

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской
академии наук**

(ИХТТМ СО РАН)

**Отчет по основной референтной группе 7 Неорганическая химия, химия твердого
тела, материаловедение**

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

- 1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания
Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности науч-
ных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструк-
торские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016
г. № ДЛ-2/14пр**

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

- 2. Информация о структурных подразделениях научной организации**

Лаборатория электрохимии гетерогенных систем.

Исследование адсорбционных слоев на твердых электродах и их влияния на кинетику электродных процессов. Изучение электрохимических процессов внутри проточных объемно-пористых электродов и их взаимосвязи с эффективностью работы пористых электродов. Разработка функциональных металлических и металлсодержащих покрытий на поверхности полимерных и углеродных волокон и их применение в качестве пористых электродов, суперконденсаторов, электромагнитных экранов и бактерицидных фильтров.

Лаборатория интеркаляционных и механохимических реакций.

Разработка научных основ механохимического и интеркаляционного синтеза сложных оксидов (алюминатов, ниобатов, феррониобатов, ферротанталатов), фосфатов (в том числе модифицированных гидроксиапатитов), силикатов и функциональных материалов на их основе. Разработка научных основ механохимических технологий утилизации техногенных отходов, образованных при переработке руд цветных, редких и редкоземельных металлов, в том числе руд АЗ РФ.



057567

Лаборатория неравновесных твердофазных систем.

Исследование механизма ионного переноса в твердофазных, в том числе наноразмерных, системах и разработка твердотельных электрохимических устройств.

Лаборатория химии твердого тела.

Регулирование реакционной способности биополимеров и биологически активных соединений в составе твердого биовозобновляемого сырья и исследование механизмов твердофазных механохимических реакций. Переработка возобновляемого сырья с получением растворимых, биологически активных препаратов для пищевой промышленности, профилактической медицины, животноводства и растениеводства.

Лаборатория химического материаловедения.

Разработка и изучение свойств новых функциональных материалов, наноструктурированных покрытий и композитов различного назначения.

Лаборатория методов синхротронного излучения.

Развитие высокоскоростных методов диагностики на пучках синхротронного излучения для фундаментальных исследований поведения вещества при ударных воздействиях и экстремально высоких температурах с целью получения уникальных материалов.

Группа синтеза порошковых материалов.

Разработка фундаментальных основ экстракционно-полиольной технологии получения нано-композиционных электропроводящих материалов. Синтез электропроводящих материалов на основе наночастиц металлов. Создание инновационных лекарственных средств на основе соединений висмута для лечения и профилактики социально-значимых заболеваний.

Группа материалов для литий-ионных аккумуляторов.

Разработка механохимически стимулированного синтеза наноструктурированных катодных и анодных материалов для литиевых, натриевых и гибридных натрий-литиевых аккумуляторов. Дизайн новых композиционных электродных материалов с улучшенными электрохимическими свойствами.

Группа механохимии органических соединений.

Разработка механохимических процессов синтеза супрамолекулярных систем (межмолекулярных комплексов, везикул, наночастиц) лекарственных веществ с природными и синтетическими веществами. Практическое приложение полученных результатов в области фармации, ветеринарии, пищевой промышленности и разработки средств защиты растений.

Группа реакционной способности твердых веществ.

Исследование структуры и свойств вещества в условиях внешних воздействий, в том числе, в экстремальных условиях высоких давлений и низких температур.

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Институт имеет научное оборудование, необходимое для синтеза твердофазных веществ и материалов; исследования их структуры и свойств; проведения всего цикла исследований



«состав – структура – свойство – технология»: приборы для химического анализа, рентгеновские дифрактометры, хроматографы, ИК- и КР-спектрометры, приборы для термического анализа, оптические и электронные микроскопы, оборудование для измерения электрофизических и механических свойств материалов, механохимическое оборудование, высокотемпературные печи и др.

Перечень дорогостоящего высокотехнологичного оборудования:

- Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7500A (США).
 - Сканирующие электронные микроскопы Hitachi S3400N и Hitachi TM 1000 (Япония).
 - Атомно-абсорбционный спектрофотометр Varian AA-280 FS (Agilent Technologies).
 - ИК - Фурье спектрометр EXCALIBUR 3100, Varian.
 - ИК - Фурье спектрометр INFRALUM FT801, ЛЮМЕКС (Россия).
 - Дифрактометр D8 ADVANCE.
 - Дифрактометр D8 Discover с GADDS, Bruker.
 - Дифрактометр монокристалльный четырехкружный Stoe STADI-4 (Германия).
 - Термоаналитический комплекс: термоанализатор синхронный STA 449 F/1/1 JUPITER, Netzsch (Германия); дилатометр DIL402 C/7/1, Netzsch (Германия); масс-спектрометр QMS403 CF AEOLOS, Netzsch (Германия).
 - Калориметры DSC-200 F3 MAIA и DSC-550 SSL.
 - Хроматографы жидкостные AGILENT 1200 (США), Милихром (Россия), газовый КРИСТАЛЛ 2000 (Россия).
 - Система для прецизионных измерений электрических свойств на постоянном токе ИПУ-1, ООО "ЦИТ" (Россия).
 - Микроскоп инфракрасный широкодиапазонный МИКРАН (MICRAN), ЛЮМЕКС (Россия).
 - Мессбауэровский спектрометр NP 255/610 (Венгрия).
 - Газоанализатор с масс-спектрометрическим детектором QMS 200 SRS (США).
 - Прибор для измерения размера частиц МИКРОСАЙЗЕР 201А (Россия).
 - Прибор для измерения удельной поверхности «ТермоСорб» TPD 1200 (Россия).
 - Установка автоматизированная для горячего прессования твердофазных материалов в области температур до 2000 оС и давлений до 200 МПа AIP6-30H (США).
 - Система для испытания моноволокон и микрообразцов INSTRON 5944 (США).
 - Механохимическое оборудование: мельницы АГО-2, АГО-2С (ЗАО «Новиц», Россия), ASL 2 («Активатор», Россия), SPEX-8000 (CertiPrep Inc., США), криомельница вибрационная (Retsch, Германия), дезинтегратор DESI 11 (Desintegraator Tootmise OÜ, Эстония).
- Уникальные научные установки:
- Экспериментальная станция синхротронного излучения накопителя ВЭПП-3: «Взрыв» – субмикросекундная диагностика. (Лаборатория методов синхротронного излучения).

Уникальный прибор, не имеющий аналогов в мире. Разработан совместно с ИЯФ СО РАН и ИГиЛ СО РАН. Расположен на территории ИЯФ СО РАН. Предназначен для ис-



следования быстропротекающих процессов, в том числе химических реакций, инициированных ударными волнами и детонацией. На станции реализованы методы: 1) *in situ* малоуглового рентгеновского рассеяния с экспозицией 1 нс и интервалом между кадрами 125 нс; 2) метод скоростной микротомографии для исследования осесимметричных, быстроизменяющихся объектов (детонация цилиндрических зарядов, разлет продуктов реакции). На станции можно проводить эксперименты с высокоэнергетическими материалами с массой тротилового эквивалента 15 г.

- Экспериментальная станция синхротронного излучения накопителя ВЭПП-3: Дифракционное "кино" (дифрактометрия с временным разрешением) и малоугловое рассеяние. (Лаборатория методов синхротронного излучения).

Уникальный прибор (в мире существует только 4 аналогичные установки). Расположен на территории ИЯФ СО РАН. Предназначен для исследования *in situ* химических реакций с миллисекундным временным разрешением в контролируемой газовой атмосфере. На станции реализованы методы: 1) *in situ* малоуглового рентгеновского рассеяния с экспозицией 1 мкс; 2) метод скоростной порошковой дифракции; 3) дифракция в режиме скользящего падения; 4) метод аномального рассеяния; 5) метод монокристалльной дифракции.

- Экспериментальная станция синхротронного излучения накопителя ВЭПП-3 «Дифрактометрия в жестком рентгеновском излучении». (Лаборатория методов синхротронного излучения).

Уникальный прибор (в мире существует только несколько аналогичных установок). Расположен на территории ИЯФ СО РАН. Предназначен для исследования *in situ* химических реакций при высоких давлениях (до 300 кбар), высоких температурах. На станции реализованы методы: 1) *in situ* дифрактометрия расплавов металлов и оксидов; 2) метод порошковой дифракции электрохимических реакций, в том числе в литиевых батареях; 3) метод монокристалльной дифракции.

- Система для прецизионных измерений электрических свойств на постоянном токе ИПУ-1. (ООО "ЦИТ", Россия). (Лаборатория неравновесных твердофазных систем).

Уникальный прибор, позволяющий проводить комплексное исследование электрохимических свойств твердых и жидких веществ методами вольтамперометрии, кондуктометрического титрования, а также измерение электропроводности четырёхэлектродным методом. Измерения могут проводиться как в потенциостатическом, так и в гальваностатическом режиме.

- Изостатический комплекс для создания наноструктурных материалов. (Лаборатория химического материаловедения).

Комплекс позволяет получать высокоплотные керамические и металлические материалы в условиях одновременного приложения высоких температур и давлений в различных атмосферах. В результате синергетического воздействия на спекаемый материал удастся осуществить экстремальное уплотнение материала без сопровождающего его обычно



роста зерен. Образующиеся наноструктурные керамики и композиты обладают улучшенными функциональными характеристиками.

- Камера с алмазными наковальнями для исследования вещества при давлениях до 10 ГПа. (Группа реакционной способности твердых веществ).

Оборудование является уникальным для России.

Центры коллективного пользования:

- С использованием уникальных установок, созданных сотрудниками Лаборатории методов синхротронного излучения Института и функционирующих при их непосредственном участии, проводятся исследования в Центре коллективного пользования "Сибирский центр синхротронного и терагерцового излучения" (г. Новосибирск). (<http://ckprf.ru/ckpr/3065/>)

- Дорогостоящие приборы Института (атомно-абсорбционный спектрофотометр Varian AA-280 FS, масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7500A) используются другими организациями в рамках Химического сервисного центра коллективного пользования СО РАН (г. Новосибирск). (<http://ckprf.ru/ckpr/73996/>)

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

Информация не предоставлена

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

В период 2013-2015 гг. Институт являлся участником инновационных территориальных кластеров Новосибирской области:

- «Современные керамические материалы и нанотехнологии» (координатор - некоммерческое партнерство «Сибирская керамика», головное предприятие – ХК «НЭВЗ-Союз»);

- «Автономные источники энергии» (координатор - ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»).

