

**ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
на 2019-2023 гг.**

**РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Программа разработана в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642, и иных нормативно-правовых актов Российской Федерации.

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"> <li>- химия твёрдого тела,</li> <li>- методология химического синтеза и теоретическая химия;</li> <li>- химия композиционных и керамических материалов;</li> <li>- научные основы экологически безопасных, ресурсосберегающих процессов и технологий комплексной переработки минерального и техногенного сырья.</li> </ul> <p>Перечисленные направления соответствуют приоритетам научно-технологического развития</p>

		<p>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> <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.</p> <p>д) противодействие ...техногенным угрозам ...</p>
--	--	--

## 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 задачах 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 твёрдого 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. Уровень научных исследований по теме научно-исследовательской программы в мире и Российской Федерации**

Концепция *smart*-платформы базируется на интеграции быстро развивающихся взаимопроникающих подходов, позволяющих качественно повысить эффективность использования сырья и энергии для решения задач устойчивого развития. В основе платформы лежат новые функциональные и конструкционные материалы, поэтому их создание, развитие технологий получения и использования имеет огромное значение. В этой области существует серьезная конкуренция. Ниже представлен краткий обзор направлений согласно затрагиваемым в Программе областям исследований.

#### Новые сложно-оксидные композитные материалы для оксотехнологий и электрохимических устройств третьего поколения.

Экспериментальные исследования нестехиометрии, термодинамики и транспортных явлений в оксидах проводят научные группы из Японии, Португалии, Швейцарии, США. Исследования фазового состава, строения и материаловедческие аспекты использования оксидных материалов для энергетических применений выполняются в США, Франции, Китае. Расчёты электронной структуры и моделирование транспортных свойств выполняются в Германии, США, Японии. В РФ передовые разработки таких материалов ведутся в МГУ, ИНХС РАН, ИХТТМ СО РАН, ИХТТ УрО РАН.

#### Перспективные материалы и технологии для оптики и фотовольтаики.

Создание оптимизированных по техническим характеристикам пар “источник-преобразователь” предопределяет прогресс в области развития энергосберегающих светотехнических устройств нового поколения – светодиодных источников белого света. Работы по изучению люминесцентных материалов на основе фосфатов наиболее активно ведутся в КНР, Японии и Германии.

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

Разработки новых жидких электролитов для литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) с расширенным диапазоном рабочих температур, повышенной энергоёмкостью и увеличенным ресурсом работы ведутся в Израиле, США. Сотрудники ИХТТ УрО РАН занимают лидирующие позиции в понимании физико-химической природы полимерных электролитических материалов.

Работы по созданию нового поколения ЛИА на основе твёрдых полимерных электролитов ведутся в Польше, Дании, Японии, КНР и др. странах. Также актуальна разработка полностью твердофазных электрохимических систем на основе твёрдых неорганических электролитов или их композиций с полимерными связующими, поиск суперионных проводников, а также подбор совместимых с ними электроактивных материалов.

Энергоэффективные технологии переработки техногенных отходов с концентрированием и извлечением редких и рассеянных элементов.

Проблема комплексной переработки основного отхода глиноземного производства – красных шламов является важным резервом повышения эффективности производства, рационального использования минерального сырья и сохранения среды обитания. Из природного сырья – бокситов извлекается глинозем и только на некоторых заводах попутно получают галлий (в том числе по технологии, разработанной и внедренной ИХТТ УрО РАН на заводах ОАО «УАЗ-СУАЛ» и в КНР г. Пин-Го). Технологии переработки красных шламов, как источников редких и рассеянных элементов, являются актуальными и востребованными во всём мире и, в особенности, в Российской Федерации, где стратегические производства, например, скандия, иттрия и РЗЭ отсутствуют.

Перспективные материалы на основе карбида вольфрама для металлообрабатывающего и горнопроходческого инструмента.

Несмотря на большое количество способов получения нанопорошков, их практическое использование в твердосплавной промышленности ограничено. Исследования по созданию наноструктурированных и ультрамелкозернистых твердых сплавов не теряют свою актуальность и интенсивно ведутся в R&D-центрах: «Sandvik Coromant» (Швеция), «Iscar» (Израиль), «Kermametal Inc.» (США), «Kennametal-Hertel» (Германия), «Sumitomo Electric» (Япония) и др. В России развитием новых технологий получения твердых сплавов занимаются научные группы в ИМЕТ РАН, НИТУ «МИСиС», ИХТТ УрО РАН, ИМ ХНЦ ДВО РАН.

