эксплуатации и применения различной техники. В 2015 году в г. Звенигороде Московской области прошла уже десятая Всероссийская конференция по данной тематике. В работе конференций принимали и принимают участие ведущие ученые и специалисты различных научных организаций и предприятий промышленности (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирский Государственный Университет, Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского, Обнинский институт атомной энергетики, ОАО «Эликонд», Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Тамбовский государственный технический университет, Научно-исследовательский институт пластических масс им. Г.С. Петрова, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, ЗАО «Электроисточник», Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники, Центр фотохимии РАН, ОАО ЦНИТИ «Техномаш», Институт металлургии УрО РАН, ОАО НИИ «Гириконд» и др.).

В этом году планируется провести 11-ю Всероссийскую научную конференцию, посвященную 20-му юбилею МЦАИ РАН, на которой будут обсуждены результаты исследований Центра, полученные по всем основным научным направлениям, и намечены пути их реализации.

Для ознакомления научной общественности с новыми разработками и техническими решениями МЦАИ РАН подготовлены и изданы специальные выпуски Российского химического журнала: «Современные проблемы аналитической химии»



(т. 46, № 4, 2002 г.), «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии» (т. 9, № 2, 2005 г.), «Новые технологии, материалы и источники энергии для работы в экстремальных условиях» (т. 50, № 5, 2006 г.). В 2006 году под редакцией д.х.н. Сигейкина Г.И. издана при поддержке РФФИ монография «Прогресс в химии формазанов: синтез – свойства – применение», в которой рассмотрены стереохимия и таутомерия формазанов, синтез новых групп формазанов и их металлокомплексов.

Сотрудниками МЦАИ РАН в 2001–2016 гг. опубликовано более 30 статей в российских научных журналах, таких как «Журнал общей химии», «Успехи химии», «Известия академии наук. Сер. химия», «Российский химический журнал», «Сорбционные и химические процессы», «Журнал структурной химии», «Журнал прикладной химии», «Журнал прикладной и научной фотографии», «Коллоидный журнал», «Высокомолекулярные соединения», «Пластические массы», «Каучук и резина», «Химические волокна», «Оборонная техника» и др.

За последние пять лет сотрудники Центра представили 16 научных докладов на 10 международных и российских научных симпозиумах и конференциях.

В настоящее время формируется стратегия дальнейшего развития МЦАИ РАН на ближайшую и среднесрочную перспективу. Кроме укрепления и развития традиционных научных направлений, планируется задействовать потенциал Центра и для решения других актуальных научных задач:

1. Импортозамещение химических соединений.

Совместно с Институтом органического синтеза им. И.Я. Постовского и Институтом химии Коми НЦ УрО РАН предложены пути решения импортозамещения отдельных химических соединений, при этом отдельные вещества могут быть наработаны в течение года. Например, бензойная кислота, изофталойлхлорид, терефталойлхлорид могут быть наработаны из отечественного сырья в короткие сроки в количествах от 10 до 50 кг на площадке ИОС УрО РАН. Отработка технологии производства этих соединений уже начата.

Решить проблему импортозамещения химических веществ в целом возможно при объединении усилий отраслевых, вузовских и академических организаций. МЦАИ РАН имеет возможность, необходимый опыт и готов провести организационную и аналитическую работу по этому вопросу.

2. Разработка высокотехнологичных экологически безопасных процессов.

Наличие в МЦАИ РАН высококлассных специалистов по разделению и концентрированию химических элементов (совместная лаборатория с Институтом физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН) позволяет решать задачи по извлечению тяжелых металлов из сбросных растворов. В частности, в новом технологическом процессе изготовления высокотемпературных гальванических элементов для ПИТ (НИОКР «Блок» – НИИПХ) необходимо удалить из сточных вод шестивалентный хром, являющийся экологически вредным продуктом. Такой процесс в настоящее время находится в стадии разработки.

3. Полимерные материалы для ВВСТ.

В настоящее время проводятся исследования по созданию композиционных термопластичных полимерных материалов нового поколения, которые обеспечивают работоспособность деталей и узлов:

- воспринимающих при эксплуатации ударно-циклические нагрузки, в т.ч. с улучшенными тактильными свойствами (детали

автоматического оружия, кулачки, шестерни и другие узлы приборо- и машиностроительной техники);

- конструкционного и электротехнического назначения, подверженных воздействию высоких температур, длительного до 200-220 °С и кратковременно – до 260 °С (детали практически всех видов ВВСТ);
- эксплуатируемых в условиях Арктической зоны РФ и других экстремальных условиях.

МЦАИ РАН выражает свою готовность к сотрудничеству с разработчиками и производителями вооружения сухопутных войск, а именно: КБП им. академика А.Г. Шипунова (г. Тула), КБМ (г. Коломна), Концерн Калашников (г. Ижевск), ЦНИИ-ТОЧМАШ (г. Климовск), Завод имени В.А. Дегтярева (г. Ковров), Швабе-Фотосистемы (г. Москва), КБточмаш им. А.Э. Нудельмана и др. по доработке материалов под конкретные требования и их применению в создаваемых и модернизируемых образцах новой техники.

4. Проведение экспертной оценки инвестиционных проектов, связанных с разработкой и внедрением промышленных (базовых или критических) технологий.

Специалисты МЦАИ РАН имеют опыт и возможности проведения экспертных оценок инвестиционных проектов с использованием методов финансовой математики в инвестиционном анализе, комбинированного метода с применением количественных (финансовых, статистических, математических) и качественных (социальных, экологических, имиджевых) показателей, а также на основе анализа проектных рисков (инвестиционного, спроса, неиспользованных возможностей).

Переход в третье десятилетие своего существования МЦАИ РАН встречает на подъеме творческих сил и имеющихся возможностей. Пожелаем ему дальнейших научных достижений во благо страны, расширения и укрепления научного, производственного и кадрового потенциала, здоровья и успехов его сотрудникам.

*Научный руководитель МЦАИ РАН
академик РАН Б.Ф. Мясоедов*

*Директор МЦАИ РАН
доктор технических наук Ю.Г. Паршиков*