В рамках кластера «Современные керамические материалы и нанотехнологии» приоритетными направлениями кооперации участников кластера в сфере исследований и



разработок являются: создание технологии получения высокочистых нанопорошков и наноструктурированных керамических материалов оксидов и нитридов алюминия и циркония с улучшенными функциональными характеристиками; разработка и внедрение технологии механохимического синтеза изоморфных разновидностей апатита в качестве функциональных материалов медицинского и технического назначения; разработка и внедрение технологий механохимического синтеза сложных оксидных соединений и функциональных материалов на их основе.

Инновационный территориальный кластер «Автономные источники энергии» создан как сообщество организаций, осуществляющих свою деятельность в Новосибирской области, для координации усилий по разработке и коммерциализации новых продуктов в сфере литий-ионных аккумуляторов и систем управления энергообеспечением. Ключевые организации-участники Кластера - производственные компании: ООО «Катодные материалы», ОАО «НЗХК» (ТК ОАО «ТВЭЛ»), ЗАО НПП «ЭПОС», ООО «ЛИОТЕХ», ООО ПК «ЭлектроКонцепт», ООО «НЗХК-Энергия»; исследовательские центры: ИХТТМ СО РАН, ИНХ СО РАН, ООО «Сигма.Инновации»; образовательные учреждения: НГУ, НГТУ.

Институт принял участие в разработке «Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области до 2025 года» (<http://www.nso.ru/page/15755>) в качестве исполнителя двух «флагманских» проектов:

1) Проект «Кластер микро-, нано- и биоэлектроники».

Предприятия Новосибирской области - участники кластера: ЗАО «Экран-оптические системы», ОАО НПП «Восток», ОАО Новосибирский завод радиодеталей «Оксид».

2) Проект «Металлурго-машиностроительный кластер аддитивных цифровых технологий и производств».

Предприятия Новосибирской области - участники кластера: ООО «ЭПОС-ИНЖИНИРИНГ», филиал ОАО «Компания «Сухой» «НАЗ им. В.П. Чкалова», Бердский электромеханический завод, ЗАО «НПП Электроплазменного оборудования и систем».

Цель кластера – создание в регионе инновационного металлурго-машиностроительного кластера научно-производственных предприятий малотоннажной металлургии, организаций, разрабатывающих наукоемкое технологическое оборудование для аддитивных производств с программно-цифровым управлением, а также предприятий, осуществляющих модернизацию производства с внедрением цифровых аддитивных технологий для изготовления сложной машиностроительной и приборостроительной продукции в соответствии с госзаказом и рыночным спросом, включая рынки импортозамещения и ремонта техники.

При участии Института создана Ассоциация «Сибирский металлурго-машиностроительный кластер аддитивных цифровых технологий и производств. Специализированная организация» (Учредительный договор от 11 сентября 2015 г.).

Кроме участия в территориальных кластерах и флагманских проектах Институт в 2013-2015 гг. выполнил 19 НИР и НИОКР по договорам с предприятиями Новосибирска и Новосибирской области.



8. Стратегическое развитие научной организации

Долгосрочные партнеры ИХТТМ СО РАН из бизнес-структур:

- Холдинговая компания ОАО «НЭВЗ-Союз» (г. Новосибирск).

Соглашение об образовании консорциума между ХК ОАО «НЭВЗ-Союз», ЗАО «Кираса», ИХТТМ СО РАН от 20 апреля 2010 г.

http://ru.nevz.ru/partners/science_association

- ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (г. Новосибирск).

Меморандум о сотрудничестве между ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» и ИХТТМ СО РАН от 19.03.2010.

- ОАО «Новосибирский завод радиодеталей «Оксид» (г. Новосибирск).

Соглашение о научно-техническом сотрудничестве между ОАО «Новосибирский завод радиодеталей «Оксид» и ИХТТМ СО РАН от 27 декабря 2012 г.

- ООО ПО "Сиббиофарм" (Новосибирская область, г. Бердск).

Долгосрочные партнеры ИХТТМ СО РАН - университеты:

- ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский университет».

Соглашение о сотрудничестве от 1 сентября 2014 г. № 26.

Создана совместная лаборатория НГУ – ННЦ (ИХТТМ СО РАН) – Лаборатория реакционной способности твердых веществ (Соглашение от 3 апреля 2014 г. № 27).

Научно-образовательный центр «Молекулярный дизайн и экологически безопасные технологии» создан в 2000 году в рамках совместной программы Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) и Министерства образования РФ «Фундаментальные исследования и высшее образование» при поддержке CRDF, Минобрнауки РФ и Сибирского отделения РАН.

- ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

Договора о сотрудничестве: от 28.01.2013 № 6; от 18.02.2014.

Создан совместный научно-образовательный центр НГТУ и ИХТТМ СО РАН «Химические технологии функциональных материалов» (Приказ ректора ГОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет» от 17 февраля 2009 г. № 163-а).

Создана совместная научно-исследовательская лаборатория «Перспективные наноматериалы и нанотехнологии» («Положение о совместной научно-исследовательской лаборатории» от 27.06.2014, протокол Ученого совета № 5).

- ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ФГБОУ ВО «СибГУТИ») (г. Новосибирск).

Создан научно-образовательный центр «Нанотехнологии и наноматериалы в электронике» в составе ГОУ ВПО «СибГУТИ» и ИХТТМ СО РАН (Приказ ректора ГОУ ВПО «СибГУТИ» от 6 мая 2010 г. № 1/23).

- ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (г. Барнаул).



Создана совместная научно-исследовательская лаборатория двойного подчинения – лаборатория «Высокотемпературного синтеза дисперсных систем» («Положение о научно-исследовательской лаборатории двойного подчинения» от 11 марта 2009 г.)

- ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк).

Договор о стратегическом сотрудничестве от 20 апреля 2015 г. № 623.

Программа развития Института:

Разработана концепция развития на базе ИХТТМ СО РАН специализированного Центра коллективного пользования СО РАН по отработке экспериментальных технологий производства и сертификации порошковых материалов. Реализация концепции планируется в рамках «Металлурго-машиностроительного кластера аддитивных цифровых технологий и производств» Программы реиндустриализации экономики Новосибирской области до 2025 года.

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

Количество зарубежных грантов и контрактов за период 2013-2015 гг. – 23.

Количество международных исследовательских программ и проектов, выполняемых на безвозмездной основе, за период 2013-2015 гг. - 11.

Перечень зарубежных грантов и контрактов за период 2013-2015 гг.:

1. Соглашение (контракт) между Yuchai Machinery Parts Manufacturing Company (КНР) и ИХТТМ СО РАН о научном сотрудничестве по теме: «Поиск параметров измельчения растительного сырья, а также консультации по запуску в КНР (Юлинь, Гуанси) опытной линии измельчения растительного сырья». Срок реализации: 20.08.2013-19.08.2014, 25.03.2015-25.03.2016.

Проведена работа по сравнительному изучению измельчения местного растения *Dioscorea Nipponika* на оборудовании производства ИХТТМ СО РАН и КНР.

2. Совместный интеграционный проект СО РАН - НАН Беларуси (участники: ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Республики Беларусь и ИХТТМ СО РАН)



«Изучение механизмов химических реакций инкапсулированных систем на основе наноструктурированных оксидов, сформированных при механохимическом и радиационно-термическом воздействии, с целью создания материалов с заданными функциональными характеристиками». Срок реализации: 01.02.2012-31.12.2014.

Методами МА, МАСВС и радиационного облучения сформированы инкапсулированные механокомпозиты в металл-оксидных системах. Получены композитные структуры при механохимическом взаимодействии каолинита, пиррофиллита, наноразмерного SiO_2 , флогопита с полимерами. Показано, что введение механоактивированных частиц силикатов с привитым полимерным слоем в качестве модификаторов позволяет достичь более высокой совместимости материалов, что ведет к увеличению значений их физико-механических характеристик.

3. Совместный проект СО РАН и АН Монголии и Министерства образования, культуры и науки Монголии «Производство и испытание бездымных топливных брикетов, полученных из углей Монголии» (участники: Институт химии и химической технологии АН Монголии и ИХТТМ СО РАН). Срок действия: 20.05.2013-20.05.2014.

Проведены исследования состава углей различных месторождений Монголии и продуктов их термоллиза. Разработана технология производства угольных и бездымных полукоксовых топливных брикетов. Совместно со специалистами компаний Монголии создана опытная установка брикетирования.

4. Грант Центра Гельмгольца для реализации проекта в электронно-синхротронном центре DESY (Гамбург, Германия): "In situ investigation of the mechanism of the electrochemical Li insertion/removal in mixed nanostructured cathode materials based on LiFePO_4 ". Срок реализации: январь 2013 г.

5. Грант Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) 04-4-1069-2009/2014 по теме «Исследования наносистем и новых материалов с использованием рассеяния нейтронов» для реализации проектов: 1) № 2012-10-31-19-57-10 "Substitution and size effects on the structure and thermal stability of 5 V spinel cathode materials $\text{LiMn}_{1.5-x}\text{Ni}_{0.5-y}\text{Mx+yO}_{4-z}$ "; 2) № 2013-10-30-15-42-29 "Effect of vanadium modification on the structure and electrochemical performance of olivine cathode materials LiMPO_4 ($\text{M}=\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$)". Срок реализации: апрель, ноябрь 2013 г.; январь, август 2014 г.

6. Грант Европейского центра синхротронных исследований (ESRF) (Гренобль, Франция) на выполнение проекта "Механизм дестабилизации белка, вызванной заморозкой: изучение физических напряжений малоугловым рентгеновским рассеянием и дифракцией". Срок реализации: 10-12 июля 2013 г.

7. Грант Института прикладной экологии АНК (Шеньян, КНР) для чтения курса лекций по механической активации фосфатных руд и подготовки совместной монографии. Срок реализации: 28 октября - 2 ноября 2013 г.