**3.5. Основные ожидаемые результаты по итогам реализации научно-исследовательской программы и возможность их практического использования (публикации, патенты, новые технологии)**

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

Будет развита общая концепция термодинамической стабильности и активации процессов, обеспечивающих электронный и ионный перенос в сложных, структурно неоднородных оксидах; раскрыт механизм формирования дефектов и наноразмерных гетерогенностей. Определены тип, концентрация, подвижность носителей заряда, установлен механизм проводимости. Проведён цикл первопринципных расчётов, объясняющих электронную структуру, фазовую и механическую стабильности, энергии образования собственных и примесных дефектов. Рассчитаны коэффициенты диффузии в неоднородных кристаллах, рассмотрена динамика ионного переноса носителей. В прикладной части Программы будут созданы новые материалы для распределённой энергетики с рекордными

характеристиками, включая керамические материалы для окислительной переработки природного газа и высокоэффективного сжигания высокоуглеродистого и углеводородного сырья. Будут созданы лабораторные прототипы реакторов окисления и риформинга, отличающиеся компактностью, эффективностью и высокой производительностью. Будут разработаны технологии получения новых катодных материалов для среднетемпературных твёрдооксидных топливных элементов с плотностью мощности не менее  $2 \text{ Вт/см}^2$  при  $750^\circ\text{C}$ .

Перспективные материалы и технологии для оптики, фотовольтаики и фотокатализа.

Будут созданы новые материалы для преобразования излучения ИК и УФ-диапазонов в видимый свет, получены функциональные наноматериалы и тонкие плёнки для трансформации солнечного света, а также мягкого бета-излучения в электричество, наноматериалы для фотокатализа, активные в видимом световом диапазоне.

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

Будут созданы новые электролитические материалы различной природы, включая жидкие неводные, полимерные и неорганические, а также композиционные, с проводимостью по ионам лития и других металлов. Будут созданы основы новых технологий производства электролитов и налажено взаимодействие с российскими фирмами – производителями химических источников тока или их компонентов.

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

Будет разработана общая концепция энергоэффективной переработки красного шлама с извлечением ценных компонентов – богатых концентратов РЗЭ. Организовано опытное производство (на ОАО «УАЗ-СУАЛ») по переработке красного шлама. Будут разработаны условия синтеза перспективных алюминиевых лигатур.

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

На порошках алюминия и его сплавов с РЗЭ будет реализована новая концепция управления энергоёмкостью материала, основой которого является применение поверхностно-индуцированных объёмных реакций. Будет 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.

Будет разработана концепция синтеза простых и сложных оксидов в реакциях горения с различными видами топлива. Будут определены возможности и границы применения метода для синтеза функциональных материалов: электродных материалов литий-ионных аккумуляторов, суперконденсаторов, катализаторов, термобарьерных покрытий.

Перспективные твердые материалы на основе карбида вольфрама для металлообрабатывающего и горнопроходческого инструмента.

Будет разработан способ регулирования фазового состава, роста карбидных зерен и формирования плотной однородной субмикро- или нанокристаллической структуры твердого сплава. Будут получены образцы твердых сплавов на основе карбида вольфрама с плотной и однородной структурой, с повышенными физико-механическими свойствами.

Результатом Программы развития будут публикации в ведущих научных журналах, патенты на изобретения и полезные модели, внедрение новых технологий на предприятиях.

**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 могут быть востребованы предприятиями гражданского сектора для повышения эффективности энерго- и теплогенерации, переработки углеродистого и углеводородного сырья. За последние пять лет Институтом получено 78 патентов на изобретения. Внебюджетные средства составляют 36% от объема государственной субсидии. По разработкам Института построен и успешно работает завод по производству галлия в КНР. Совместно с группой компаний «Инэнерджи» (г. Москва) организована первая в Уральском регионе лаборатория материалов распределенной и автономной энергетики. Совместно с ООО «Техногория» внедряются передовые технологии переработки отходов глиноземного производства Богословского алюминиевого завода (РУСАЛ). Налажены контакты для поставок опытных партий и проведения стендовых испытаний электродных и керамических материалов с АО «Пермские моторы», ПАО «Сатурн», Центром компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии (Черноголовка). Совместно с АО "Кировградский завод твердых сплавов" проводятся работы по усовершенствованию твердых вольфрам-карбидных сплавов и технологий их получения. Институт входит в перечень организаций оборонно-промышленного комплекса России.

