

ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ
 ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
 ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
 за 2019 г.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1	Информация о научной организации	
1.1.	Полное наименование	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук
1.2.	Сокращенное наименование	ФГБУН ИХТТ УрО РАН
1.3.	Фактический (почтовый) адрес	620990, Екатеринбург, ГСП, ул. Первомайская, 91
2.	Существующие научно-организационные особенности организации	
2.1.	Профиль организации	I – «Генерация знаний»
2.2.	Категория организации	1
2.3.	Основные научные направления деятельности	<p>Основные научные направления деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - химия твёрдого тела, - методология химического синтеза и теоретическая химия; - химия композиционных и керамических материалов; - научные основы экологически безопасных, ресурсосберегающих процессов и технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья. <p>Перечисленные направления соответствуют приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации в соответствии с приоритетами Стратегии научно-технологического развития, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642:</p> <p>а) переход к ...новым материалам....;</p>

		б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии. д) противодействие...техногенным угрозам....
--	--	--

РАЗДЕЛ 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

2.1. Цель Программы развития

Цель Программы – создание современного Института, ориентированного на разработку новых интеллектуальных материалов для генерации/распределения/хранения энергии и энергоэффективных технологий полной утилизации промышленных отходов с извлечением стратегических и дефицитных элементов на основе развития химии твердого тела, как *smart*-платформы материаловедения будущего. В рамках Программы предлагается провести ряд инфраструктурных мероприятий, повышающих потенциал Института, включая обновление парка научного оборудования, организацию научно-промышленной лаборатории «Перспективные химические источники энергии», регионального сертифицированного центра «Уральская аналитика», формирование и реализацию программ «Новые материалы», «Новые твердые сплавы», «Умные химические технологии», регионального проекта «Комплексная переработка красных шламов», включение в состав «Уральского научно-образовательного консорциума биомедицины, фармации и медицинской инженерии». Выполнение Программы позволит сохранить ведущие позиции Института в мировой и отечественной науке, значимость в академической и образовательной среде, восстановить и укрепить связи института с промышленными предприятиями химико-металлургического комплекса Уральского региона, а также способствовать решению проблем импортозамещения и обеспечению технологической безопасности Российской Федерации. Программа развития сформирована с учетом национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации на период до 2024 года (Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2018 г. №204), Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642), и иных нормативно-правовых актов Российской Федерации.

2.2. Задачи Программы развития

Организационные мероприятия Программы включают развитие кадрового потенциала Института, обновление научного оборудования, создание научно-образовательных центров и лабораторий, разработку и развитие межрегиональных программ и проектов. Научные задачи Программы ориентированы на развитие фундаментальных и прикладных исследований в области химии твердого тела и материаловедения, что позволит получить новые результаты международного уровня, повысить

публикационную активность сотрудников Института, создать условия для трансфера и коммерциализации инновационных разработок в области *hi-tech* материалов, технологий распределённой энергетики, фотовольтаики и фотоники, глубокой переработки промышленных отходов.

РАЗДЕЛ 3. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА «ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА КАК ПЛАТФОРМА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ БУДУЩЕГО»

3.1. Ключевые слова

Химия твёрдого тела, распределённая энергетика, материалы ХИТ, фотоника, бетавольтаика, металлические горючие, твердые сплавы, техногенные отходы.

3.2. Аннотация научно-исследовательской программы

Программа подчиняется общей концепции «*hi-tech* материаловедение XXI века» и ориентирована на разработку новых функциональных материалов и технологий для энергетики, химии, металлургии, экологии, медицины и др. Задачи Программы объединены на основе общего принципа энергоэффективности устройств и технологий, создаваемых на основе применения разрабатываемых материалов. Подразумевается, что устройства (реакторы, генераторы, конверторы, химические источники тока и т.п.) и протекающие в них технологические процессы, благодаря применению новых материалов отличаются выгодными энергетическими характеристиками, а сами технологии получения новых материалов будут энергоэффективными, в том числе, за счёт применения методов глубокой переработки техногенных отходов с извлечением редких и дорогостоящих элементов. Планируемые НИР ориентированы на разработку качественно новых видов «умных» материалов, позволяющих одновременно реализовывать несколько потребительских функций и их дальнейшее использование для создания: опытно-лабораторных высокоэффективных оксотехнологий переработки природного (природный газ, ПНГ), техногенного (биогаз, шахтный газ) и антропогенного (КБО, ТБО) сырья; новых твердых сплавов с повышенными эксплуатационными характеристиками для высококачественного бурового и металлорежущего инструмента; устройств глубокой очистки газовых и водных сред; линий переработки отходов промышленных производств для извлечения стратегических и дефицитных элементов с соблюдением принципов «зелёной химии»; источников энергии высокой плотности с градиционным и активным высвобождением (литий-ионных аккумуляторов и металлических горючих). Проект основывается на новизне и оригинальности подходов к созданию таких материалов, развиваемых с использованием методов химии твёрдого тела в сочетании с приёмами тонкого неорганического синтеза, управления химическим, фазовым и морфологическим составом, дисперсностью и реакционной способностью прекурсорных материалов, оценкой совместимости функциональных и вспомогательных материалов. Это позволит:

- 1). создать новые сложнооксидные материалы для электрохимических устройств с улучшенными функциональными свойствами и элементную базу систем прямой конверсии химической и тепловой энергии в электричество, получения водорода, химических источников тока различного назначения для развития систем распределённой энергетики, повышения эффективности энергогенерации, приближения её к потребителю и уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду;
- 2). разработать принципиально новую группу люминесцентных материалов для оптоэлектронных систем среднего ИК диапазона и элементную базу оптоэлектронных устройств для атмосферных оптических линий связи (АОЛС);
- 3). создать активные металлические горючие материалы для энергетических конденсированных систем на основе использования методов поверхностной модификации микро- и нанопорошков металлов гелями поливалентных металлов, интенсифицирующих доставку кислорода в зону реакции окисления, резкое увеличения скорости и полноты сгорания;
- 4). усовершенствовать методы синтеза и технологии производства высокоэнергетических катодных и анодных материалов для литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) и суперконденсаторов на основе композитных систем. Аккумуляторные батареи аэрокосмического и военного назначения должны иметь бóльший срок службы, чем батареи для коммерческого использования, расширенный диапазон рабочих температур и повышенную надёжность. Технологии предназначены для создания импортозамещающих производств материалов ЛИА специального назначения в РФ.
- 5). разработать энергоэффективные технологии для извлечения редких, рассеянных и редкоземельных элементов из техногенных отходов. В основу этих технологий положены принципы комплексной переработки, экономической эффективности технологических схем в виде замкнутых циклов, нейтрализация остатков согласно требованиям «зелёной химии» при сочетании методов химии твёрдого тела, гидрометаллургии, коллоидно-сорбционной химии.

3.3. Цель и задачи научно-исследовательской программы

Цель научно-исследовательской программы заключается в создании новых *smart*-материалов, в том числе наноматериалов, для современных технологий генерации и хранения энергии, аддитивных и нано-технологий, оксотехнологий переработки и утилизации широкого спектра углеродистого и углеводородного сырья, энергетических конденсированных, активных металлических горючих для военной техники, технологий возобновляемой энергетики, современных материалов для лазеров и оптоэлектронных систем, твердых сплавов повышенной прочности, энергоэффективных технологий переработки отходов промышленных производств с извлечением стратегических и дефицитных элементов.

Задачами программы являются:

- разработка физико-химических основ направленного формирования субмикронной, неоднородной структуры сложнооксидных соединений переходных металлов и получение материалов третьего поколения для электрохимических и термоэлектрических устройств распределённой энергетики;
- синтез, экспериментальное и теоретическое исследование новых перспективных оксидных и халькогенидных соединений с целью их практического приложения в качестве материалов оптики, фотовольтаики, фотокатализа;

- создание гидрометаллургических процессов, обеспечивающих глубокую, экономически и химически эффективную переработку техногенных отходов предприятий металлургического и энергетического комплекса Урала с их последующей коммерциализацией в виде технологий разделения, концентрирования и выделения цветных, редких и рассеянных элементов;
- разработка новых принципов получения энергоёмких металлических материалов для энергетических конденсированных систем специального назначения;
- создание новых биоактивных материалов для травматологии, имплантологии, стоматологии, лице-челюстной хирургии, восстановления опорно-двигательного аппарата, лечения патологий кальций-фосфорного обмена;
- разработка новых технологий получения оксидных функциональных материалов в реакциях горения и с помощью спрей-пиролиза для нужд теплоэнергетики;
- разработка способов получения высокоплотных твердых сплавов с заданным фазовым составом и однородной микроструктурой, обладающих повышенными физико-механическими свойствами, изучение механизмов роста карбидных зерен и поиск путей формирования плотной однородной субмикро- или нанокристаллической структуры твердого сплава, обеспечивающей ему сочетание высокой твердости, прочности, трещиностойкости и износостойкости.