8. Грант Центра тонкой керамики Даляньского государственного транспортного университета (КНР) для чтения лекций и обсуждения планов совместных работ. Срок реализации: 16-24 января 2013 г.

9. Стипендия Оргкомитета Европейской кристаллографической конференции ЕСМ-28 (Великобритания) для участия в конференции. Срок реализации: 25-29 августа 2013.

10. Стипендия компании STOE (Германия) «Сертифицированный сервисный инженер STOE». Срок реализации: 3-11 ноября 2013.

11. Договор (контракт) между Чанчуньским институтом прикладной химии Китайской академии наук (КНР) и ИХТТМ СО РАН на проведение совместных научно-исследовательских и технологических работ по созданию антиобрастающей биоцидной системы защиты корпусов морских судов ниже ватерлинии. Срок реализации: 20.05.2014-30.09.2014.

Проведены совместные научно-исследовательские и технологические работы по созданию антиобрастающей биоцидной системы защиты корпусов морских судов.

12. Соглашение (контракт) между Чжэцзянским технологическим университетом и ИХТТМ СО РАН о совместной разработке механохимической технологии получения пероральной и инъекционной форм пуэрарина. Срок реализации: 28.02.2014-31.12.2015.

Разработана механохимическая технология получения пероральной и инъекционной лекарственных форм пуэрарина, улучшены его растворимость и биодоступность, снижены себестоимость производства и количество вспомогательных веществ. Приобретен опыт работы с фармацевтическими субстанциями – растительными флавоноидами, выделяемыми из растительного сырья, произрастающего в КНР. Изучены возможности применения флавоноидов КНР для создания лекарственных препаратов и БАДов российского производства.

13. Грант Королевского общества Великобритании («Royal Society International Exchanges») No. IE140325 «Самоорганизующиеся молекулярные слои тиолов на чистых поверхностях благородных металлов» (“Molecular self-assembly of thiols on clean base metal surfaces”). Срок реализации: 01.08.2014 – 31.07.2016.

Разработана методика получения и изучены свойства самоорганизующихся слоев тиолов на свежих чистых поверхностях Ni и Co, полученных механическим обновлением поверхности электродов в области потенциалов восстановления соответствующих оксидов. Получены новые экспериментальные результаты по динамике адсорбции и ингибирующим свойствам SAMs октантиола на Ni и Co.

14. Лицензионный договор между Институтом научно-технического сотрудничества города Линь И (КНР) и ИХТТМ СО РАН по теме «Получение смеси карбидов вольфрама и титана методом СВС и подготовка модификатора для обработки чугунов (железоуглеродистых расплавов) при внутриформенном модифицировании». Срок реализации: 29.04.2015-20.04.2016.

Проведены работы по адаптации технологии получения модификаторов и модифицированного чугуна к сырью и шихтовым материалам местного производства.



15. Грант ТОО «КАЗЦИНК» (Республика Казахстан) для проведения лекционных и практических занятий в корпоративном университете ТОО «КАЗЦИНК» по теме «Способы вывода мышьяка из продуктов металлургического производства в формах, пригодных для длительного хранения. Практика зарубежных предприятий в области утилизации». Срок реализации: 15.04.2014-16.04.2014.

16. Грант Европейского центра синхротронных исследований (ESRF) (Гренобль, Франция) SC-3821 «Влияние длины боковой цепи на превращения кристаллических аминокислот в условиях высоких давлений». Срок реализации: 18-21 июля 2014 г.

17. Грант РФФИ № 14-33-50819-мол_нр (конкурс научных проектов, выполняемых молодыми учеными под руководством кандидатов и докторов наук в научных организациях РФ). Участники: ИХТТМ СО РАН, Университет Эдинбурга (Великобритания). Срок реализации: 01.11.2014-02.02.2015.

С целью выявления закономерностей протекания механохимических реакций в фармацевтических смесях проведена серия экспериментов на модельных системах.

18. Российско-Монгольская гидрохимическая экспедиция в рамках международной междисциплинарной экспедиции «Экогеохимия и гидроминеральные ресурсы Центральной Азии (Россия – Монголия – Казахстан)». (Участники: ИХТТМ СО РАН, ИГМ СО РАН, Институт геологии и минеральных ресурсов Академии наук МНР). Срок реализации: 19.07.2013- 12.08.2013.

Проведены экспедиционные работы в Северо-Западной Монголии. Отобраны пробы из 55 гидрохимических источников (озер, рек, ручьев, колодцев), донных осадков, солевых отложений, кернов. На основании анализа состава проб сделаны выводы об экологическом состоянии гидрохимических источников этого региона, уточнены источники накопления урана в этом регионе, выполнен мониторинг эталонных урановых и литиевых озер. Полученные данные использованы для создания базы данных по минерализованным озерам Западной Монголии.

19. Грант РФФИ - ГК МОН Республики Армения № 15-53-05023-Арм_а «Обнаружение и систематическое исследование солей L-цистеина с димерным катионом» (Участники: Институт прикладных проблем физики (Республика Армения), ИХТТМ СО РАН). Срок реализации: 10.01.15-10.01.16.

20. Грант Европейского центра синхротронных исследований (ESRF) (Гренобль, Франция) "Изучение временно- и пространственно разрешенных механохимических превращений фармацевтических материалов и молекул *in situ*". Срок реализации: 10-14 июля 2015 г.

21. Грант Европейского центра синхротронных исследований (ESRF) (Гренобль, Франция) «Полиморфизм хлорпроамида при высоких давлениях в трех гидростатических жидкостях. Твердофазные переходы в 5 различных стартовых полиморфных модификациях и перекристаллизация в различные формы». Срок реализации: 10-23 октября 2015 г.



Выполнены эксперименты по изучению влияния давления на кристаллические структуры α -, β -, γ -хлорпропамида в различных гидростатических средах. Обнаружены фазовые переходы в интервале давлений 0-6 ГПа.

22. Стипендия имени Лудо Фревела (ICDD Awards - Ludo Frevel Crystallography Scholarship) 2013 Международного центра дифракционных данных.

23. Стипендия имени Лудо Фревела (ICDD Awards - Ludo Frevel Crystallography Scholarship) 2015 Международного центра дифракционных данных.

Перечень международных исследовательских программ и проектов, выполняемых на безвозмездной основе, за период 2013-2015 гг.:

1. Договор о научно-техническом сотрудничестве между Кафедрой фармации Университета г. Любляны (Словения) и ИХТТМ СО РАН по теме «Создание различных твердых форм фармакологически активных веществ и их исследование». Срок реализации: 25.06.2012-31.12.2013, 09.01.2014-31.12.2016.

Разработаны новые методы получения полиморфных модификаций для избранных лекарственных веществ и композитов на их основе, проведена комплексная диагностика их физико-химических свойств. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

2. Договор о научно-техническом сотрудничестве между Институтом нанотехнологий (Карлсруэ, Германия) и ИХТТМ СО РАН по теме: «Изучение фундаментальных проблем, относящихся к образованию, стабилизации и необычным физико-химическим свойствам нанокристаллических материалов (нанокристаллические оксиды, пересыщенные твёрдые растворы, интерметаллиды и нанокompозиты)». Срок реализации: 16.03.2011-30.11.2013.

Изучены процессы формирования нанокомпозитов MeO/Me' в ходе механохимических окислительно-восстановительных реакций. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

3. Договор о научно-техническом сотрудничестве между Филиппс Университетом Марбурга (Германия) и ИХТТМ СО РАН по теме «Исследование несвязывающих взаимодействий в твердых телах (с применением экспериментов при высоких давлениях)». Срок реализации: 1.01.2013-31.12.2014.

Разработаны модели ячеек для проведения исследований молекулярных кристаллов в условиях высоких давлений методом ИК-спектроскопии. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

4. Договор между Даляньским государственным транспортным университетом (КНР) и ИХТТМ СО РАН по теме: «Исследование механохимических методов утилизации сельскохозяйственных отходов и морепродуктов, особенно рисовой шелухи и рисовой соломы». Срок реализации: 20.01.2013-31.12.2018.

Проводятся работы по изучению механизмов разрушения, измельчения и разупорядочения природных биополимерных композиционных материалов. В качестве объектов выбраны отходы сельского хозяйства, растительное лигноцеллюлозное сырье и морепро-



дукты. Проведены исследования различных методов извлечения хитина из панцирей крабов и креветок. При разработке технологии применен подход *smart grinding*, разработанный в ИХТТМ СО РАН. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

5. Договор о научно-техническом сотрудничестве между ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Республики Беларусь и ИХТТМ СО РАН при решении теоретических и практических проблем, связанных с разработкой нанокomпозиционных материалов с использованием методов механической активации и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Срок реализации: 20.11.2012-31.12.2014, 01.01.2015-31.12.2016.

Проведено изучение физико-химических основ создания нанокomпозитов в процессе механохимического синтеза; исследованы их физико-химические свойства как «прекурсоров» для СВС и SPS; изучены основные закономерности процессов и продукты СВС и SPS. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

6. Интеграционный проект СО РАН - НАН Беларуси (ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Республики Беларусь и ИХТТМ СО РАН) «Исследование закономерностей синтеза и распределения упрочняющей фазы в металлической матрице композитов при импульсной обработке дисперсионных сред». Срок реализации: 01.07.2015-31.12.2017.

Проводится изучение закономерностей образования и особенностей распределения частиц упрочняющих фаз в металлической матрице в композитах, полученных с использованием методов импульсной обработки порошков. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

7. Интеграционный проект СО РАН - НАН Беларуси (ГНУ «Объединенный институт машиностроения» НАН Беларуси и ИХТТМ СО РАН) «Физико-химические процессы управляемого механохимического синтеза композиционных наноструктурированных порошков на основе ферромагнитных сплавов с заданным уровнем магнитных и абразивных свойств для суперфинишной обработки поверхностей». Срок реализации: 01.07.2015-31.12.2017.

Проводится исследование кинетики и механизмов структурообразования композиционных порошков на основе ферромагнитных сплавов при их механохимическом синтезе и определение параметров управления их структурно-фазовым состоянием для получения рабочих сред, отвечающих требованиям магнитно-абразивной суперфинишной обработки поверхностей. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

8. Договор в сфере научных, академических и культурных связей между Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН и Факультетом инновационных технологий машиностроения Учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы» (Республика Беларусь). Срок действия: 20.04.2011-20.04.2016.