**РАЗДЕЛ 4. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОРГАНИЗАЦИИ**

ФГБУН Институт химии твердого тела УрО РАН является одним из ведущих научных учреждений Уральского региона. В Институте на конец 2018 г. работало 179 человек (списочный состав), из которых 119 – исследователи, включая 2-х академиков РАН, 1 чл.-корр. РАН, 25 докторов наук, 59 кандидатов наук; 40.3 % сотрудников имеют возраст до 39 лет (включительно). ИХТТ УрО РАН является базовым исследовательским учреждением Уральского региона в области неорганической химии, химии твердого тела и физической химии. На одного исследователя в Институте приходится более 1.3 статьи в рейтинговых научных журналах. У 11 % научных сотрудников число цитирований превышает 1000 при индексе Хирша более 15. В рамках Проекта развития ставится задача увеличения числа научных статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных на 14 % в 2021 г. по сравнению с 2017 г.

Институт планомерно ведет работу по подготовке научных кадров. Треть сотрудников преподает и работает в совместных лабораториях в УрФУ. Большое число бакалавров и магистров ежегодно проходят научную практику в лабораториях Института. Число совместных публикаций с учеными университетов России составляет в среднем 20%. В Институте аккредитована аспирантура (свидетельство: серия 90А01 № 0002668 от 15 марта 2017 г.), действует диссертационный совет по защитах кандидатских и докторских диссертаций (Д 004.004.01). В рамках Проекта развития ставится задача обучить до 2024 г. не менее 17 аспирантов и увеличить число защитивших кандидатские диссертации и выбравших карьеру исследователей увеличится в 1.25 раза. Также ставится задача доведение к 2020 г. до 100% числа диссертаций, основные результаты которых опубликованы в не менее 2 статьях в научных журналах, индексируемых в международных базах данных.

В 2019 г. созданы и в рамках настоящей Программы развития будут оснащены научным оборудованием две новые лаборатории, состав которых на 2/3 представлен сотрудниками моложе 39 лет. Поставлена задача увеличения числа научных проектов под руководством молодых ученых к 2024 г. на 30% по сравнению с 2017 г. В стадии организации совместная лаборатория с Институтом естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ) с целью привлечения студентов и магистрантов для выполнения научных исследований в Институте. Институт наряду с другими организациями УрО РАН материаловедческого профиля участвует в организации НОЦ с университетами региона. Планируемое обновление парка научного оборудования в рамках Программы развития будет сопровождаться приемом на работу новых сотрудников из числа выпускников ВУЗов.

## **РАЗДЕЛ 5. РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **5.1. Краткий анализ соответствия имеющейся научно-исследовательской инфраструктуры организации научно-исследовательской программе**

На конец 2018 года на балансе Института состоит 930 единиц научного и компьютерного оборудования. Доля научного оборудования в возрасте до пяти лет составляет всего 29% (без учета снижения балансовой стоимости со временем), доля оборудования от 5 лет до 10 лет – 31 %, оборудование от 10 до 20 лет – 36% и оборудования старше 20 лет – 4%. Многие дорогостоящие научные приборы были закуплены в 80-х годах прошлого века и до сих пор эксплуатируются. Износ научного оборудования института составляет 77%.

Имеющееся дорогостоящее оборудование:

- Сканирующий зондовый микроскоп Ntegra Prima II (ООО "НТ-МДТ", Россия);
- Спектрофлуориметр Spectrofluorometer FS5 (Edinburgh Instruments);
- Спектроколориметр ТКА-ВД для определения цветовых координат (СIE) люминофоров;
- Оптическая сфера полного внутреннего отражения AvaSphera – 50 –REFL (Avantes BV) для определения абсолютного квантового выхода люминесценции, работающая совместно со спектрофлуориметром CARY ECLIPSE (Varian);
- Спектрофотометр UV-VIS-NIR UV-3600 (Shimadzu) для изучения спектров поглощения в диапазоне длин волн 185 – 3500 нм;
- Спектрометр на базе монохроматора МДР-204 (ЛОМО ФОТОНИКА);