3.4. Общая информация об исполнении исследовательской программы

Исследовательская программа Института успешно выполняется и отвечает стратегическим задачам развития Российской Федерации на период до 2024 года (Указ Президента Российской Федерации от 07 мая 2018 г. №204) и Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642). Из основных мероприятий, проведенных в рамках выполнения исследовательской программы, выделим:

Новые сложно-оксидные и композиционные материалы для электрохимических устройств третьего поколения.

Выполнены систематические исследования сложных и структурно неоднородных оксидов для распределённой энергетики с рекордными характеристиками на предмет термодинамической стабильности и активации процессов, обеспечивающих электронный и ионный перенос; раскрыт механизм формирования дефектов и наноразмерных гетерогенностей.

Продемонстрирована возможность создания реактора для одновременного парциального окисления легких углеводородов и расщепления воды с выделением чистого водорода. Трубчатая керамическая мембрана из оксида со смешанной проводимостью $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{FeO}_{3-\delta}$ испытана в реакторе, сочетающем процессы парциального окисления метана (POM) и расщепления воды (WS). Оценена тепловая мощность, показана стабильность параметров процесса POM + WS в течение 300 часов. Селективность процесса POM поддерживалась между 95,4 и 96,7%. Конверсия метана составляет 98,8%.

Перспективные материалы и технологии для оптики, фотовольтаики и фотокатализа.

Разработан ряд новых функциональных материалов для оптоэлектронных систем среднего (2.0 – 5.0 мкм) ИК диапазона, описаны технологии их получения и основные функциональные свойства. Конкретными задачами 2019 года являлись синтез и комплексное изучение новых групп люминесцентных материалов на основе активированных Tm^{3+} соединений со структурой

оливина NaREGeO_4 ($RE = \text{Nd, Tb, Dy, Ho, Tm, Lu, Y}$), $\text{NaY}_{0.99}\text{Tm}_{0.01}\text{GeO}_4$ и барий-иттриевого триортогерманата $\text{BaY}_{2-x}\text{Tm}_x\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ ($x = 0.005-0.4$), $\text{BaY}_{1.87}\text{Tm}_{0.03}\text{Dy}_{0.1}\text{Ge}_3\text{O}_{10}$, $\text{BaYb}_{2-x}\text{Ho}_x\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ ($x = 0.1-0.25$), а также наноструктурированных германатов на примере $A\text{La}_9(\text{GeO}_4)_6\text{O}_2$ ($A = \text{Li, Na, K, Rb, Cs}$). Синтезированные фазы были получены с применением твердофазного, цитратного и спрей-пиролизного методов. В широкой области длин волн исследованы спектрально-люминесцентные свойства фаз $\text{NaLa}_{9-x}\text{Tm}_x(\text{GeO}_4)_6\text{O}_2$ ($x = 0.025-0.8$), $\text{Sr}_2\text{La}_{8-x}\text{Tm}_x(\text{GeO}_4)_6\text{O}_2$ ($x = 0.025-0.15$) и триортогерманатов $\text{BaY}_{2-x}\text{Tm}_x\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ ($x = 0.005-0.4$), $\text{BaY}_{1.87}\text{Tm}_{0.03}\text{Dy}_{0.1}\text{Ge}_3\text{O}_{10}$, $\text{BaYb}_{2-x}\text{Ho}_x\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ ($x = 0.1-0.25$). Наилучшими свойствами обладают образцы, синтезированные твердофазным методом. Проведено квантовохимическое моделирование замещённых германатных оливинов $\text{Na}(\text{Y},\text{RE})\text{GeO}_4$. С использованием метода DFT рассмотрена относительная устойчивость и электронное строение ряда соединений NaREGeO_4 ($RE = \text{Sc, Y, Ac, La}$ и лантаноиды), а также NaYGeO_4 допированного RE. Сделано заключение о том, что решётка NaYGeO_4 является весьма толерантной средой для размещения ионов РЗЭ и создания новых люминофоров.

Жидкие, полимерные и неорганические электролиты для химических источников тока нового поколения.

Комплексом расчётных и экспериментальных методов исследована новая полимерная электролитная система на основе литированной мембраны Нафион (Нафион- Li^+) с бинарным пластификатором этиленкарбонат (EC)/сульфолан (SL). Изучены ранее неизвестные политермы набухания для индивидуальных EC и SL и их смесей; построены температурные и коцентрационные зависимости проводимости в интервале от -70 до $+80$ °C. Значения энергии активации проводимости укладываются в диапазон от 21-33 кДж/моль, что характерно для суперионных проводников. Для мембран, равновесно насыщенных бинарным растворителем EC-SL, значения проводимости при 25 °C на порядок выше, чем для плёнок Нафион- Li^+ , пластифицированных пропиленкарбонатом (1.0×10^{-5} См см^{-1}), но на порядок же ниже величин для плёнок, пластифицированных диметилсульфоксидом (ДМСО) (2×10^{-3} См см^{-1}). Исследована электрохимическая стабильности полимерных электролитов на основе Нафион- Li^+ , пластифицированной диглимом (DG), триглимом (TG) и бинарным пластификатором 20SL-80EC. Показано, что увеличение содержания сульфолана в смешанном пластификаторе SL-EC существенно повышает устойчивость полимерного электролита к окислению на аноде. Среди глимов для высоковольтных применений более интересен диглим.

Мембраны Нафион- Li^+ с разными пластификаторами (пропиленкарбонат (PC), смеси SL-EC различного состава) апробированы в качестве электролита/сепаратора в составе твердофазных электрохимических ячеек, моделирующих катодный и анодный полуэлементы и полный литий-ионный аккумулятор. Наилучшие характеристики продемонстрировали ячейки с мембранами, пластифицированными PC.

Научные основы химических процессов переработки техногенных отходов металлургии и энергетики с концентрированием и извлечением цветных, тяжёлых, редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

В рамках Программы развития разработаны технологии извлечения и концентрирования редких металлов, получения чистых соединений редких рассеянных металлов из красных шламов (КШ) – отходов глиноземного производства. Разработан способ 85-90% извлечения оксида алюминия из КШ автоклавным выщелачиванием в присутствии извести при соотношении CaO/SiO_2 , равном 1.5-2.0. Создана и опробована технология извлечения железа из КШ с дальнейшим использованием данного металла в

производстве чугуна. При выщелачивании боксита в присутствии порошка железа (5 мас.% Fe⁰) получен шлам с содержанием 41% Fe₃O₄ и 15.5% αFe₂O₃, остаточное содержание в магнетизированном шламе щелочей снижено до 1.5 % Na₂O. Разработки востребованы предприятиями цветной и чёрной металлургии России.

Новый принцип управления энергоёмкостью материала: поверхностно-индуцированные объёмные реакции.

Исследовано влияние малых добавок оксидов марганца, железа, кобальта и никеля на окисление порошка алюминия марки АСД-4 при нагревании в воздушной среде. Приготовление композитов Al/MO_x осуществляли путем пропитки порошка металла насыщенными растворами формиатов M(HCOO)₂ · 2H₂O (M = Mn, Fe, Co, Ni) и термообработки полученных смесей на воздухе с максимальной температурой отжига 375 °С. Установлено, что влияние модификаторов на интенсивность окисления зависит от характера межфазного взаимодействия на поверхности частиц. Образование жидкой фазы при взаимодействии оксидов алюминия и железа приводит к потере защитных свойств барьерным слоем продуктов окисления и ускорению процесса. Разработана технология конструирования активных металлических горючих для энергетических конденсированных систем, демонстрирующих экстремально высокие значения скорости и полноты сгорания.

Научные основы синтеза оксидных материалов в реакциях горения металлоорганических соединений.

Разработаны оригинальные технологии для отечественного производства катодных материалов для литиевых источников тока на основе составов LiNi_{1/3}Mn_{1/3}Co_{1/3}O₂; LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O₂ и Li_{1.2}Ni_{0.175}Co_{0.10}Mn_{0.525}O₂ (MNC) в нескольких вариантах процесса синтеза горения растворов (SCS) с оценкой расходных норм сырья, технологического времени и проектом участка по производству 1-2 т материала в год. Создана компьютерная программа SCSTempCal для моделирования температур, достигаемых при горении смесей в SCS, программа повышает воспроизводимость и качество конечного продукта – катодного материала для ЛИА. Исследована возможность укрупнения и уплотнения агрегатов частиц MNC проведением гетерогенного пиролитического синтеза с тонкодисперсным катодным материалом. Технология позволяет снизить долю низкоразмерной фракции порошка и тем самым повысить его устойчивость к воздействию электролита ЛИА. Методом механического смешения и последующего отжига выше температуры эвтектики выполнено покрытие катодного материала LiNi_{0.33}Mn_{0.33}Co_{0.33}O₂. Показано, что нанесение 1-3 масс.% покрытия из Li₃BO₃ повышает стабильность катодного материала MNC при циклировании со скоростью 0.5С до 99% на протяжении 100 циклов зарядки-разрядки, разрядная ёмкость ~ 160 мА·ч/г.