Осуществлялось взаимодействие при решении теоретических и практических проблем, связанных с разработкой нанокмозитов в системах силикат-полимер, оксид-полимер, получаемых механохимическим методом, которые служат модификаторами, улучшающими физико-механические свойства пластичных смазок и полимерных материалов. Представлены совместные публикации и доклады на международных конференциях.

9. Соглашение между Чжэцзянским технологическим университетом и ИХТТМ СО РАН о создании совместной Чжэцзянско-Российской международной лаборатории механохимии. Срок реализации: 12.01.2015-12.01.2020.

Получены новые результаты в области переработки природного сырья в препараты медицинского назначения и разработки новых лекарственных препаратов с использованием механохимии.

10. Договор о сотрудничестве в области разработки, производства и реализации конкурентных на мировом уровне лекарственных препаратов для лечения желудочно-кишечных, сердечно-сосудистых, онкологических и иных заболеваний, в том числе основанных на технологии синтеза соединений висмута высокой чистоты и реакционной способности, а также созданных на основе разработанных в ИХТТМ СО РАН механохимических методов солиubilизации лекарственных форм. Участники: Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, ООО «АМБ Холдинг» (г. Пермь), ГНУ "Институт биоорганической химии НАН Беларуси" (Республика Беларусь), Республиканское производственное унитарное предприятие «АКАДЕМФАРМА» (Республика Беларусь). Срок реализации: 17.09.2015-17.09.2020.

Цель договора - разработка и производство новых конкурентноспособных лекарственных средств; получение коммерческого эффекта от внедрения отечественных и совместных разработок в промышленное производство.

11. Договор о долгосрочном научно-техническом сотрудничестве между Институтом научно-технического сотрудничества города Линь И (КНР) и ИХТТМ СО РАН по внедрению передовых технологий ИХТТМ СО РАН на китайский рынок. Срок реализации: 25.12.2015-25.12.2020.

Цель договора - сотрудничество по перспективным направлениям: новые металлические сплавы и материалы на их основе, механохимическое оборудование, новые керамические и композиционные материалы.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

V.44. Фундаментальные основы химии.



Результаты:

1. Разработана математическая модель, которая позволяет количественно описывать и предсказывать всё многообразие фотомеханических эффектов в кристаллах (изгиб, скручивание, скачкообразное или непрерывное перемещение, хрупкое или пластическое разрушение и т.д.). Данное направление исследований является актуальным в последнее десятилетие в связи с разработкой супрамолекулярных устройств и материалов, а также изучением механизмов физико-химических процессов и механических явлений в живых организмах. Модель может служить основой нового метода исследования кинетики и механизма твердофазных фотохимических превращений. Метод позволяет определять изменяющееся во времени объемное распределение степени превращения по динамике механического отклика - макроскопической деформации превращающихся кристаллов.

2. В развитие созданного в Институте в 2000-ых годах метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в механически активированных реакционных смесях (МАСВС) установлено, что в механически активированных низкокалорийных системах температуры инициирования самораспространяющихся реакций снижаются на сотни градусов. Максимальное снижение этой температуры (на 1300 °C) установлено для образцов состава $Ti + 4 \text{ мас.}\% C$. С использованием предварительной механической активации реакционных смесей реализован твердофазный режим взаимодействия реагентов в низкокалорийных системах Ni-Al, Ti-Al, W-C, Ti-C. Для получения объемных материалов высокую эффективность показал метод, основанный на совмещении твердофазной реакции в механически активированных смесях исходных реагентов с последующим спеканием методом Spark Plasma Sintering (SPS). Результаты важны с точки зрения получения фундаментальных научных знаний о химических превращениях и физико-химических свойствах веществ, создания новых химических процессов и перспективных материалов.

3. Установлена сегнетоэластичная природа перовскитоподобных оксидов со смешанной кислород-электронной проводимостью (СКЭП) на основе кобальтита и феррита стронция. Разработана стратегия по регулированию функциональных свойств СКЭП оксидов путем их допирования сегнетоактивными высокочarged катионами $B5+$ (Nb, Ta) и $B6+$ (Mo, W). Предложен новый, «изостехиометрический» подход для анализа кинетических данных для СКЭП оксидов, в котором температурная зависимость константы кислородного обмена анализируется для оксида с фиксированной кислородной стехиометрией. Получены корректные кинетические данные для образцов с фиксированным составом, показана зависимость энергии активации кислородного обмена от кислородной нестехиометрии оксида и наличие компенсационного эффекта и изокинетических соотношений для СКЭП оксида состава $SrCo_{0.8}Fe_{0.2}O_{3-\delta}$. Разработаны наноструктурированные мембранные и электродные материалы, которые демонстрируют устойчивую работу в долговременных тестах в условиях, соответствующим рабочим условиям твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и каталитических мембранных реакторов.

Публикации:



1. Naumov P., S. Chizhik, M. Panda, N. K. Nath, E. Boldyreva. Mechanically responsive molecular crystals // *Chemical Reviews*. 2015. Vol. 115 (22), P. 12440-12490. DOI: 10.1021/acs.chemrev.5b00398. Импакт-фактор журнала - 37.369, Web of Science.
2. Корчагин М.А. Тепловой взрыв в механически активированных низкокалорийных составах // *Физика горения и взрыва*. 2015. Т. 51, № 5. С. 77-86. (Korchagin M.A. Thermal explosion in mechanically activated low-calorific-value compositions // *Combustion, Explosion and Shock Waves*. 2015. Vol. 51, Iss. 5. P. 578-586. DOI: 10.1134/S0010508215050093. Импакт-фактор журнала – 0.604, Web of Science).
3. Dudina D.V., Batraev I.S., Ulianitsky V.Yu., Bulina N.V., Korchagin M.A., Lomovsky O.I. Detonation spraying of Ti-Al intermetallics: Phase and microstructure development of the coating // *Materials and Manufacturing Processes*. 2015. Vol. 30. P. 724-729. DOI: 10.1080/10426914.2014.984221. Импакт-фактор журнала – 1.419, Web of Science.
4. Belenkaya I.V., A.A. Matvienko, A.P. Nemudry. Phase transitions and microstructure of ferroelastic MIEC oxide $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{2.5}$ doped with highly charged Nb/Ta(V) cations // *Journal of Materials Chemistry A*. 2015. Vol. 3. P. 23240-23251. DOI: 10.1039/c5ta06581j. Импакт-фактор журнала - 8.262, Web of Science.
5. Starkov I.A., S.F. Bychkov, S.A. Chizhik, A.P. Nemudry. Oxygen release from grossly nonstoichiometric $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ perovskite in isostoichiometric mode // *Chemistry of Materials*. 2014. V. 26 (6). P. 2113–2120. DOI: 10.1021/cm4040775. Импакт-фактор журнала - 9.407, Web of Science.

V.45. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов.

Результаты:

1. Установлено, что критическое влияние на теплопроводность материалов на основе AlN оказывает не распределение по размерам зерен, а характер распределения фаз. Находящиеся в сырых заготовках допированной иттрием алюмонитридной керамики незначительные примеси алюмооксидных фаз приводят к кардинальному изменению микроструктуры спеченного материала, неоднородному распределению иттрия по изделию и заметному снижению теплопроводности. При содержании кислорода менее 0,65 масс.% однородность распределения иттрия сохраняется на всех стадиях консолидации, и при оптимальных условиях спекания достигается теплопроводность $>180 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. На основании полученных данных оптимизирована промышленная технология производства AlN керамики на АО «НЭВЗ-Керамикс» (г. Новосибирск), продукция которого соответствует лучшим мировым стандартам.

2. С использованием механической активации получены эластичные магнитострикционные материалы на основе нанокompозита $\text{Fe}_3\text{Ga/Fe(Ga)/Fe}$. Компактирование напoкoмпoзита с помощью термобарического спекания позволило сохранить наноразмерное и фазовое состояние материала. Показано, что максимальные функциональные характеристики достигаются при содержании 15% механокомпозита в полиуретане. Полученный



материал по своим характеристикам не уступает существующим магнитострикционным материалам, но является эластичным, и, в отличие от существующих, существенно более дешевым. Благодаря гигантским магнитострикционным эффектам сплавы $\text{Fe}_{1-x}\text{Ga}_x$ ($x < 0.3$) могут использоваться в магнитоэлектрических датчиках преобразователей магнитных полей, виброгенераторах.

3. Разработаны низкотемпературные способы синтеза ZrGeO_4 и HfGeO_4 , основанные на методе соосаждения смешанных гидратированных оксидов. Кристаллизация германатов циркония и гафния происходит при $800\text{--}850^\circ\text{C}$, что на 500°C ниже температуры прямого взаимодействия диоксидов. Метод использован для получения германатов циркония и гафния в виде тонких однородных покрытий на карбидокремниевом волокне. Модифицированные волокна, благодаря сохранению высокой прочности, могут эффективно выполнять армирующую функцию в композитах. Полученные результаты могут быть использованы для разработки компонентов перспективных высокотемпературных керамических композитов, предназначенных для летательных аппаратов, работающих в экстремальных условиях.

Публикации:

1. Пат. № 2537489 Российская Федерация С01В21/072 (2006.01). Способ получения нитрида алюминия / Ляхов Н.З., Карагедов Г.Р., Рыжиков Е.А., Абрамян А.С.; заявитель и патентообладатель: ИХТТМ СО РАН (RU), ЗАО «Центр инновационных керамических нанотехнологий Нанокompозит» (RU) - № 2013124604/05; заявл. 28.05.2013; опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1, 7 с.

2. Kiseleva T.Yu., Zholudev S.I., Novakova A.A., Gendler T.S., Il'inykh I.A., Smarzhevskaya A. I., Anufriev Yu., Grigorieva T.F. Magnetodeformational anisotropy of FeGa/PU hybrid nanocomposite via particle concentration and spatial orientation // *Solid State Phenomena*. 2015. Vols. 233-234. P. 607-610. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.233-234.607. Импакт-фактор журнала – 0.38, Scopus.