- Спектрофлуориметр CARY ECLIPSE (Varian);
- Электронный спектрометр ESCALAB MK II для проведения исследований методами РФЭС и Оже-спектроскопии, 2 шт. (1986 г.);
- Высоковакуумный сканирующий туннельный микроскоп VT STM Omicron (2007 г.);
- Импульсный ЯМР спектрометр Agilent 400;
- ЯМР-спектрометр широких линий TESLA BS 567 A;
- Магнитометр Cryogenic VSM-5T (2-700K, поле до 50 кЭ);
- Установка для измерения магнитной восприимчивости методом Фарадея в полях до 12 кЭ, в интервале температур 300-1250 К;
- ИК Фурье спектрометр Vertex 80 (Брукер) с КР приставкой RAM II;
- Растровый электронный микроскоп JEOL JSM 6390LA+JED-2300 (Япония);
- Автоматический рентгеновский дифрактометр STADI-P (STOE, Germany), предназначенный для проведения структурных исследований в температурном интервале от 90К до 1273К (позиционно-чувствительный и сцинтилляционный детекторы, полное математическое обеспечение, включая программы для полнопрофильного анализа – GSAS, EXPO и рентгенофазового анализа – WINXPOW + порошковый дифракционный файл PDF2);
- Автоматический гелиевый пикнометр AccuPyc 1340;
- Анализатор удельной поверхности Micromeritics Gemini VII 2390;
- Эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Optima 8000;
- Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000;
- Определение размеров и дзета-потенциала наночастиц методом динамического рассеяния света на приборе Zetasizer Nano ZS («Malvern Instruments Ltd.») и др.;
- Стенд для циклических испытаний электрохимических характеристик материалов химических источников тока;
- Комплект термического оборудования для проведения синтеза в нейтральной, окислительной и восстановительной газовых средах.

Из анализа совокупности имеющегося научного оборудования четко прослеживается отсутствие полноценного комплекса аналитических приборов для определения содержания химических элементов, особенно легких элементов (кислород, азот, углерод). Для успешного выполнения работ по синтезу наноматериалов и разработке новых нанотехнологий остро стоит вопрос о приобретении современного микроскопического оборудования с высокой разрешающей способностью. С целью установления строения синтезируемых в Институте новых соединений, изменения их структуры под воздействием различных факторов (температуры, давления и др.) необходимо приобретение спектрометра комбинационного рассеяния света с температурной приставкой, а также обновление парка рентгеновских дифрактометров, оснащенных высокотемпературной приставкой. Один из наиболее перспективных методов исследования поверхности твердых тел – рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, - требует замены спектрометра, закупленного институтом еще в 80-х годах прошлого века. Для Института актуально приобретение современного комплекса по физическим методам напыления тонких пленок и покрытий на основе тугоплавких фаз внедрения, алмазоподобных слоев и композиционных материалов.

**Для успешного выполнения Программы развития необходимо приобрести следующее аналитическое оборудование:**

1. Двухлучевая (электронно-ионная) рабочая станция TESCAN S8251G с ионной колонной ORAGE сверхвысокого разрешения стоимостью 160 000 тыс. руб.;
2. Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр ESCALAB Xi+ стоимостью 180 000 тыс. руб.;
3. Высокотемпературный рентгеновский дифрактометр на базе платформы Empyrean производства фирмы PANalytical стоимостью 130 000 тыс. руб.;
4. Спектрометр комбинационного рассеяния Renishaw plc United Kingdom стоимостью 25 000 тыс. руб.;
5. Прибор синхронного термического анализа с приставкой масс-спектрометра для работы в различных газовых атмосферах и вакууме стоимостью 19 000 тыс. руб.;
6. Рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный спектрометр Supermini 200 (Rigaku) стоимостью 21 000 тыс. руб.;
7. Прибор для определения температурной проводимости и теплопроводности методом лазерной вспышки LFA 427 стоимостью 32 000 тыс. руб.;
8. Двухперчаточный бокс MB-Unilab Pro (1250/780) стоимостью 3 000 тыс. руб.;
9. Аналитическое оборудование для контроля в образцах легких элементов (углерод, кислород, азот, сера и др.) стоимостью 15 000 тыс. руб.
10. Лабораторный изостатический пресс для горячего прессования АР6-30Н стоимостью 20 000 тыс. руб.
11. Установка магнетронного напыления стоимостью 30 000 тыс. руб.