Разработаны условия синтеза линейки электродных материалов из LiCoO₂, LiFePO₄, LiMn_{1.5}Ni_{0.5}O₄, Co₃O₄, Fe₃O₄, Fe₂O₃/C, Li₄Ti₅O₁₂, Li₄Ti_{4.95}La_{0.05}O₁₂, Li₃VO₄, 0.5Li₂MnO₃-0.5LiMn_{0.333}Ni_{0.333}Co_{0.333}O₂, Li_{1.2}Ni_{0.2}Mn_{0.6}O₂ и др.

Кроме материалов для литиевых источников тока проведены исследования ХИТ с альтернативными носителями зарядов: натрием и серебром. Так разработан пригодный к масштабированию способ твердофазного синтеза и уточнены границы области существования твёрдых растворов CsAg₄Br_{3-x}I_{2+x} (0,38 ≤ x ≤ 0,5) с суперионной проводимостью по катионам серебра. Проведены фундаментальные исследования перспективных натрий-ионных проводников на основе двойных молибдатов со структурой аллюодита, установлен двумерный характер ионной проводимости.

Новые физико-химические методы изучения твердого тела.

Реализованы пионерские методологические разработки в области фотоэлектронной дифракции и голографии на примере поверхностей топологических изоляторов Bi_2Se_3 и Bi_2Te_3 , а также интерфейса $\text{Fe}/\text{Bi}_2\text{Te}_3$. Впервые реализован метод фотоэлектронной голографии с разрешением химических состояний элементов и предложен алгоритм 3D-визуализации атомной структуры поверхности твердых тел.

Перспективные твердые материалы на основе карбидов переходных металлов для металлообрабатывающего и горнопроходческого инструмента.

Высокоэнергетическим размолотом микрокристаллических порошков VC_y и TaC получены нанопорошки со средним размером частиц от 20 до 60 нм. Найдена зависимость содержания кислорода в нанопорошках карбида тантала от их удельной поверхности. Установлено, что кислород в нанопорошках TaC находится преимущественно в химически связанном состоянии, образуя на поверхности частиц 5-7 монослоев оксидной фазы Ta_2O_5 . Установлена экспериментальная зависимость пикнометрической плотности порошков VC_y от площади их удельной поверхности. Показано, что основной причиной уменьшения пикнометрической плотности порошков VC_y , как и в случае карбида тантала, является адсорбция кислорода на поверхности частиц карбида ванадия.

Показано, что механическая активация газовой сажи способствует разрушению агломератов и образованию углеродных наночастиц, а использование механоактивированной сажи при твердофазном синтезе способствует спеканию более плотных образцов карбидов.

Перспективный материал для дозиметрических детекторов.

Синтезированы и детально исследованы твердые растворы $\text{LiMgPO}_4:\text{Er}$. Установлено, что предел растворимости эрбия в фосфате составляет 0.25% по отношению к литию. Обнаружено более чем десятикратное усиление сигнала термолюминесценции по сравнению с матрицей. Установлена высокая чувствительность материала к малым дозам облучения и линейный характер дозовой зависимости. Показано, что спектральный состав термолюминесценции $\text{LiMgPO}_4:\text{Er}$ идентичен таковому для чистой матрицы LiMgPO_4 и не содержит линий, характерных для оптических переходов в эрбии. Высказано предположение о передаче энергии от РЗЭ к матрице как о возможном механизме увеличения световых выходов в облученном материале, содержащем редкоземельный элемент.

3.5. Краткое описание и ключевые характеристики результатов реализации исследовательской программ (полученных за отчетный период) и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)

По результатам реализации исследовательской программы сотрудниками Института опубликовано 175 статей, индексированных в международных базах данных WoS и Scopus, получено 26 патентов на изобретения и полезные модели, результаты использованы в контрактах и хозяйственных договорах с ПАО “Сатурн”, АО “НПО Лавочкина”, компания ИнЭнерджи, КЗТС, АО “ОКБ Новатор” и др. Отметим следующие результаты:

- разработку технологии производства линейки катодных материалов для литиевых аккумуляторов составов $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$; $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ и $\text{Li}_{1.2}\text{Ni}_{0.175}\text{Co}_{0.10}\text{Mn}_{0.525}\text{O}_2$ с характеристиками, не уступающими зарубежным аналогам;
- для компании ИнЭнерджи разработан первый в мире действующий прототип литий-ионного аккумулятора на основе системы $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/\text{LiFePO}_4$ с полимерным электролитом (литированной мембраной Нафион, пластифицированной пропиленкарбонатом), а также пригодный к масштабированию способ твердофазного синтеза суперионного проводника $\text{CsAg}_4\text{Br}_{3-x}\text{I}_{2+x}$, перспективного для создания полностью твердофазных химических источников тока с широким интервалом рабочих температур (*заявка на изобретение № 2019 136 073, опубли. 11.11.2019*);
- созданные в институте порошки на основе сплава алюминия с ванадием успешно испытаны в АО “НПО Лавочкина” для 3D печати деталей методом селективного лазерного сплавления (*патент № 27076648, опубли. 28.10.2019*);
- совместно с УГМУ разработан эффективный стоматологический гель на основе ГАП и NaF, обладающий реминерализующим действием (*патент № 2677231, опубли. 16.01.2019 и №2683255, опубли. 27.03.19*). Проводятся доклинические испытания материала имплантата, полученного путем нанесения ГАП разной дисперсности на пористый медицинский сплав, изготовленный по 3D-технологии;
- выполнение Институтом исследовательских работ физико-химического характера по тематике специальных материалов для ракетной техники с АО “ОКБ Новатор”.
- совместно с промышленными предприятиями региона (ОАО «УАЗ», ОАО «БАЗ», ОАО «КУМЗ» и др.), а также с рядом отраслевых институтов и малых предприятий разработаны технологические решения на получение оксида скандия, алюминия, железа и редкоземельных элементов из красных шламов – отходов производства алюминия, циркониевого и галлиевого производств, синтез лигатур и сплавов, содержащих рассеянные редкие металлы, получение полупроводниковых материалов. Два разрабатываемых направления Института по извлечению скандия и галлия внесены в «Сводную информацию о проектах по реализации политики импортозамещения в Свердловской области» по направлению научной деятельности «Горно-металлургический комплекс» (патенты: *№2680330, опубли. 19.02.2019; №2683149, опубли. 26.03.2019; № 2682359, опубли. 26.03.2019; №2687470, опубли. 13.05.19; №2707223, опубли. 25.11.19*);
- разработку линейки перспективных керамических люминесцентных материалов среднего (2.0 – 5.0 мкм) ИК диапазона на основе соединений со структурой оливина и барий-иттриевого триортогерманата. Для сложных германатов лантана со структурой апатита разработана оригинальная технология получения наноструктурированной керамики для создания плотных оптически прозрачных матриц (*патент №2690916, опубли. 06.06.2019*);
- разработку средства для контрастирования при рентгенодиагностике, обладающего пролонгированным во времени усилением контрастности. Такое свойство средства позволяет повысить точность диагностирования, уменьшить лучевую нагрузку на пациентов. Средство содержит наночастицы танталатов редкоземельных элементов и органическую добавку на основе глицеролата или диметилглицеролата кремния. Совместно с УГМУ проведены доклинические исследования лекарственных средств на животных, полученные результаты подтвердили безопасность его применения и достаточную рентгеноконтрастность при подкожном и внутримышечном введениях (*патент № 2697847, опубли. 21.08.2019*).

Научная значимость результатов исследовательской программы подчеркивается высоким процентом публикаций Института в высокорейтинговых международных журналах первого и второго квартилей – 20% и 19%, соответственно, от числа публикаций по данным WoS. Высокий уровень проводимых исследований определяется комплексным подходом, применяемым в Институте - он включает поиск и создание новых неорганических соединений и материалов, разработку оригинальных химических технологий, всестороннюю аттестацию структуры, состава и физико-химических свойств создаваемых веществ, моделирование материалов компьютерными методами квантовой химии и, наконец, создание действующих макетов и прототипов устройств и технологических решений.