3. Киселёва Т.Ю., А.И. Лещко, Т.Л. Талако, С.А. Ковалева, Т.Ф. Григорьева, А.А. Новакова, Н.З. Ляхов. Влияние локальной структуры механохимически полученных порошковых прекурсоров на микроструктуру СВС-композитов $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}/\text{Zr}/\text{ZrO}_2$ // *Российские нанотехнологии*. 2015. Т. 10, № 3-4. С. 47-53. Импакт-фактор журнала – 1.119, РИНЦ.

4. Baklanova N.I., Lozanov V.V., Morozova N.B., Titov A.T. The effect of heat treatment on the tensile strength of the iridium-coated carbon fiber // *Thin Solid Films*. 2015. Vol. 578. P. 148–155. DOI: 10.1016/j.tsf.2015.02.042. Импакт-фактор журнала – 1.761, Web of Science.

5. Prokip V., Utkin A., A. Cherkov, B. Zaitsev, A. Mikheev, N.I. Baklanova. Synthesis of zirconium and hafnium germanates from mechanically activated oxides // *Ceramics International*. 2015. Vol. 41, No. 6. P. 7963–7970. DOI: 10.1016/j.ceramint.2015.02.138. Импакт-фактор журнала – 2.758, Web of Science.

V.46. Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных катали-



ческих систем; создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами.

Результаты:

1. Разработаны механохимические методы получения биологически активных продуктов из биовозобновляемого сырья. Механоферментативным гидролизом дрожжевой биомассы получен препарат, содержащий биологически доступные маннанолигосахариды. Показано, что применение препарата приводит к значительному снижению заболеваемости и повышению продуктивности сельскохозяйственной птицы. Впервые осуществлена твердофазная механохимическая реакция кремнезема рисовой шелухи и галлокатехинов (антиоксидантов) зеленого чая. Полученный препарат обеспечивает повышение выживаемости бройлеров в индустриальном птицеводстве; оказывает стимулирующий эффект на развитие надземной массы и формирование корневой системы садовой земляники.

2. Получены самоорганизующиеся слои додекантиола на твердых электродах. Показано, что кинетика формирования слоев зависит от природы металла. При адсорбции из водных растворов на электроде из золота самоорганизация слоев протекает быстрее, чем на электродах из кобальта и никеля. В смешанных водно-этанольных растворах наблюдается резкое ускорение процессов адсорбции и самоорганизации слоев додекантиола. Такие слои перспективны для применения в микроэлектронике, гальванотехнике, а в случае пришивки к свободным концам тиолов лекарственных молекул - в медицине.

3. Предложены новые научно-методические решения извлечения цветных, благородных и редких металлов из руд Норильского типа, применительно к которым традиционные методы обогащения малоэффективны. Показано, что перед механохимическими методами обогащения с целью раскрытия сростков минералов эффективно ударное разрушение, а применительно к процессам химической переработки, включая автоклавное разложение, результативным является сдвигово-раздавливающее разрушение в центробежно-планетарных мельницах. Установлено, что механическая активация куларитового концентрата в планетарном активаторе АГО-2 с последующей обработкой серной кислотой позволяет достичь значительного (до 100 %) извлечения редких элементов. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения механоактивации для разработки механохимической технологии переработки куларитовых редкоземельных руд.

Публикации:

1. Пат. № 2504384 Российская Федерация А61К 31/715 (2006.01), А61К 31/716 (2006.01), А61К 36/06 (2006.01). Способ получения водорастворимых фракций маннопротеинов и бета-глюкана / Бычков А.Л., Ломовский О.И.; заявитель и патентообладатель ИХТТМ СО РАН (RU). - № 2011146264/15; заявл. 14.11.2011; опубл. 20.01.2014, Бюл. № 2, 12 с.

2. Коптев В.Ю., Шкиль Н.А., Леонова М.А., Онищенко И.С., Балыбина Н.Ю., Бычков А.Л. Влияние кормового средства, содержащего маннанолигосахариды, на уровень бакте-



рионосительства микроорганизмов рода *Salmonella* и прирост живой массы сельскохозяйственной птицы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 1. С. 46-48. Импакт-фактор журнала – 0.488, РИНЦ.

3. Shapolova E.G., Lomovsky O.I. Mechanochemical solubilization of silicon dioxide with polyphenol compounds of plant origin // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 2013. Vol. 39, Iss. 7. P. 765-770. Импакт-фактор журнала – 0.660, Web of Science.

4. Овчинникова С.Н., Медведев А.Ж. Десорбция октантиола с поверхности золотого электрода в процессе его электрохимической очистки // Электрохимия. 2015. Т. 51, №4. С. 339-346. (Ovchinnikova S.N., Medvedev A.Z. Desorption of octanethiol from gold electrode surface during its electrochemical cleaning // Russian Journal of Electrochemistry. 2015. Vol. 51, Iss. 4. P. 287-293. DOI: 10.1134/S1023193515040084. Импакт-фактор журнала – 0.692, Web of Science).

5. Юсупов Т.С., Уракаев Ф.Х., Исупов В.П. Прогноз структурно-химических изменений минералов при механических воздействиях в процессах измельчения // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015. №5. С.161-168. (Yusupov T.S., Urakaev F. Kh., Isupov V. P. Prediction of structural-chemical change in minerals under mechanical impact during milling // Journal of Mining Science. 2015. Vol. 51, Iss. 5. P. 1034-1040. DOI: 10.1134/S1062739115040248. Импакт-фактор журнала – 0.350, Web of Science).

V.47. Химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии.

Результаты:

1. Созданы высокопроводящие протонные проводники на основе различных классов соединений. Разработан подход к получению протонных проводников на основе введения функциональных гостей, таких как сильные неорганические кислоты, в мезопористые металл-органические полимеры с большим объемом регулярных пор и высокой удельной поверхностью. Проводимость гибридных соединений достигает $\sim 10^{-1}-10^{-3}$ См/см при температурах $\sim 60-150$ оС и низкой влажности, что создает перспективы их использования в качестве протонных мембран в электрохимических устройствах. Получены композиционные протонные электролиты на основе KH_2PO_4 и смешанных солей $\text{K}_{1-x}\text{Cs}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_{1-x}(\text{HSO}_4)_x$ и высокодисперсных диоксидов титана и кремния с различным характером распределения и размером пор. Определены составы, обладающие высокой протонной проводимостью 10^{-2} См/см, механической прочностью и повышенной термической устойчивостью при $180-190^\circ\text{C}$.

2. Разработаны новые методы получения электродных материалов для литий-ионных аккумуляторов. С целью улучшения электрохимических свойств ортофосфата лития LiCoPO_4 - перспективного высоковольтного катодного материала для литий-ионных аккумуляторов - синтезированы твердые растворы $\text{LiCo}_{1-y}\text{Fe}_y\text{PO}_4$. Показано, что частичное замещение Co^{2+} на Fe^{2+} при механохимически стимулированном карботермическом



восстановлении оксидов кобальта и железа приводит к улучшению электрохимических характеристик материала за счет повышения коэффициента диффузии Li^+ вследствие увеличения сечения 1D диффузионных каналов в структуре LiCoPO_4 и уменьшения изменения объема решетки при (де)интеркаляции Li^+ . Установлено, что потенциал пары $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ понижается с увеличением содержания Fe^{2+} , а двухфазный механизм (де)интеркаляции Li^+ в области $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ меняется на более благоприятный однофазный.

3. Предложена схема комплексной утилизации растительного сырья с получением жидкого и твердого биотоплива второго поколения. Предложено углеводную часть механически активированной биомассы подвергать ферментативному гидролизу и сбраживанию с получением топливного этанола, а лигнифицированный остаток - сжигать в специально сконструированных факельных горелках. Подобный подход позволяет полностью перерабатывать отходы сельского и лесного хозяйства.

Публикации:

1. Dybtsev D.N., V.G. Ponomareva, S.B. Aliev, A.P. Chupakhin, M.R. Gallyamov, N.K. Moroz, B.A. Kolesov, K.A. Kovalenko, E.S. Shutova, V.P. Fedin. High proton conductivity and spectroscopic investigations of metal-organic framework materials impregnated by strong acids // *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2014. Vol. 6. P. 5161-5166. DOI: 10.1021/am500438a. Импакт-фактор журнала - 7.145, Web of Science.

2. Пономарева В.Г., Шутова Е.С. Новые среднетемпературные протонные электролиты на основе CsH_2PO_4 и силикофосфатных матриц // *Неорганические материалы*. 2014. Т. 50. №10. С. 1135-1140. DOI: 10.7868/S0002337X14100121. (Ponomareva V.G., Shutova E.S. New medium-temperature proton electrolytes based on CsH_2PO_4 and silicophosphate matrices // *Inorganic Materials*. 2014. Vol. 50, Iss. 10. P. 1050-1055. DOI: 10.1134/S0020168514100124. Импакт-фактор журнала - 0.567, Web of Science).

3. Лаврова Г.В., Пономарева В.Г., Пономаренко И.В., Кирик С.Д., Уваров Н.Ф. Наноккомпозитные протонные проводники с мезопористыми оксидными добавками как перспективные мембраны для топливных элементов // *Электрохимия*. 2014. Т. 50, № 7. С. 676-686. (Lavrova G.V., Ponomareva V.G., Ponomarenko I.V., Kirik S.D., Uvarov N.F. Nanocomposite proton conductors containing mesoporous oxides as the promising fuel cell membranes // *Russian Journal of Electrochemistry*. 2014. Vol. 50, Iss. 7. P. 603-612. DOI: 10.1134/S1023193514070088. Импакт-фактор журнала - 0.762, Web of Science).

4. Kosova N.V., O.A. Podgornova, E.T. Devyatkina, V.R. Podugolnikov, S.A. Petrov. Effect of Fe substitution on the structure and electrochemistry of LiCoPO_4 prepared by mechanochemically assisted carbothermal reduction // *Journal of Materials Chemistry A*. 2014. Vol. 2. Iss. 48. P. 20697-20705. DOI: 10.1039/c4ta04221b. Импакт-фактор журнала - 8.262, Web of Science.