## **5.2. Основные направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры организации (включая центры коллективного пользования и уникальные научные установки)**

В Институте созданы и активно действуют высококвалифицированные научные школы по исследовательским направлениям химии твёрдого тела, включая методы изучения структуры и свойств, структурного анализа, фотоэлектронной и ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии, магнетохимии, колебательной и оптической спектроскопии, СТМ и электронной микроскопии, аттестации проводимости и др. Необходимо первоочередное оснащение новым научным оборудованием коллективов именно этих групп, поскольку здесь сосредоточен квалификационный кадровый потенциал. Второе направление – приобретение научного оборудования для синтеза новых материалов, включая напылительные установки, 3D-принтеры, высокотемпературные вакуумные печи, реакторы, плазмотроны и др. Третье направление – современное оборудование, необходимое для поисковых исследований, инжиниринга и изготовления прототипов действующих устройств, включающее станки с числовым программным управлением, станки лазерной резки и т.д., а также испытательные стенды.

В рамках Программы развития предлагается модернизировать имеющиеся и создать новые инфраструктурные единицы в Институте, а также войти в кооперацию с институтами УрО РАН и университетами региона для выполнения совместных программ. В частности, планируется организовать:

- региональный сертифицированный Центр «УРАЛЬСКАЯ АНАЛИТИКА» – проект глубокого перевооружения Института аналитическим оборудованием мирового класса. Цель – обеспечение предприятий и институтов уральского региона своевременной, достоверной и сертифицированной информацией о составе, структуре и свойствах выпускаемой продукции и создаваемых новых материалов;
- совместную научно-промышленную лабораторию «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА» Института химии твердого тела УрО РАН и группы компаний «ИнЭнерджи» для выполнения одного из приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации, обозначенных в Стратегии НТР РФ с учетом приоритетных отраслей социально-экономического развития России и Урала;
- программу «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 с внедрением на профильных заводах для импортозамещения дефицитных материалов специального назначения;
- программу «КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КРАСНЫХ ШЛАМОВ» совместно с профильными институтами УрО РАН и ОАО «УАЗ-СУАЛ». Задача Института – разработка условий синтеза перспективных лигатур редких металлов различного состава, технологии концентрирования и разделения компонентов с получением технических солей редких металлов, пригодных для синтеза алюминиевых лигатур, создание технологий по извлечению редких (Sc, Ti, Zr) металлов;
- программу «УМНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ». Программа направлена на развитие в Институте передовых технологий получения новых материалов и включает комплектацию оборудованием мирового уровня для аддитивных технологий, вариативного синтеза, нанесения тонких пленок и покрытий, разработки технологий мягкой и зеленой химии, других *smart*-технологий для задач гражданского и специального назначения;
- программу «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;
- совместную научно-промышленную группу «ТЕРМОБАРЬЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» Института химии твердого тела УрО РАН и АО «ОДК-Пермские моторы» для выполнения приоритетного направления научно-технологического развития Российской Федерации, обозначенного в Стратегии НТР РФ.

## **РАЗДЕЛ 6. РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Направления и механизмы развития научно-исследовательской инфраструктуры Института, перечисленные в разделе 5.2, базируются на широкой кооперации с профильными научными организациями Уральского региона и России в целом, а также университетской наукой. В рамках Проекта развития подписано соглашение о консорциуме с ИПХФ РАН по реализации программы развития технологий новых и мобильных источников энергии, находится на стадии организации совместная научно-промышленная лаборатория «Перспективные химические источники тока» с группой компаний «ИнЭнерджи», созданы совместные лаборатории с Физико-

технологическим и Химико-технологическим институтами УрФУ, планируется создание совместной лаборатории с Институтом естественных наук и математики УрФУ с участием ИВТЭ УрО РАН.

Институт имеет широкие международные связи с зарубежными учеными и институтами в Великобритании, Германии, Португалии, Китае, США и др. По разработкам Института построен и успешно работает завод по производству галлия в КНР. В Ученый Совет входят пять выдающихся иностранных специалистов, принимающих участие в научно-образовательной деятельности Института. Так, профессор А.И. Лихтенштейн (Университет Гамбурга) в 2014 г. удостоен высшей награды европейского научного сообщества – медали и премии Макса Борна. До десяти сотрудников Института ежегодно находятся в научных командировках в ведущих лабораториях мира. Доля публикаций с участием иностранных учёных достигает 25% от общего списка.