3.6. Потребители (заказчики) результатов исследований научно-исследовательской программы (обязательно при наличии проектов, включающих проведение поисковых и прикладных научных исследований)

Прикладные результаты исследований предназначены для использования в организациях Минобороны, Минпромторга, Росатома, Роскосмоса, ГО и ЧС, РУСАЛа, и также предприятиях гражданского сектора. За отчетный год Институтом получено 26 патентов на изобретения и полезные модели. Совместно с группой компаний «Инэнерджи» (г. Москва) организована и успешно работает совместная лаборатория материалов распределённой и автономной энергетики. Получены интересные результаты и оформлен патент. Эти исследования стыкуются с Центром компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии (г. Черноголовка), с которым заключен договор о сотрудничестве. Успешно выполнен двухлетний контракт на разработку оригинальной отечественной технологии получения катодных материалов для литиевых источников тока с ПАО «Сатурн» (г. Ставрополь). В течение года проведена серия совместных совещаний с АО "Кировградский завод твердых сплавов" (г. Кировоград) на предмет заключения контракта по усовершенствованию твердых вольфрам-карбидных сплавов и технологий их получения, договор подготовлен и будет заключен в 2020 г. Успешно выполнен договор с АО «НПО Лавочкина» (г. Москва) на разработку порошков из сплава алюминия с ванадием для 3D-печати деталей повышенной прочности. Выполнены исследования по ряду спецтематик для АО «ОКБ Новатор» (г. Екатеринбург). Совместно с предприятиями Свердловской области (ОК РУСАЛ) разрабатываются передовые технологии переработки отходов глиноземного производства с извлечением редких металлов и их использования при выплавке сплавов совместно с ОАО «КУМЗ».

Также выполнялись хозяйственные договора с ОАО «Южноуральский завод радиокерамики», АО «Ирбитский молочный завод», ЗАО «НПП Машпром», ООО «Белоярская фабрика асбокартонных изделий» и др.

3.7. Новизна и исключительность (конкурентные преимущества), оценка конкурентоспособности на национальном и мировом уровне, влияние на политику импортозамещения, а также на развитие областей российской науки, на социально-экономическое развитие Российской Федерации, субъекта Российской Федерации

В Институте сформированы научные Школы, которые определяют конкурентоспособность организации на национальном и мировом уровне. Ведущие направления Института:

- моделирование структур и свойств материалов методами квантовой химии;

- новые сложно-оксидные и композиционные материалы для электрохимических устройств;
- переработка техногенных отходов металлургии и энергетики с концентрированием и извлечением цветных, тяжёлых, редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
- керамические материалы и технологий для оптики;
- синтез оксидных материалов в реакциях горения металлоорганических соединений;
- тугоплавкие соединения и материалы на основе карбидов переходных металлов;
- энергоёмкие материалы и технологии их создания.

Высокий научный статус организации подчеркивается уровнем публикационной активности и качеством публикаций – среднее число публикаций (WOS и Scopus) в отчетном году на одного научного сотрудника (из среднесписочного состава) составило ~ 1.7 статьи, процент публикаций в международных журналах – 59%, доля публикаций в журналах 1-го и 2-го квартилей – 39%. Отметим разработки с высокой степенью конкурентоспособности и важные с точки зрения политики импортозамещения:

1. Разработана оригинальная технология получения электродных материалов для литиевых источников тока в рамках договора с ПАО “Сатурн”. Созданная линейка катодных материалов превосходит аналоги из КНР и конкурентоспособна катодным материалам из Японии, Германии и США.
2. Разработана уникальная линейка керамических люминесцентных материалов для некогерентных источников инфракрасного излучения в диапазоне от 1 до 3 мкм. В области создания керамических материалов на основе германатов для ИК-источников разработки не имеют аналогов и являются конкурентноспособными.
3. Разработан первый в мире действующий прототип литий-ионного аккумулятора на основе системы $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/\text{LiFePO}_4$ с полимерным электролитом (литированной мембраной Нафион, пластифицированной пропиленкарбонатом).
4. Разработаны новые составы и технологии получения энергоёмких материалов для спецзадач, не имеющие аналогов в мире.
5. Разработаны оригинальные составы сложных и структурно неоднородных оксидов для распределённой энергетики с рекордными характеристиками. Созданные материалы конкурентноспособны на мировом рынке.
6. Изготовлен действующий прототип реактора для одновременного парциального окисления легких углеводородов и расщепления воды с выделением чистого водорода. Тестовые характеристики реактора свидетельствуют о высоком потенциале разработки и ее конкурентоспособности.
7. Высокий потенциал имеют разработки по извлечению и концентрированию редких металлов, получения чистых соединений редких рассеянных металлов из красных шламов – отходов глиноземного производства. В рамках исследовательской программы предложен оригинальный способ извлечения оксидов алюминия и железа из красных шламов. Разработки имеют приоритет и востребованы предприятиями цветной и чёрной металлургии РФ. Высокую заинтересованность к созданным разработкам высказывает бизнес КНР.

РАЗДЕЛ 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБУН Институт химии твёрдого тела УрО РАН является базовым исследовательским учреждением Уральского региона в области неорганической химии, химии твердого тела и физической химии. В Институте на окончание 2019 г. работало 191 человек (списочный состав), из которых 130 – исследователи (123 человека занимают научные должности, среднесписочный состав по стат. форме «ЗП-наука» – 104,2), включая 1 академика РАН, 1 чл.-корр. РАН, 26 докторов наук, 61 кандидатов наук; 55 сотрудников имеют возраст до 39 лет (включительно).

В мае – июне 2019 году в ИХТТ проведена аттестация практически всех научных сотрудников института, по результатам которой часть сотрудников была переведена по конкурсу на вышестоящие должности. Благодаря целенаправленной кадровой политике средний возраст работников Института понизился с 61,7 года до 49,2 лет.

Институт планомерно ведет работу по подготовке научных кадров. Треть сотрудников преподает в ВУЗах города и работает в совместных лабораториях с УрФУ, а также ведет образовательную деятельность в аспирантуре Института. В отчетном году в Институте прошли научную практику 36 студентов ВУЗов г. Екатеринбурга, выполнили квалификационные работы 16 человек, из них 10 – магистерские.

Институт имеет лицензию (№ 0148 от 19.07.2012, серия 90Л01 № 0000161) на осуществление образовательной деятельности по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению 04.06.01 - Химические науки и свидетельство (серия 90А01 № 0002668 от 15.03.2017) о государственной аккредитации образовательной деятельности в сфере подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. В 2019 в аспирантуре Института обучалось 11 очных аспирантов, один человек прикреплен в качестве соискателя ученой степени кандидата наук. В Институте действует диссертационный совет по защитах кандидатских и докторских диссертаций (Д 004.004.01). 5 молодых сотрудников защитили в 2019 г. кандидатские диссертации: трое – из числа ранее окончивших аспирантуру Института, двое – выпускников аспирантуры УрФУ.

В рамках настоящей Программы в ИХТТ УрО РАН в начале 2019 г. созданы 2 новых лаборатории, штат каждой из которых составляет 10 научных сотрудников, более 2/3 из них моложе 39 лет:

□ «Лаборатория перспективных функциональных материалов для химических источников тока», средний возраст сотрудников составляет 35,3 года; в составе лаборатории 1 доктор наук (заведующий) и 3 кандидата наук; кроме 10 штатных сотрудников также работает 4 совместителя на внебюджетных ставках (все молодые исследователи, из них трое – кандидаты наук). Тема государственного задания лаборатории на период 2019 - 2021гг. «Разработка электролитических и электроактивных материалов для химических источников тока нового поколения» утверждена и включена в план НИР ИХТТ УрО РАН.

□ «Лаборатория ионики твердого тела», все сотрудники которой относятся к молодым исследователям (средний возраст составляет около 26 лет), из которых четверо – очные аспиранты. Тема государственного задания лаборатории на период 2019 - 2021гг. «Разработка новых упорядоченных оксидов со структурой перовскита для высокотемпературных электрохимических приложений» утверждена и включена в план НИР ИХТТ УрО РАН.

В 2019 году молодые сотрудники возрастом не старше 39 лет руководили 8 проектами РНФ на сумму 14,3 млн рублей и 4 проектами РФФИ с общим финансированием около 2 млн. рублей. В 2019 г. молодыми учеными получено 3 гранта РНФ и 1 РФФИ.