5. Lomovsky O., Bychkov A., Lomovsky I., Logvinenko V., Burdukov A. Mechanochemical production of lignin-containing powder fuels from biotechnology industry waste: A review //



Thermal Science. 2015. Vol. 19. No.1. P. 219-229. DOI: 10.2298/TSCI130820167L. Импакт-фактор журнала - 0.939, Web of Science.

V.48. Фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний.

Результаты:

1. На примере лекарственных субстанций антиагрегационного, транквилизирующего, противовоспалительного, антимикробного, антигипертензивного и антигельминтного (в т.ч. противоописторхозного) действия показано, что включение лекарственных молекул в межмолекулярные комплексы с водорастворимым полисахаридом арабиногалактаном (АГ), выделяемым из древесин лиственниц, позволяет многократно повысить их фармакологическую активность при пероральном приеме либо снизить дозы при сохранении базового действия. Показано, что образование комплексов малорастворимых лекарственных молекул с АГ способствует повышению абсорбции/проницаемости лекарственных веществ из ЖКТ, тем самым увеличивая концентрацию лекарственных молекул в кровотоке.

2. Разработана новая технология получения фармацевтической субстанции висмута(III) калия дицитрата, основы противоязвенного препарата, внесенного Распоряжением Правительства РФ от 30.12.2009 № 2135-р в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств. Новая технология позволяет осуществлять синтез из отечественного сырья и получать субстанцию, по чистоте превышающей чистоту субстанции импортного лекарственного препарата Де-Нол (Нидерланды) по содержанию таких вредных примесей, как свинец, медь, серебро, кадмий. Совместно с ФБУ «Государственный институт лекарственных средств и надлежащих практик» (г. Москва) на основе данной субстанции получен отечественный противоязвенный препарат, который прошёл доклинические исследования и зарегистрирован в Минздравсоцразвития РФ.

Публикации:

1. Chistyachenko Y.S., E.S. Meteleva, M.Y. Pakharukova, A.V. Katokhin, M.V. Khvostov, A.I. Varlamova, I.I. Glamazdin, S.S. Khalikov, N.E. Polyakov, I.A. Arkhipov, T.G. Tolstikova, V.A. Mordvinov, A.V. Dushkin, N.Z. Lyakhov. A physicochemical and pharmacological study of the newly synthesized complex of albendazole and the polysaccharide arabinogalactan from larch wood // *Current Drug Delivery*. 2015. Vol. 12, No. 5. P. 477–490. DOI: 10.2174/1567201812666150518094739. Импакт-фактор журнала - 1.446, Web of Science.

2. Chistyachenko Y.S., Dushkin A.V., Polyakov N.E., Khvostov M.V., Tolstikova T.G., Tolstikov G.A., Lyakhov N.Z. Polysaccharide arabinogalactan from larch *Larix sibirica* as carrier for molecules of salicylic and acetylsalicylic acid: preparation, physicochemical and pharmacological study // *Drug Delivery*. 2015. Vol. 22. Iss. 3. P. 400-407. DOI: 10.3109/10717544.2014.884655. Импакт-фактор журнала - 4.843, Web of Science.

3. Душкин А.В., Ю.С. Чистяченко, Д.А. Комаров, М.В. Хвостов, Т.Г. Толстикова, И.Ф. Журко, И.А. Кирилюк, И.А. Григорьев, Н.З. Ляхов. О механизме увеличения мембранной



проницаемости веществ и их межмолекулярных комплексов с полисахаридом арабиногалактаном из лиственниц *Larix sibirica* и *Larix gmelinii* // Доклады академии наук. 2015. Т. 460, № 1. С. 107–110. DOI: 10.1134/S1607672915010020. Импакт-фактор журнала - 0.394, Web of Science.

4. Пат. № 2546535 Российская Федерация А61К31/00 (2006.01). Противопаразитарное средство на основе альбендазола и способ его использования для лечения кишечных гельминтозов млекопитающих / Душкин А.В., Халиков С.С., Чистяченко Ю.С., Халиков М.С., Архипов И.А., Гламаздин И.И., Одолевская И.М., Ляхов Н.З.; заявитель и патентообладатель: ИХТТМ СО РАН (RU) - № 2014114090/15; заявл. 09.04.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10, 13 с.

5. Патент № 2530897 Российская Федерация. Способ получения висмут-калий-аммоний цитрата / Ю.М. Юхин, Л.И. Афонина, Н.З. Ляхов, А.С. Даминов, Е.С. Найденко; заявитель и патентообладатель: ИХТТМ СО РАН (RU); опубл. 20.10.2014, Бюл. № 29.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

Статьи:

1. Naumov P., S. Chizhik, M. Panda, N. K. Nath, E. Boldyreva. Mechanically responsive molecular crystals // Chemical Reviews. 2015. Vol. 115 (22), P. 12440-12490. DOI: 10.1021/acs.chemrev.5b00398. Импакт-фактор журнала - 37.369, Web of Science.

2. Boldyreva E.V. Mechanochemistry of inorganic and organic systems: what is similar, what is different? // Chemical Society Reviews. 2013. V. 42, N 18. P. 7719-7738. DOI: 10.1039/c3cs60052a. Импакт-фактор журнала - 34.090, Web of Science.

3. Naumov P., Sahoo S.C., Zakharov B.A., Boldyreva E.V. Dynamic single crystals: Kinematic analysis of photoinduced crystal jumping (the photosolient effect) // Angewandte Chemie - International Edition. 2013. V. 252, N 38. P. 9990-9995. DOI: 10.1002/anie.201303757. Импакт-фактор журнала - 11.336, Web of Science.

4. Starkov I.A., S.F. Bychkov, S.A. Chizhik, A.P. Nemudry. Oxygen release from grossly nonstoichiometric $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ perovskite in isostoichiometric mode // Chemistry of Materials. 2014. V. 26 (6). P. 2113–2120. DOI: 10.1021/cm4040775. Импакт-фактор журнала - 9.407, Web of Science.

5. Kosova N.V., O.A. Podgornova, E.T. Devyatkina, V.R. Podugolnikov, S.A. Petrov. Effect of Fe substitution on the structure and electrochemistry of LiCoPO_4 prepared by mechanochemically assisted carbothermal reduction // Journal of Materials Chemistry A. 2014.



Vol. 2. Iss. 48. P. 20697-20705. DOI: 10.1039/c4ta04221b. Импакт-фактор журнала - 8.262, Web of Science.

6. Belenkaya I.V., A.A. Matvienko, A.P. Nemudry. Phase transitions and microstructure of ferroelastic MIEC oxide $\text{SrCo}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{2.5}$ doped with highly charged Nb/Ta(V) cations // *Journal of Materials Chemistry A*. 2015. Vol. 3. P. 23240-23251. DOI: 10.1039/c5ta06581j. Импакт-фактор журнала - 8.262, Web of Science.

7. Dybtsev D.N., V.G. Ponomareva, S.B. Aliev, A.P. Chupakhin, M.R. Gallyamov, N.K. Moroz, B.A. Kolesov, K.A. Kovalenko, E.S. Shutova, V.P. Fedin. High proton conductivity and spectroscopic investigations of metal-organic framework materials impregnated by strong acids // *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2014. V. 6. P. 5161-5166. DOI: 10.1021/am500438a. Импакт-фактор журнала - 7.145, Web of Science.

8. Friscic T., S.L. James, E.V. Boldyreva, C. Bolm, W. Jones, J. Mack, J.W. Steed, K.S. Suslick. Challenges and opportunities of modern mechanochemistry // *ChemCommun*. 2015. Vol. 51, Iss. 29. P. 6248-62563. DOI: 10.1039/c5cc90113h. Импакт-фактор журнала - 6.567, Web of Science.

9. Bokhonov B.B. Permeability of carbon shells during sulfidation of encapsulated silver nanoparticles // *Carbon*. 2014. Vol. 67. P. 572-577. DOI: 10.1016/j.carbon.2013.10.030. Импакт-фактор журнала - 6.198, Web of Science.

10. Boldyreva E.V., S.G. Arkhipov, T.N. Drebuschak, V.A. Drebuschak, E.A. Losev, A.A. Matvienko, V.S. Minkov, D.A. Rychkov, Yu.V. Seryotkin, J. Stare, B.A. Zakharov. Isoenergetic polymorphism. A puzzle of tolazamide as a case study // *Chemistry - A European Journal*. 2015. Vol. 21. N 43. P. 15395-15404. DOI: 10.1002/chem.201501541. Импакт-фактор журнала - 5.771, Web of Science.

Монографии:

1. Смоляницкий Б.Н., Репин А.А., Данилов Б.Б., Червов В.В., Тищенко И.В., Алексеев С.Е., Липин А.А., Тимонин В.В., Доронин С.В., Косолапов Д.В., Корчагин М.А., Черепанов А.Н., Оришич А.М., Малов А.Н., Марусин В.В. Повышение эффективности и долговечности импульсных машин для сооружения протяженных скважин в горных массивах // Отв. ред. Симонов Б.Ф. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 204 с. (Интеграционные проекты СО РАН; вып. № 43). ISBN 978-5-7692-1239-0. Тираж 330 экз.

2. Авдеева А.Ю., Александровский А.С., Антоненко А.Х., Сидельников А.А., Чижик С.А., Матвиенко А.А. и др. Метаматериалы и структурно организованные среды для оптоэлектроники, СВЧ-техники и нанофотоники. // Отв. ред. В.Ф. Шабанова, В.Я. Зырянов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. - 368 с. (Интеграционные проекты СО РАН; вып. № 44). ISBN 978-5-7692-1310-6. Тираж 310 экз.

3. Ярославцев А.Б., Шельдешов Н.В., Заболоцкий В.И., Апель П.Ю., Дмитриев С.Н., Пономарева В.Г., Юртов Е.В., Королева М.Ю., Ролдугин В.И., Никоненко В.В. Письменная Н.Д., Pourcelly G., Larchet C., Кононенко Н.А., Березина Н.П., Басов Н.Л., Ермилова Н.М., Лебедева В.И., Орехова Н.В., Добровольский А.Ю., Царьков С.М., Юшкин А.А., Волков



А.В., Борисов И.Л., Кирш В.А., Волков В.В. Мембраны и мембранные технологии // Отв. ред. А.Б. Ярославцев. М.: Научный мир, 2013. – 612 с. ISBN 978-5-91522-366-9. Тираж 250 экз.