Для популяризации результатов исследований Институт планирует:

- привлечение студентов и магистрантов университетов региона к научным исследованиям и последующей работе в лабораториях института;
- формирование у школьников интереса к науке и научному прогрессу: экскурсии, участие в проведении олимпиад и работа в Малой Академии Наук;
- публикации в прессе, ролики на ТВ, выставки, круглые столы и т.д., посвященные результатам научных исследований, важности прикладных разработок для задач промышленности, экологии региона, импортозамещения и т.д.
- создание нового сайта Института, разработка бренд-стратегии Института.

## **РАЗДЕЛ 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ**

Для совершенствования системы управления Институтом планируется разработать систему под условным названием SciNavigator. Данная система будет отражать в реальном времени ситуацию в Институте по разделам: 1) темы государственного задания, проекты, договоры: статус, начало и даты отчетности, публикации и т.д.; 2) финансовое состояние тем, проектов, хоз. договоров; 3) кадры: командировки, отпуска, больничные. Возможны дополнительные разделы. Система SciNavigator позволит дирекции и руководителям подразделений лучше организовать и контролировать работу в Институте и соответствующих подразделениях.

Второе направление – совершенствование электронного документооборота в организации.

Третье – организация эффективного контроля отработанного времени сотрудниками Института и системы стимулирования за публикационную, изобретательскую и иную деятельность.

Четвертое – организация обучения сотрудников аппарата управления Институт и кадрового резерва.

## **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**

### Планируемый вклад ИХТТ УрО РАН в выполнение нацпроекта “НАУКА”:

1. Рост числа научных статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных: не менее 14 % в 2021 г. по сравнению с 2017 г. и далее по нарастающей.
2. Увеличение числа заявок на регистрацию объектов интеллектуальной собственности (изобретений, полезных моделей, промышленных образцов) до 26 шт. в год к 2024 г.
3. Увеличение числа статей в научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в международных базах данных: не менее 20% в 2024 г. по сравнению с 2017 г.
4. Увеличение доли исследователей до 39 лет в общем числе исследователей: с 40% в 2017 г. до 50% в 2024 г.
5. Увеличение объема внебюджетных средств нарастающим итогом относительно 2017 г.: не менее 1.14 раза в 2021 г.

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

1. Обновление не менее 50% приборной базы Института:  
2019 г. – 8.29%; 2020 г. – 20%; 2021 г. – 30%; 2022 г. – 40%; 2023 г. – 50%.

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

1. Обучение до 2024 г. пройдут не менее 17 аспирантов, число защитивших кандидатские диссертации и выбравших карьеру исследователей увеличится в 1.25 раза.
2. Увеличение числа научных проектов под руководством молодых ученых к 2024 г. на 30% по сравнению с 2017 г.
3. Создание двух новых “молодежных” лабораторий (2/3 сотрудников лаборатории в возрасте до 39 лет).
4. Количество сотрудников, входящих в кадровый резерв – не менее 10 до 2024 г.
5. Увеличение к 2020 г. до 100% доли диссертаций, основные результаты которых опубликованы в не менее 2 статьях в научных журналах, индексируемых в международных базах данных.

**РАЗДЕЛ 9. ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ**

№	Показатель	Единица измерения	Отчетный период 2018	Значение				
				2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год
1.	Общий объем финансового обеспечения Программы развития <sup>1</sup>	тыс. руб.	176943,5	185029,87	185444,23	195323,81	199811,67	222888,27
	Из них:							
1.1.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из федерального бюджета	тыс. руб.	111610,9	132592	132534	139722	142335	156905
1.2.	субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания из бюджета Федерального фонда обязательного медицинского страхования	тыс. руб.						
1.3.	субсидии, предоставляемые в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации	тыс. руб.	919,9	16430,87	16501,87	16644,87	16644,87	16644,87
1.4.	субсидии на осуществление капитальных вложений	тыс. руб.						
1.5.	средства обязательного медицинского страхования	тыс. руб.						
1.6.	поступления от оказания услуг (выполнения работ)	тыс. руб.	64412,7	36007	36408,36	38956,94	40831,8	49338,4

<sup>1</sup> Указывается в соответствии с планом финансово-хозяйственной деятельности организации

	на платной основе и от иной приносящей доход деятельности							
1.6.1.	В том числе, гранты	тыс.руб.	27000	27000	27000	27000	27000	27000

Директор ИХТТ УрО РАН, д.х.н.  
28 августа 2019 г.



/ М.В. Кузнецов