Научная активность молодых сотрудников Института получила признание на региональном уровне:

- старший научный сотрудник, к.х.н. Еселевич Д.А. получил Премию Губернатора Свердловской области за лучшую работу в области химии твердого тела и электрохимии «Реакционная активность порошков алюминия, модифицированных Са, Ва и пентоксидом ванадия»;
- старший научный сотрудник, к.х.н. Бакланова Я.В. стала победительницей Областного конкурса «Женский облик в науке» в номинации «Общественное признание».

В 2019г. аспирант Института Политов Б.В. получил стипендию Президента и Правительства 2019 для студентов и аспирантов, а аспирант Попов И.Д. – стипендию Губернатора Свердловской области для аспирантов 2019-2020 гг.

РАЗДЕЛ 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ

За отчетный период в Институте выполнены следующие мероприятия по развитию научно-исследовательской инфраструктуры:

1. Организован Центр «УРАЛЬСКАЯ АНАЛИТИКА» – проект глубокого перевооружения Института аналитическим оборудованием мирового класса. На первом этапе проведен капитальный ремонт помещения из средств субсидии, выделенной на эти цели Институту. Закуплен, установлен, запущен в эксплуатацию, проведено обучение персонала из научных сотрудников Института (6 человек) новый прибор – **рамановский КР-спектрометр Renishaw (UK)**, приобретен за счет средств гранта по Программе развития Института. Дополнительно к Центру приписаны имеющиеся в Институте масс-спектрометры для элементного анализа ELAN 9000 (Perkin Elmer). В дальнейшем Центр будет наполнен аналитическим оборудованием для элементного и спектрального анализа веществ, синтезированных в Институте. Центр будет оказывать услуги сторонним организациям РАН и ВУЗов города. В отчетный период к работе на КР-спектрометре допущен сотрудник из Института органического синтеза УрО РАН. Руководителем Центра назначен приказом директора Института старший научный сотрудник, к.х.н. Волков И.В.

Организована молодежная лаборатория “Перспективных функциональных материалов для химических источников тока” (рук. д.х.н. Бушкова О.В.). На ее основе создана научно-промышленная лаборатория «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА» Института химии твердого тела УрО РАН и группы компаний «ИнЭнерджи», также подписан договор о сотрудничестве с Центром компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии (г. Черноголовка). Лаборатория получила проект РНФ № 18-19-00014 “Молекулярные механизмы фазового разделения и суперионная проводимость в полимерных электролитах для химических источников тока” с ежегодным финансированием 6 млн. рублей. На средства грант РНФ лаборатория приобрела **дифференциальный сканирующий калориметр DSC 214 Polyma фирмы NETZSCH**. Для успешной работы лаборатории выделены и отремонтированы (за счет субсидии на капитальный ремонт) дополнительные площади 50 м².

Организована молодежная лаборатория “Ионики твердого тела” (рук. к.х.н. Сунцов А.Ю.). Руководитель лаборатории к.х.н. А.Ю. Сунцов получил поддержку проекта РНФ № 19-79-10147 «Фундаментальные основы дизайна новых оксидных материалов с высокой кислородной емкостью для безвоздушного окисления углеводородов» сроком на три года с объемом ежегодного финансирования 2,5 млн. рублей. Для успешной работы лаборатории выделены дополнительные площади 75 м².

2. Приказом директора Института организован отдел “Оксидные материалы” под руководством академика РАН В.Л. Кожевникова, куда входит молодежная лаборатория. На базе отдела реализуется программа «ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НОВЫХ ОКСОТЕХНОЛОГИЙ». Программа включает научные исследования и создание компактных интегрированных реакторов для окислительной конверсии природного и попутного нефтяного газов, биогаза с получением водорода, метанола и диметилового эфира, а также установок высокоэффективного сжигания углеродистого и углеводородного сырья и отходов для тепло- и энергогенерации. Заключен договор о создании совместной научной лаборатории “Материалы и устройства электрохимической энергетики” с профильными организациями: ИВТЭ УрО РАН и ИЕНиМ УрФУ.
3. Проведены организационные мероприятия по оформлению программы «НОВЫЕ ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ» совместно с предприятиями Урала и России. Программа направлена на разработку твёрдых и тугоплавких сплавов с повышенными эксплуатационными характеристиками и новых технологий их получения. Руководит программой к.х.н. Курлов А.С. Подготовлен хозяйственный договор с Кировоградским заводом твердых сплавов.

РАЗДЕЛ 6. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью повышения качества проводимых исследований научные сотрудники Института в отчетном году проводили совместные работы с ведущими зарубежными учеными из Австрии, Англии, Белоруссии, Германии, Израиля, Индии, Испании, Италии, Казахстана, Китая, Польши, Португалии, США, Турции, Франции, Чехии, Швейцарии, Швеции, Шотландии, Эстонии, Южной Кореи, Японии), сотрудниками научных учреждений страны (Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Владивостока, Томска, Красноярска Волгограда, Сыктывкара и др.) и Уральского отделения РАН (ИФМ УрО РАН, ИОС УрО РАН, ИМЕТ УрО РАН, ИВТЭ УрО РАН), а также с представителями вузовской науки из Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. В феврале 2019 г. подписано Соглашение между ИХТТ УрО РАН и ИПХФ РАН (ФГБУН «Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка Московской обл.) о консорциуме организаций по реализации программы Центра по технологиям новых и мобильных источников тока. Поэтому около 60% работ, опубликованных в 2019 г., основываются на результатах совместных исследований с коллегами из других организаций.

Для стимулирования публикационной активности сотрудников Института в 2019 г. разработано и утверждено «Положение о порядке стимулирования публикационной активности научных работников Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук» от 7 июня 2019 г. с ежеквартальной выплатой премий за публикации в изданиях, входящих в систему цитирования WoS и Scopus. Стимулирование изобретательской деятельности определено «Положением о стимулировании изобретательской активности работников

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук», утвержденным 6 декабря 2019 г. и предусматривающим премиальные выплаты по итогам текущего года. Кроме того, по итогам года научным работникам Института выплачиваются премии по показателям результативности научной деятельности (ПРНД), определяемым на основании соответствующего Положения, утвержденного ранее в 2013г с поправками в 2016 -2017 гг.

Вследствие принятых мер в 2019 г. сотрудниками Института опубликовано 165 статей в изданиях, входящих в систему цитирования WoS и Scopus, отправлено 18 заявок в ФИПС на патенты на изобретения, получены 26 охранных документов на интеллектуальную собственность Института.

Молодой сотрудник Института Садовников С.И. был признан победителем конкурса «Молодежная премия ВОИР-2019» Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов за изобретение «Способ получения нанокристаллического порошка сульфида серебра» (лауреат и дипломант конкурса). Информация и заметки о награждении опубликованы в газетах «Поиск», «Наука Урала», на сайтах Роспатента, ВОИР, Научная Россия, Science TV и др.

Развитию научных коммуникаций и популяризации результатов исследований Института способствует участие в работе научных симпозиумов, конференций, семинаров и школ. За истекший год 52 сотрудника выступили с устными докладами на международных и отечественных мероприятиях с международным участием.

Развитию коммуникаций с представителями промышленных предприятий и бизнеса способствует участие Института в российских и региональных выставках. В отчетном году получены:

- Диплом почтения и благодарности за активное участие в организации и проведении XII Московского международного Салона изобретений и инновационных технологий «АРХИМЕД-2019», где сотрудники Института Волков И.В. , Иошин А.А., Поляков Е.В. получили Бронзовая медаль за разработку «Способа очистки водных растворов от тяжелых металлов и радионуклидов».
- Диплом Лауреата в номинации «Научные разработки» за научно-технические разработки в области переработки техногенных отходов, очистки сточных вод, загрязненных почв на Межрегиональной специализированной выставке VIII Уральского горнопромышленного форума «ГОРНОЕ ДЕЛО-Ural Mining, 2019».
- Благодарственные письма сотрудникам ИХТТ от Администрации г. Екатеринбурга за активное участие в проведении юбилейной X Выставки «Иннопром 2019» , где выставочных площадях было представлено более 600 экспонатов из 22 стран.

Традиционно ИХТТ УрО РАН выступает в качестве организатора и активного участника Зимних школ по химии твердого тела, проводимых феврале Институтом естественных наук и математики УрФУ, где ведущие сотрудники Института выступают с докладами и лекциями перед студентами, аспирантами и молодыми учеными вузов, научных учреждений города и страны.