4. Базаров Ю.Б., Губачев В.А., Ловягин Б.М., Комрачков В.А., Папов К.Н., Подурец А.М., Руднев А.В., Сырунин М.А., Калашников Д.В., Назаров Д.В., Федоров А.В., Финюшкин С.А., Чудаков Е.А., Бельский В.М., Богданов Е.Н., Родионов А.В., Седов А.А., Тен К.А., Толочко Б.П. Невозмущающие методы диагностики быстропротекающих процессов / Под ред. А.Л. Михайлова. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2015. – 321 с. ISBN 978-5-9515-0308-4. Тираж 300 экз.

5. Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. Том V. Коллективная монография / А.С. Верещагина, А.П. Возняковский, Т.Ф. Григорьева, О.Н. Кириллов, А.М. Козлов, А.А. Козлов, А.А. Лиопо, А.В. Мандрыкин, Б.Я. Мокрицкий, А.В. Морозова, Е.В. Овчинников, В.А. Панайоти, Д.И. Петрепин, С.А. Попов, Д.А. Прушак, А.Ю. Рязанцев, О.В. Скрыгин, В.П. Смоленцев, В.А. Струк, С.Ю. Съянов, О.Н. Федонин, А.В. Хандожко, Е.И. Эйсымонт / Под ред. А.В. Киричека. – Москва: Издательский дом «Спектр», 2015. – 464 с. ISBN 978-5-4442-0088-9. Тираж 500 экз.

6. Каминский Ю.Д. Механохимические реакторы планетарного типа: Теория и практика / отв. ред. Е.Г. Аввакумов. Новосибирск: Наука, 2015. – 200 с. ISBN 978-5-02-0191198-3. Тираж 200 экз.

7. Кузнецова С.А., Мальяр Ю.Н., Шахтшнейдер Т.П., Чесноков Н.В. Новые подходы к получению композитов на основе бетулина и его диацетатов из коры березы с полимерами. Красноярск: Изд-во Сиб. федер. ун-та, 2015. – 100 с. ISBN 978576383297-6. Тираж 100 экз.

8. Варенцов В.К., А.Н. Кошев, В.И. Варенцова. Современные проблемы электролиза и задачи оптимизации процессов в реакторах с трехмерными углеродными электродами. / Пенза: ПГУАС, 2015. – 288 с. ISBN 978-5-9282-1319-0. Тираж 500 экз.

9. Тимакова Е.В., Е.М. Турло, Н.Ф. Уваров. Физическая химия. Химическая термодинамика // Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 166 с. ISBN 978-5-7782-2703-3. Тираж 100 экз.

10. Апарнев А.И., Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карупина. Аналитическая химия // Учебное пособие. Новосибирск. Изд-во НГТУ, 2015. – 92 с. ISBN 978-5-7782-2710-1. Тираж 100 экз.

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

Общее количество грантов РНФ и РФФИ, выполнявшихся на базе Института в период с 2013 по 2015 год - 29.



Перечень 10 наиболее значимых научных грантов, выполнявшихся на базе Института в период с 2013 по 2015 год:

1. РНФ. № 14-13-00834 «От минералогии до биологии: Исследование влияния высокого давления на взаимодействие воды и других жидкостей с неорганическими, органическими веществами и биологическими молекулами». Сроки выполнения - 2014–2016 гг. Объем финансирования – 15000 тыс. руб.

2. РНФ. № 15-13-00113 «Разработка устойчивых высококонцентрированных жидких композиций для струйной печати элементов электроники на основе поверхностно-модифицированных наночастиц металлов и сплавов типа ядро-оболочка». Сроки выполнения - 2015–2017 гг. Объем финансирования – 16500 тыс. руб.

3. РФФИ. № 13-03-00795-а «Использование модельных установок для сопоставления влияния разных видов механического воздействия на осуществление механохимического синтеза и полиморфных превращений в системах с органическими и координационными соединениями». Сроки выполнения - 2013–2015 гг. Объем финансирования – 1539,3 тыс. руб.

4. РФФИ. № 13-03-12157-офи_м_2013 «Разработка фундаментальных основ экстракционно-полиольной технологии нано-композиционных электропроводящих материалов для микроэлектроники». Сроки выполнения - 2013–2015 гг. Объем финансирования – 6000 тыс. руб.

5. РФФИ. № 14-03-00510-а «Нанокompозитные твердые электролиты на основе ориентационно-разупорядоченных фаз». Сроки выполнения - 2014–2016 гг. Объем финансирования – 1400 тыс. руб.

6. РФФИ. № 14-03-01082-а «Исследование доминирующих факторов в процессах электрохимической интеркаляции лития в катодные материалы со структурой оливина». Сроки выполнения - 2014–2016 гг. Объем финансирования – 1540 тыс. руб.

7. РФФИ. № 14-29-04044-офи_м «Разработка фундаментальных основ получения новых электродных материалов с управляемыми характеристиками для микротрубчатых твердооксидных топливных элементов». Сроки выполнения - 2014–2016 гг. Объем финансирования – 5800 тыс. руб.

8. РФФИ. № 15-08-08961-а «Влияние гетеровалентного замещения в CsH_2PO_4 катионами бария на структурные, термические, транспортные свойства и механизм проводимости». Сроки выполнения - 2015–2017 гг. Объем финансирования – 1500 тыс. руб.

9. РФФИ. № 15-29-01297-офи_м «Исследование принципов *in vivo* детектирования малых количеств наночастиц лекарственных препаратов и их конгломератов во время синтеза и транспорта в живом организме с использованием рентгеновских методов синхротронного излучения». Сроки выполнения - 2015–2017 гг. Объем финансирования – 4100 тыс. руб.

10. РФФИ. № 15-29-05835-офи_м «Разработка научных основ и создание экологически безопасных инновационных индукторных композиций для применения на зерновых



сельскохозяйственных культурах и изучение их биологической активности». Сроки выполнения - 2015–2017 гг. Объем финансирования – 5000 тыс. руб.

- 16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

- 17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год**

Общее количество проектов в рамках федеральных целевых программ в период 2013–2015 гг. – 3 проекта.

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2013 годы»:

1. Проект «Разработка научно-технических основ получения нанопрекурсоров и радиационно-термического синтеза ферритовой керамики для применения в радиоэлектронике и приборостроении с использованием интенсивного электронного пучка с энергией до 5 МэВ и методов синхротронного излучения для анализа продуктов» (Договор от 02.04.2013 № 14.513.11.0056-1 с дополнительным соглашением № 1 от 15.05.2013, с дополнительным соглашением № 2 от 14.06.2013 между ИЯФ СО РАН и ИХТТМ СО РАН в рамках государственного контракта от 20.03.2013 № 14.513.11.0056). Срок договора: 02.04.2013 – 14.09.2013. Объем финансирования – 3500 тыс. руб.

Основные результаты: Проведено исследование радиационно-термического синтеза никель-цинковых и марганец-цинковых ферритов из нанопрекурсоров под пучком релятивистских электронов ускорителя ИЛУ-6 (ИЯФ СО РАН). Показано, что синтез происходит при более низких температурах по сравнению с традиционным термическим способом синтеза. Это даёт возможность получения ферритов требуемой стехиометрии без присутствия в них следов исходных прекурсоров. Радиационно-термическое спекание синтезированных ферритовых порошков в радиотехнические изделия (ферритовые кольца, ферритовые стержни и др.) позволяет получать однородный по размеру зерен продукт и дает возможность контролируемого увеличения зерен до заданных значений без потери однородности. Полученный результат важен для изготовления колебательных контуров



высокой добротности Q, а также изготовления радиотехнических изделий микронных размеров, без существенного ухудшения основных характеристик.

2. Проект «Проведение проблемно-ориентированных исследований по получению и физико-химическим характеристикам мелкодисперсного твердого топлива из растительного сырья» (Договор от 30.04.2013 № 0048/1, с дополнительным соглашением от 13.05.2013 № 1, между ИТ СО РАН и ИХТТМ СО РАН в рамках государственного контракта от 29.03.2013 № 14.516.11.0048 по теме: «Проведение проблемно-ориентированных исследований и разработка технических решений экологически чистых энергоустановок, использующих мелкодисперсное твердое топливо из растительного сырья»). Срок договора: 30.04.2013 – 19.08.2013. Объем финансирования – 2000 тыс. руб.

Основные результаты: Предложена схема комплексной утилизации растительного сырья на предприятиях биотехнологической отрасли с получением жидкого и твердого биотоплива второго поколения. Предложено углеводную часть механически активированной биомассы подвергать ферментативному гидролизу и сбраживанию с получением топливного этанола, а лигнифицированный остаток - сжигать в специально сконструированных факельных горелках. Подобный подход позволяет минимизировать затраты на биотехнологическое получение этанола и полностью перерабатывать отходы сельского и лесного хозяйства.

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»:

1. Проект «Разработка методов изготовления электродов для суперконденсаторов с использованием углеродных материалов на основе графена» (Соглашение о предоставлении субсидии № 14.604.21.0013 от 17 июня 2014 г.).

Срок договора: 17.04.2014 – 31.12.2015.

Объем финансирования – 9400 тыс. руб.

Основные результаты: Разработаны электродные материалы для суперконденсаторов на основе графеновых систем. Отработаны методы нанесения защитных покрытий на поверхность алюминиевой подложки, сделаны выбор и обоснование состава активной электродной массы и методов ее подготовки. Изготовлены тестовые образцы рабочих электродов, исследовано влияние типа и концентрации добавок модификаторов на удельную емкость рабочего электрода для улучшения параметров графенового материала. Показано, что введение модификаторов - нанокристаллических оксидов - приводит к росту удельной емкости материала. Разработаны рекомендации и предложена технологическая схема модификации графеновых материалов и нанесения активных покрытий, позволяющая получить рабочие электроды для высокоэффективных суперконденсаторов.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований



Институт имеет испытательный участок.

Институт получил Лицензию (№ 12286-ЛС-П от 18 июля 2013 г.) на осуществление производства лекарственных средств на базе испытательного участка.

В Институте существует конструкторская группа для разработки механохимического оборудования.