Сотрудники Института активно участвуют в привлечении талантливой молодежи к научной деятельности путем чтения научно – популярных лекций в школах (средняя школа № 150, Екатеринбург, 1.09.2019: проф. Красненко Т.И. и кхн Ротермель М.В., лекция «Экологические катастрофы водных объектов на территории медно-колчеданных месторождений Урала»), и на специализированных площадках города (галерея «Главный проспект», 20.06.2019, акад. Кожевников В.Л., лекция «Необычные свойства нестехиометрических оксидов и их применение для решения проблем энергетики и экологии»). Трое сотрудников

Института участвовали в качестве организаторов и членов жюри Свердловского химического турнира школьников «СХТ-2019». Аспирант Попов И.Д. прочитал научно-популярную лекцию "Что такое наноматериалы и зачем они нужны" для участников Свердловского химического турнира среди учеников школ (16.11.2019).

Молодые сотрудники института Попов И.Д. и Дорошева И.Б. 09.07.2019 приняли участие в научно-популярном мероприятии Science Bar Hopping в г. Екатеринбурге с научно-популярными докладами. (Сюжет на ОблТВ с интервью <http://www.obltv.ru/news/science/prosto-o-slozhnom-v-barakh-ekaterinburga-proshyel-festival-nauchnykh-lektsiy/>; материал на The Village <https://www.the-village.ru/village/weekend/people-weekend/354635-big-bang-theory>) Темы докладов: Попов И.Д. «Зачем ученым инструменты по цене небольшого государства?», Дорошева И.Б. «Наноборка планеты: физики за экологическую безопасность». Освещению общих вопросов о совместных международных исследованиях посвящено выступление Попова И.Д. в эфире научно-популярной программы «Радиолaborатория» радиостанции «Серебряный дождь» (эфир от 04.10.2019).

Развитию коммуникаций Института с представителями бизнеса способствуют выступления сотрудников Института на совещаниях и круглых столах по актуальным проблемам переработки техногенного сырья. С целью пропаганды прикладных разработок в отчетном году завершено формирование монографии под условным названием «Зеленая книга», где собраны основные достижения и разработки последних лет, посвященные решению экологических проблем России и Уральского региона, в частности.

Высокая научная квалификация сотрудников ИХТГ УрО РАН находит отражение в их работе в качестве экспертов Министерства науки и образования РФ, ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы", ОАО Роснано, РАН и научных фондов (РНФ, РФФИ, Фонд содействия инновациям): за отчетный период проведена экспертиза 158 отчетов и заявок по проектам различного уровня, даны 25 отзывов на отчеты по темам НИР различных организаций. Зам. директора по научным вопросам, д.х.н. Е.В. Поляков является экспертом Департамента Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Уральскому федеральному округу. Зам. директора по научным вопросам, к.х.н. А.Н. Енящин провел экспертизу проекта Израильского научного фонда (Israel Science Foundation).

РАЗДЕЛ 7. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ.

Выполненные мероприятия:

1. Проведена *оптимизация организационно-штатной структуры Института* и исследовательских государственных тем. В 2019 г. в рамках Программы развития в Институте организовано две молодежные лаборатории по 10 сотрудников в каждой. Организован отдел "Оксидные материалы", куда одна из молодежных лабораторий входит в качестве составной части. Таким образом, на сегодняшний день, в Институте существует 11 лабораторий. Анализ выполнения государственных заданий Института прошлых лет выявил необходимость укрупнения исследовательских тем за счет объединения профильных и перекрывающихся тем отдельных лабораторий. В результате было сформировано четыре крупные темы и две отдельные

темы молодежных лабораторий согласно регламенту их формирования. Анализ первого года выполнения государственного задания показал правильность выбранной стратегии по укрупнению исследовательских тем государственного задания.

2. *Совершенствование системы премирования за публикации и патенты.* В Институте введена новая система премирования и выплат стимулирующих надбавок научным сотрудникам. Разработаны и утверждены на Ученом совете Института соответствующие Положения. Сформулированы две стратегические задачи по выплатам стимулирующих надбавок и премирования научных сотрудников: 1). Выполнение майского указа Президента № 599 от 07 мая 2012 года о “О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки”; 2). Повышение публикационной активности научных сотрудников и качества публикаций. Обе задачи выполнены. По числу публикаций и положительных решений на изобретения Институт перевыполнил показатели, заявленные в плане Программы Развития.
3. *Обучение руководящего состава.* Руководящий состав Института в 2019 г. прошел обучение и повышение квалификации по следующим программам:
 - директор и начальник отдела кадров прослушали десятидневный курс лекций по теме “Противодействие коррупции” в Уральской академии госслужбы. Приказом директора начальник отдела кадров назначен председателем комиссии по этике и конфликтам интересов и ответственным за работу в Институте по направлению противодействия коррупции;
 - заместитель директора по общим вопросам прошел курс обучения должностных лиц и работников гражданской обороны в объеме 12 часов для членов комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности организаций;
 - ведущий инженер, ответственный за воинский учет, прошел двухнедельный курс обучения “Защита государственной тайны” и назначен уполномоченным от Института по взаимодействию с РСЦ УрО РАН.
 - главный инженер и главный энергетик прошли плановое обучение по программам: “Общие требования промышленной безопасности”, “Эксплуатация тепловых энергоустановок и тепловых сетей”, “Эксплуатация электроустановок”, “Промышленная безопасность. Сосуды под давлением”;
 - главный бухгалтер участвовал в работе семинаров по темам: “Реформирование бухгалтерского учета”, “Командировочные и представительские расходы”, “Подготовка годовой бухгалтерской отчетности”;
 - специалист по аспирантуре прошел обучение по дополнительной профессиональной программе “Новое в организации и осуществлении образовательной деятельности по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре”.
4. *Организация эффективного контроля отработанного времени сотрудниками Института.* В 2019 г в Институте организована новая схема контроля отработанного сотрудниками Института времени. Руководителям структурных подразделений предоставляются данные ежедневного прихода/ухода сотрудников на работу/с работы. Показатели трудовой дисциплины влияют на размеры стимулирующих выплат и премий. Анализ результатов за год показал эффективность контроля рабочего времени сотрудников в плане повышения трудовой дисциплины.

РАЗДЕЛ 8. СВЕДЕНИЯ ОБ УЧАСТИИ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В ВЫПОЛНЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ И ВКЛАДЕ В ДОСТИЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗНАЧЕНИЙ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «НАУКА» И ВХОДЯЩИХ В ЕГО СОСТАВ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ¹

Участие ИХТТ УрО РАН в выполнение нацпроекта “НАУКА”:

1. Объем средств из федерального бюджета, предоставленного ИХТТ УрО РАН в рамках реализации мероприятий национального проекта “Наука”:
 - Субсидия на 2019 год на выполнение научно-исследовательской программы “Химия твердого тела как платформа развития энергоэффективных технологий и материалов будущего” - 132 945,6 тыс. рублей. Указанные средства полностью освоены.
 - Субсидия на капитальный ремонт лабораторных помещений – 4 000 тыс. руб. Указанные средства полностью освоены.
2. Задание по числу публикаций научных статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных: WOS - 160 статей (план на 2019 г. - 159), Scopus – 175 статей (план на 2019 г. - 164).
3. Число заявок на регистрацию объектов интеллектуальной собственности (изобретений, полезных моделей, промышленных образцов) - 18 шт. (план на 2019 г. – 18 шт.).
4. Число исследователей до 39 лет – 55 человек (план – 54 чел.)
5. Размер внебюджетных средств - 63943,6 тыс. руб.

Участие в Федеральном проекте “Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в РФ”:

1. Обновление не менее 50% приборной базы Института: Субсидия на 2019 год на закупку оборудования – 17 000 тыс. руб. Закуплен и запущен в эксплуатацию Рамановский КР-спектрометр Renishaw (UK). Программа выполнена на 8.2% (план на 2019 г. – 8.29%)

Участие в Федеральном проекте “Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок”:

1. Обучение в 2019 г прошло обучение 11 аспирантов, число защитивших кандидатские диссертации молодых сотрудников института– 5 человек.
2. Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет (включительно), в 2019 г. составила 12,7% (план – 7%).
3. Создание двух новых “молодежных” лабораторий (2/3 сотрудников лаборатории в возрасте до 39 лет) – 2 лаборатории, субсидии на содержание лабораторий – 22370,1 тыс. руб. (план выполнен).
4. Количество сотрудников, входящих в кадровый резерв – 2 сотрудника (план выполнен).

¹ Заполняется с обязательным представлением информации об объемах средств федерального бюджета, предоставленных организации в рамках реализации мероприятий национального проекта «Наука» (грант, соглашение о предоставлении субсидии и др.), освоении/не освоении (с указанием причин) указанных средств.

5. Доля диссертаций, основные результаты которых опубликованы в не менее 2 статьях в научных журналах, индексируемых в международных базах данных, – 100% (план выполнен).

РАЗДЕЛ 9. СВЕДЕНИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ ПЛАНОВЫХ ОБЪЕМОВ ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ (Форма прилагается)

РАЗДЕЛ 10. ОЦЕНКА РИСКОВ И ПРОБЛЕМ, СВЯЗАННЫХ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

10.1 Оценка рисков и выявление источников их появления

При выполнении Программы развития ИХТТ УрО РАН выявлены следующие слабые места, требующие внимания:

1. Недостаточное финансирование Программы по обновлению парка научного оборудования. В настоящее время расчет выделяемых средств на соответствующий грант ведется, исходя из балансовой стоимости имеющегося в институте оборудования со сроком эксплуатации 20 лет и выше, т.е. имеет очень низкую балансовую стоимость. Институт рассчитывает на увеличение финансирования данной Программы.
2. Высокие требования по числу публикаций. Институт всегда отличался хорошей публикационной активностью и в последние годы вышел на “насыщение” по числу публикаций. В институте проведен анализ публикационной активности сотрудников института по должностям. Основная нагрузка лежит на главных (27.6%), ведущих (25.1%) и старших (32.2%) научных сотрудниках, т.е. на сотрудников старшего поколения. Искусственное замещение в лабораториях ученых старшего поколения молодыми исследователями создает риск снижения показателей по числу публикаций. В Программе развития сделано правильное решение об организации дополнительных молодежных лабораторий с их постепенным встраиванием в “темпы” публикационной активности института.
3. Необходимость научной аспирантуры. В институте видится серьезная проблема в том, что аспиранты большую часть рабочего времени учатся по программам аспирантуры и не имеют времени на свои научные исследования. В результате снижается уровень их научных результатов и показателей, необходимых как самим аспирантам для защиты кандидатских работ, так и Институту в целом.
4. Необходимость в увеличении заработной платы сотрудникам управленческих структур и инженерам Института. Эти категории работников не подпадают под майские указы Президента № 599 от 07 мая 2012 года о “О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки”. В 2019 году средняя зарплата научных сотрудников в Институте составила 70254 руб. (без учета выплат через РФФИ), а других категорий работников Института (без уборщиц) - 31276 руб. Серьезная разница в заработной плате формирует риски снижения качества управляемости и обслуживания здания Института. В настоящее время единственным способом увеличения зарплаты отмеченных категорий работников Института является премирование из накладных расходов проектов и хозяйственных договоров, однако этих средств не достаточно.

5. Рост неуверенности работников Институтов в связи с возможными процессами реорганизации, а также негативные ожидания, связанные с закрытием научных тематик, сокращением обслуживающего персонала, падением оплаты труда инженерного и обслуживающего персонала..
6. Рост бюрократической нагрузки, снижение гибкости системы управления институтами со стороны Министерства. В 2019 году доля административно-управленческого и вспомогательного персонала Института сократилась по сравнению с 2018 годом с 17.3% до 16.7% от общего числа работников ИХТТ УрО РАН. Этот показатель низок и свидетельствует об эффективности работы управленческого аппарата. Но отчетность и нагрузки год от года возрастают. Администрация Института вынуждена привлекать к управленческой работе научных сотрудников по совместительству.
7. Плохое состояние (оснащение) мастерских, отсутствие возможности изготовления макетов и прототипов устройств собственными силами.

10.2 Оценка проблем и выявления причин их возникновения

Из перечисленных рисков выполнения Программы развития ИХТТ УрО РАН наиболее чувствительными являются проблема обновления научного парка, особенно в части дорогостоящего оборудования, например, растрового электронного микроскопа высокого разрешения. Приборы такого уровня Институт не может закупить из своих внебюджетных доходов, выделяемые Институту средства из Программы развития также пока не позволяют приобрести столь нужное Институту оборудование. Вторая ключевая проблема – высокие требования по публикационной активности. Существует риск дублирования публикаций, мелкотемья, снижения уровня сотрудничества с другими учреждениями науки, в том числе, с зарубежными коллегами. Эти факторы риска заложены в формуле расчета качества публикационной активности Института. Третья важная проблема – отсутствие собственного производственного участка для создания макетов и прототипов. Эта проблема существует у Института давно и будет решаться в рамках Программы развития.

РАЗДЕЛ 11. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ (Форма прилагается)

РАЗДЕЛ 12. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ В ОТНОШЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

Программа развития ИХТТ УрО РАН реализуется в соответствие с поставленными целями и задачами (Разделы 2 и 3, Программа развития ИХТТ УрО РАН). Все мероприятия, запланированные на 2019 год (Раздел 8 Программы развития ИХТТ УрО РАН), выполнены в полном объеме.

В рамках выполнения мероприятий Программы развития получены фундаментальные научные результаты в соответствии с Разделом 3 Научно-исследовательской Программы ИХТТ УрО РАН. Опубликовано 175 статей в журналах, индексируемых в базе данных Scopus, получено 26 патентов на изобретения и полезные модели. Это превышает запланированные показатели на

2019 год. Помимо исследований в рамках государственного задания в Институте выполнялись работы по 14 проектам РФФИ и 12 проектам РНФ.

Полностью выполнены обязательства по закупке нового оборудования в рамках Программы развития, кроме того дополнительно закуплено научное оборудование за счет внебюджетного финансирования (проекты РФФИ, РНФ и хоздоговоры). Организован Центр “Уральская аналитика”, который предполагается оснастить оборудованием, которое закуплено и будет закупаться в рамках Программы развития. Выполнялись мероприятия, заложенные в разделе 5.2 Программы развития по направлениям и механизмам развития научно-исследовательской инфраструктуры Института.

Организованы две молодежные лаборатории с самостоятельными научно-исследовательскими темами, для их размещения дополнительно отремонтированы лабораторные помещения площадью 125 м². Молодежные лаборатории опубликовали в 2019 г. 16 статей и 1 патент. За счет молодежных лабораторий и приема молодых сотрудников в другие подразделения удалось снизить средний возраст работников института с 61 года до 49 лет.

Выполнены работы по капитальному ремонту лабораторий за счет предоставленной Институту субсидии, общая площадь отремонтированных помещений – 330 м².

Выполнены хозяйственные договоры с ПАО “Сатурн”, ОАО “Южноуральский завод радиокерамики”, АО “Ирбитский молочный завод”, ЗАО “НПП Машпром”, ООО “Белоярская фабрика асбокартонных изделий”, АО “НПО Лавочкина”, КЗТС, АО “ОКБ Новатор”. Подготовлены к подписанию хоз. договоры с КЗТС, АО “ОКБ Новатор”, компанией ИнЭнерджи, новые договоры с ПАО “Сатурн” и АО “НПО Лавочкина”.

Предлагаемые решения в отношении мероприятий Программы развития:

В целях успешной реализации Программы развития ИХТТ УрО РАН необходимо продолжить процесс обновления научно-исследовательской инфраструктуры ИХТТ. Задачей на 2020 год является завершение мероприятий, направленных на создание безопасных и комфортных условий труда сотрудников ИХТТ УрО РАН и проведение капитального ремонта лабораторий Института. Актуальным является закупка нового исследовательского оборудования в соответствии с Программой по замене 50% исследовательского оборудования в институтах 1 категории, рассчитанной на 5 лет.

Директор ИХТТ УрО РАН, д.х.н.
31.01.2020
(Дата месяц и год)



М.В. Кузнецов

Форма представления сведений о выполнении плановых объемов финансового обеспечения Программы развития в разбивке по мероприятиям¹

№ п/п	Наименование раздела, мероприятия ²	Показатель ¹	План, тыс. руб.	Факт, тыс. руб.	Отклонение, тыс. руб.	Обоснование
1	2	3	4	5	6=5-4	7
		Общий объем финансового обеспечения программы развития	178417,3	206353,9	27936,6	
		Из них:				
		субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	134228,3	134228,3	0	
		субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования				
		субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации	8182	8182	0	
		субсидии на осуществление капитальных вложений				
		средства обязательного медицинского страхования				
		поступления от оказания услуг (выполнения работ) на платной основе и от иной приносящей доход деятельности	36007	63943,6	27936,6	
		В том числе, гранты	27500	40 800	13300	
	Раздел 3 Научно-исследовательская программа	Общий объем по разделу 3	132945,6	132945,6	0	
	3.1. Мероприятие: исследования по теме "Фазовые превращения в нестехиометрических соединениях переходных металлов с кислородом, углеродом и серой"	Общий объем по мероприятию 3.1.	11646,2	11646,2	0	