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

1. Наименование разработки: «Кормовая мука из рисовой лузги и зелёного чая для сельскохозяйственных и непродуктивных животных и способ ее получения».

- Неисключительная лицензия РД0148644 от 03.04.2014 на передачу ООО «Мехцентр» (г. Новосибирск) права использования изобретения «Кормовая мука из рисовой лузги и зелёного чая для сельскохозяйственных и непродуктивных животных и способ ее получения» (Патент № 2438344 РФ. Шаполова Е.Г., Ломовский О.И. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 10.01.2012).

- Неисключительная лицензия РД0147808 от 12.03.2014 на передачу ООО «Основа роста» (г. Москва) права использования изобретения «Кормовая мука из рисовой лузги и зелёного чая для сельскохозяйственных и непродуктивных животных и способ ее получения» (Патент № 2438344 РФ. Шаполова Е.Г., Ломовский О.И. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 10.01.2012).

2. Наименование разработки: «Получение смеси карбидов вольфрама и титана методом СВС и подготовка модификатора для обработки чугунов (железоуглеродистых расплавов) при внутриформенном модифицировании».

- Лицензионный контракт № 150429-1 от 29.04.2015 на передачу Институту научно-технического сотрудничества города Линь И (КНР) права использования на территории КНР технологии и НОУ-ХАУ № 2 от 28.01.2013 г. «Получение смеси карбидов вольфрама и титана методом СВС и подготовка модификатора для обработки чугунов (железоуглеродистых расплавов) при внутриформенном модифицировании».

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций

20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

Информация не предоставлена



Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

Перечень 10 наиболее значимых договоров:

1. «Разработка научных основ создания комплексной системы антикоррозионной защиты углерод-углеродных композиционных материалов в экстремальных условиях эксплуатации» - договор с ОАО «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения» (ОАО «ЦНИИСМ») (Хотьково Московской обл.). Сроки выполнения – 06.05.2013-25.10.2015.
2. «Анализ образцов железо-фосфата лития (LiFePO_4)» - договор с ООО «Катодные материалы» (г. Новосибирск). Сроки выполнения – 01.11.2013-15.02.2014.
3. «Поставка 5 вольтамперометрических комплексов «ВАК-фото» для экспрессного анализа фиксажных растворов» - договор с ОАО «ПО «Северное машиностроительное предприятие» (г. Северодвинск). Сроки выполнения - 15.11.2012-31.12.2013.
4. «Проведение измерений и анализов образцов катодного порошка - железофосфата лития и анодного порошка – углерода» - договор с ООО «Литий-ионные технологии» (г. Новосибирск). Сроки выполнения - 21.11.2012-31.12.2013.
5. «Разработка стабильных органических растворов, содержащих соединения серебра для приготовления электропроводящих чернил для струйной печати» - договор с УК ЗАО «Инновационная компания САН» (г. Новосибирск). Сроки выполнения - 13.03.2012-08.07.2013.
6. «Разработка и изготовление подложки по конструктиву «КРИОТЕРМ»» - договор с ОАО «НЭВЗ-КЕРАМИКС» (г. Новосибирск). Сроки выполнения – 06.03.2014-18.12.2014.
7. «Разработка методов синтеза кремнийорганических полимеров и способов формирования композиционных материалов на их основе» - договор с ОАО «НПО «Сатурн» (г. Рыбинск, Ярославская обл.). Сроки выполнения – 04.04.2014-30.12.2014.
8. «Разработка механохимической обработки биологически активных препаратов» - договор с ООО НВЦ «Агроветзащита» (г. Москва). Сроки выполнения – 20.02.2015-31.12.2015.
9. «Получение бронскерамических элементов из отечественного глиноземного сырья» - договор с ОАО «НЭВЗ-КЕРАМИКС» (г. Новосибирск). Сроки выполнения – 20.01.2015-29.04.2015.
10. «Разработка технологии получения нанодисперсного оксида висмута и нанодисперсного оксонитрата висмута» - договор с ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск). Сроки выполнения – 13.08.2015-15.11.2015.



**Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении
организации в соответствующем научном направлении
(представляются по желанию организации в свободной форме)**

**22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации
в соответствующем научном направлении, а также информация, которую ор-
ганизация хочет сообщить о себе дополнительно**

Основным направлением фундаментальных исследований Института химии твердого тела и механохимии СО РАН является химия твердого состояния. В отличие от других организаций, в том числе Института химии твердого тела в Уральском отделении РАН, в ИХТТМ СО РАН делается упор на исследование реакционной способности твердых тел - кинетики и механизма химических реакций, процессов на границах раздела, массо-переноса в кристаллах и композитах.

Наряду с этим Институт является научным центром, специализирующимся в области механохимии - молодого, но быстро развивающегося раздела современной химии твердого состояния. Это традиционно значимая область деятельности Института, направленная на создание методов интенсификации химических процессов в твердых телах, на экологизацию химических технологий, вовлечение в производство вторичных ресурсов, энергосбережение. Уникальность подхода Института к синтезу новых материалов базируется на сочетании глубокого понимания химии процессов и широчайших возможностях механохимии в получении веществ в активированном высокодисперсном состоянии. На основе этих подходов в Институте разрабатываются методы получения наночастиц, наноструктурированных композитов, методы плакирования порошков, поверхностного модифицирования и т.д. В прикладном отношении успехи достигнуты в синтезе оксидных и композиционных материалов, а также разработке механохимических методов получения биологически активных продуктов из биовозобновляемого сырья.

Институт проводит регулярную, раз в 3 года, международную конференцию «Фундаментальные основы механохимических технологий», объединяя российских и зарубежных механохимиков в рамках одного форума для обсуждения полученных результатов и обмена идеями для будущих исследований.

Институт является пионером развития методов исследования процессов в твердой фазе с использованием синхротронного излучения. Получены уникальные (как для России, так и для мировой науки) результаты по улучшению пространственных и временных характеристик оборудования на синхротронном излучении, включая обеспечение возможности исследований в режиме взрыва. В этом направлении Институт проводит кооперативные исследования с другими институтами РАН, вузами, предприятиями реального сектора экономики и зарубежными организациями.



В Институте проводится разработка новых материалов и процессов (фундаментальных основ технологий) для генерации электрической энергии с помощью новых источников, ее накопления и хранения. Работающие в Институте исследовательские группы по ионике твердого тела, литиевым аккумуляторам и электродным и мембранным материалам широко известны не только в России, но и за рубежом.

В Институте развивается химия твердых органических веществ, особенно тех из них, которые относятся к области молекулярных кристаллов, строение и свойства которых определяются законами супрамолекулярной химии. В Институте работает одна из сильнейших групп в мире и единственная в России в области исследования молекулярных кристаллов под действием высоких давлений и низких температур.

Институт организовал и регулярно проводит Всероссийскую конференцию с международным участием «Горячие точки химии твердого тела», выявляя наиболее интенсивно развивающиеся области химии твердого тела, в том числе химию молекулярных кристаллов.

Результатом развития проводимых в Институте исследований является создание основ новых технологических процессов, число стадий в которых должно быть существенно меньше по сравнению с традиционными, а экологическая чистота выше. Такие «сухие» (за счет исключения стадий перевода реагентов в жидкое состояние) технологии, как показывает мировой опыт, все больше и больше завоевывают признание и в ближайшем будущем станут одними из самых перспективных методов получения конструкционных и функциональных материалов, катализаторов, субстанций и лекарственных форм в фармации, различного рода наносистем для науки и техники.

Научная деятельность Института соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, утвержденным Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года № 899: Индустрия наносистем; Науки о жизни; Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники; Рациональное природопользование; Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

Проводимые исследования соответствуют критическим технологиям РФ: Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники; Биомедицинские и ветеринарные технологии; Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий; Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику; Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов; Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов; Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии; Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

Институт – один из учредителей научного журнала «Химия в интересах устойчивого развития» (директор Института академик Ляхов Н.З. – главный редактор журнала), в котором публикуются сообщения по химии процессов, составляющих основу принципиально



новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения.

В Институте существуют две официально признанные ведущие научные школы, поддерживаемые грантами Президента Российской Федерации, – под руководством академиков В.В. Болдырева и Н.З. Ляхова.

В 2013-2015 гг. Институт получил 3 гранта Совета по грантам Президента Российской Федерации для поддержки ведущих научных школ:

- Грант № НШ-221.2012.3. Ведущая научная школа академика РАН В.В. Болдырева «Развитие исследований физико-химических свойств и реакционной способности молекулярных кристаллов. Разработка научных основ создания гибридных многофункциональных материалов». Сроки выполнения - 2012–2013 гг. Объем финансирования – 1000 тыс. руб.

- Грант № НШ-279.2014.3. Ведущая научная школа академика РАН В.В. Болдырева «Исследование реакционной способности твердых веществ, включая молекулярные кристаллы, и их механохимическое модифицирование с целью развития методов физической фармации, извлечения полезных компонентов из природного сырья, создания новых материалов». Сроки выполнения - 2014–2015 гг. Объем финансирования – 620,1 тыс. руб.

- Грант № НШ-2938.2014.3. Ведущая научная школа академика РАН Н.З. Ляхова «Разработка новых и модифицированных функциональных материалов, в том числе наноразмерных и наноструктурированных, изучение свойств полученных материалов». Сроки выполнения - 2014–2015 гг. Объем финансирования – 620,1 тыс. руб.

Молодые ученые Института в 2013-2015 гг. получили 7 стипендий Президента РФ; 8 грантов Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «У.М.Н.И.К.»; 5 муниципальных грантов города Новосибирска для молодых ученых, 3 стипендии Правительства Новосибирской области, одну именную премию Правительства Новосибирской области в номинации «Лучший молодой исследователь». Из других премий и грантов следует отметить премию имени Ю.Т. Стручкова за лучшее научное исследование в области применения рентгеноструктурного метода для решения химических проблем за 2013 год и Грант Общероссийского конкурса молодёжных исследовательских проектов в области энергетики «Энергия молодости» в размере 1 млн. рублей для выполнения в 2015 г. проекта «Механохимическое получение новых видов твёрдого биотоплива из возобновляемого растительного сырья».

ФИО руководителя

Ляхов Н.З.

Подпись

[Подпись]

Дата

22.05.2014



057587