3.2 Мероприятие: исследования по теме "Научные основы создания новых материалов для энергоэффективных технологий и распределённой энергетики"	Общий объем по мероприятию 3.2.		27065,6	27065,6	0
3.3 Мероприятие: исследования по теме "Новые функциональные материалы для перспективных технологий: синтез, свойства, спектроскопия и компьютерное моделирование"	Общий объем по мероприятию 3.3.		46882,4	46882,4	0
3.4 Мероприятие "Физикохимия гетерогенных превращений в ресурсосберегающих химико-технологических процессах и сорбционном извлечении радионуклидов"	Общий объем по мероприятию 3.4.		24981,3	24981,3	0
3.5 Мероприятие "Разработка электролитических и электроактивных материалов для химических источников тока нового поколения"	Общий объем по мероприятию 3.5.		11008,2	11008,2	0
3.6 Мероприятие "Разработка новых упорядоченных оксидов со структурой перовскита для высокотемпературных электрохимических приложений"	Общий объем по мероприятию 3.6.		11361,9	11361,9	
Раздел 4 Развитие кадрового потенциала организации	Общий объем по разделу 4		1282,7	1282,7	
4.1. Мероприятие "Подготовка научных кадров в аспирантуре"	.....		1282,7	1282,7	
Раздел 5 Развитие научно-исследовательской инфраструктуры организации	Общий объем по разделу 5		21100	21100	
5.1. Мероприятие "Покупка научного оборудования"	.....		17000	17000	

5.2. Мероприятие "Модернизация инфраструктурных единиц (кап.ремонт)"	.....		4000	4000	
5.3. Мероприятие "Проведение специальной оценки условий труда"	.....		100	100	
Раздел 6 Развитие системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований	Общий объем по разделу 6		0	0	
Раздел 7 совершенствование системы управления организации	Общий объем по разделу 7		560,4	560,2	0
7.1. Мероприятие "Совершенствование электронного документооборота в организации"	.....		442,2	442,2	0
7.1. Мероприятие "Организация обучения сотрудников аппарата управления Институтом"	.....		118,2	118,2	0
Раздел 8 Сведения о роли научной организации в выполнении мероприятий и достижении результатов и значений целевых показателей национального проекта "Наука" и входящих в его состав федеральных проектов	Общий объем по разделу 8		17000	17000	0
8.1. Мероприятие "Обновление приборной базы"	.....		17000	17000	0

1. В соответствии с заключенными организацией соглашениями с ФОИВами, с фондами и др.
2. Указываются только те разделы и мероприятия, по которым было запланировано осуществление расходов в отчетном году
3. Указываются только те показатели, по которым было запланировано осуществление расходов в отчетном году

Директор ИХТТ УрО РАН, д.х.н.

31 января 2020 г.



М.В. Кузнецов

Годовой отчет о выполнении целевых показателей Программы развития

№ п/п	Целевые показатели реализации Программы развития	Профиль организации	Единица измерения	План	Факт	Отклонение	Обоснование
1	2	3	4	5	6	7=6-5	8
Основные целевые показатели							
Научно-исследовательская деятельность							
1.	Количество статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных	1	ед.	164	175	11	
1.1.	В том числе количество статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития		ед.	164	175	11	
1.1.1.	Из них: число статей, в изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science Core Collection (WoS)		ед.	159	160	1	На 31.01.2020 не все статьи, вышедшие в изданиях WoS, проиндексированы в системе
1.1.2.	Число статей в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus		ед.	164	175	11	
2.	Число заявок на получение патента на изобретение, включая международные заявки		ед.	18	18		
2.1.	В том числе заявок на получение патента на изобретение по областям, определяемых приоритетами научно-технологического развития		ед.	18	18		
2.1.1.	Из них: международные заявки на получение патента на изобретение		ед.	1	1		
3.	Количество заключенных лицензионных договоров о предоставлении права использования изобретений, охраняемых патентом		ед.	0	0		
4.	Количество полученных охранных документов на РИД		ед.	17	26	9	В связи с введением электронной системы регистрации сократился срок рассмотрения заявок, получены охранные документы как по заявкам 2018 г., так и частично 2019г.
5.	Количество разработанных и переданных для внедрения и производства технологий		ед.	1	1		

6.	Число внесенных в Государственный реестр селекционных достижений		ед.				
7	Объем внебюджетных средств		тыс. руб	36007	63943,60	27936,60	
Кадровый потенциал организации							
1.	Численность исследователей		чел.	130	130		
1.1.	Численность исследователей в возрасте до 39 лет (включительно)		чел.	54	55	1	
2.	Численность аспирантов		чел.	11	11		
2.1.	Из них: численность аспирантов, защитившихся в срок		чел.	0	0		
3.	Численность российских и зарубежных ученых, работающих в организации и имеющих статьи в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных		чел.	70	78	8	
Приборная база организации							
1.	Общая балансовая стоимость научного оборудования		тыс. руб	235651	244596,8	8 945,8	За счет получения гранта в форме субсидии на "Обновление приборной базы"
1.1.	В том числе балансовая стоимость измерительных и регулирующих приборов и устройств, лабораторного оборудования		тыс. руб	225353	234298,8	8 945,8	За счет получения гранта в форме субсидии на "Обновление приборной базы"
2.	Балансовая стоимость научного оборудования в возрасте до 5 лет		тыс. руб	65982	69932,4	3 950,4	За счет получения гранта в форме субсидии на "Обновление приборной базы"
3.	Доля отечественного научного оборудования		%	34	34		
4.	Общая балансовая стоимость выбывших единиц научного оборудования		тыс. руб	707	400,1	-306,9	Проводились ремонтные работы по восстановлению полезного потенциала оборудования
4.1.	Из них: балансовая стоимость выбывших измерительных и регулирующих приборов и устройств, лабораторного оборудования		тыс. руб	494,9	253,2	-241,7	Проводились ремонтные работы по восстановлению полезного потенциала оборудования
5.	Балансовая стоимость уникальной научной установки (при наличии)		тыс. руб				
6.	Объем расходов на эксплуатацию обновляемого научного оборудования		тыс. руб	11783	4218,8	-7564,2	Сокращение внебюджетных средств института

7.	Отношение фактического времени работы центра коллективного пользования в интересах третьих лиц к фактическому времени работы центра коллективного пользования		%				Официально оформленные центры коллективного пользования отсутствуют
8.	Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет (включительно)		%				Официально оформленные центры коллективного пользования отсутствуют
Развитие системы научной коммуникации и популяризации результатов исследований							
1.	Количество научных конференций (более 150 участников), в которых организация выступила организатором		ед.	1	0	-1	По техническим причинам совместный с ИИХ СО РАН XIII симпозиум "Термодинамика и материаловедение" перенесен на лето 2020 г.
1.1.	В том числе международных		ед.	1	0	-1	Вследствие организации российско-китайского семинара "Advance Materials and Structures", проводимого совместно с ИИХ СО РАН в рамках XIII симпозиума "Термодинамика и материаловедение", сроки его проведения перенесены на лето 2020г.
2.	Количество базовых кафедр в организациях высшего образования и научных организациях		ед.	3	3		
3.	Количество научных журналов, выпускаемых организацией		ед.				
3.1.1.	из них: индексируемых RSCI (Russian Science Citation Index)		ед.				
3.1.2.	индексируемых базами данных Web of Science и Scopus		ед.				
Дополнительные показатели							
1.	Уровень загрузки научного оборудования		%	75	75		
2.	Доля внешних пользователей научного оборудования		%	25	25		
3.	Доля исследований, проводимых под руководством молодых ученых в возрасте до 39 лет (включительно)		%	7	12,7	5,7	
4.	Процент привлечения внебюджетных средств к проведению научно-исследовательских работ		%	19,5	30,1	10,6	

5.	Количество поданных за предшествующий год заявок, в том числе в иностранных юрисдикциях		ед.	18	18		
6.	Количество разработанных и переданных для внедрения и производства технологий		ед.	1	1		
7.	Объем внутренних затрат на исследования и разработки за счет всех источников в текущих ценах		тыс.руб.	185029,87	196117,2	11087,3	Увеличение затрат в связи с созданием двух новых лабораторий в 2019г.
8.	Процент обновления приборной базы организации за счет средств гранта в форме субсидии		%	8	8		
9.	Объем расходов на эксплуатацию обновляемого научного оборудования обновляемой приборной базы		тыс.руб.	11783	0	-11783	Расходы на эксплуатацию научного оборудования обновляемой приборной базы не производились, т.к. оборудование приобретено 17.12.2019г.
10.	Количество публикаций в изданиях Web of Scienes		ед.	159	160	1	
11.	Количество публикаций в изданиях Scopus		ед.	164	175	11	

Директор ИХТТ УрО РАН, д.х.н.

31 января 2020 г.



М.В. Кузнецов