

ВУЗ: УрФУ

План проекта № 07 от 02.08.2016

01 Код предварительного предложения

Код предварительного предложения	SP-2016-1-UrFU-07
----------------------------------	-------------------

02 Инициаторы проекта

02.1 Наименование университета

Наименование университета	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
---------------------------	--

02.2 Стратегические академические единицы (далее САЕ) - инициаторы проекта

САЕ
Школа естественных наук и математики

03 Название, предметная область и тип проекта

03.1 Название проекта

Название проекта	Перспективные технологии электрохимической энергетики: от химического дизайна новых материалов к электрохимическим устройствам нового поколения для сохранения и преобразования энергии (электрохимические накопители энергии, топливные элементы, электролизеры, суперконденсаторы)
------------------	--

03.2 Ключевая идея (слоган) проекта

Ключевая идея (слоган) проекта	«Умные» материалы для электрохимических устройств нового поколения
--------------------------------	--

03.3 Предметная область проекта

03.3.1 Предметная область проекта по классификации Scopus

Предметная область
1603.Electrochemistry
1606.Physical and Theoretical Chemistry
2102.Energy Engineering and Power Technology
2505.Materials Chemistry

03.3.2 Предметная область проекта по предметным категориям Web of Science Core Collection

Предметная область
Electrochemistry
Chemistry, Physical
Energy & Fuels
Materials Science, Multidisciplinary
Nanoscience & Nanotechnology

03.4 Тип проекта

Приоритет	Тип проекта	Организация - партнер	Ссылка на код предварительного предложения партнера
01	Научно-исследовательский проект с привлечением к руководству ведущих иностранных и российских ученых и совместно с перспективными научными организациями	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук	
02	Научно-исследовательский проект с привлечением к руководству ведущих иностранных и российских ученых, работающих в зарубежных университетах, входящих в TOP-100 одного из предметных (отраслевых) рейтингов ARWU, THE, QS	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»	
01	Научно-исследовательский проект с привлечением к руководству ведущих иностранных и российских ученых и совместно с перспективными научными организациями	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН	
01	Научно-исследовательский проект с привлечением к руководству ведущих иностранных и российских ученых, работающих в зарубежных университетах, входящих в TOP-100 одного из предметных (отраслевых) рейтингов ARWU, THE, QS	Империял Колледж Лондон	
02	Научно-исследовательский проект с привлечением к руководству ведущих иностранных и российских ученых и совместно с перспективными научными организациями	Университет Твенте	

03.5 Глобальная научно-технологическая задача (вызов) на решение которой ориентирован проект

Глобальная научно-технологическая задача (вызов) на решение которой ориентирован проект	Создание научных основ для разработки высокоэффективных электрохимических генераторов и накопителей электроэнергии различного класса мощности для распределенной энергетики (автономные энергоустановки, аккумуляторы, станции катодной защиты, системы жизнеобеспечения)
---	---

03.6 Ключевые слова проекта

Ключевое слово

топливные элементы
электрохимические накопители энергии
аккумуляторы
химические источники тока
электролизеры
суперконденсаторы
электродные материалы
ион-проводящие мембраны
дефектная структура
микроструктура
кинетика электродных процессов
самоорганизация
фазовые равновесия
электропроводность
каталитическая активность
диффузия
графен

03.7 Связь проекта с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники в Российской Федерации

Приоритетные направления развития
Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

03.8 Связь проекта с перечнем критических технологий Российской Федерации

Строка
Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе
Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии

04 Сроки реализации проекта

Предполагаемая дата начала проекта (квартал.гггг)	1.2017
Предполагаемая дата окончания проекта (квартал.гггг)	4.2021
Общий срок реализации проекта (мес.)	60

05 Общий объем финансирования за все время проекта

№	Финансовые средства	(млн. руб.)	(%)
1	Субсидия проекта повышения конкурентоспособности вузов (за все время проекта) (млн.руб)	360,000	63,20
2	Софинансирование проекта университетом (за все время проекта) (млн.руб)	210,000	36,80
3	Софинансирование проекта партнерами (за все время проекта) (млн.руб)	,000	,00
Итого:		570,000	100,00

06 Научный руководитель проекта

Фамилия	Тсиакарас
Имя	Панагиотис
Отчество	
Год рождения	1960
ID Scopus	7003948427
Ученая степень	Doctor of Philosophy
Ученое звание	Профессор
Индекс Хирша	37
Трудовые отношения сотрудника с университетом	Совместительство
E-mail	tsiak@mie.uth.gr
Телефон	+302421074065

07 Научное содержание проекта

07.1 Цель, задачи и ожидаемый результат проекта

№	Цель	Задача	Ожидаемый результат	Комментарий
1		Создание подходов для управления свойствами функциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электронно-дырочной проводимостью и стеклокерамических герметиков, на основе изучения фазовых равновесий, дефектообразования, термомеханических свойств, кристаллической структуры, в том числе локального порядка, электронной структуры, каталитической активности и электрофизических характеристик в зависимости от состава материала, температуры, состава газовой фазы, микро- и дефектной структуры материалов		

	Разработка новых материалов, обладающих кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью, и стеклокерамических герметиков для твердооксидных электрохимических устройств с заданными свойствами		Создание новых высокоэффективных многофункциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электронно-дырочной проводимостью и стеклокерамических герметиков с необходимыми целевыми свойствами	
2	Развитие теоретических представлений о процессах и явлениях массо-, тепло- и электропереноса в материалах, обладающих кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью и в устройствах на их основе	Описание с помощью теоретических методов влияния химического состава, кристаллической структуры и электронной структуры на процессы дефектообразования и параметры переноса в материалах с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью	Создание теоретических моделей для прогнозирования и оптимизации свойств функциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью	
3	Разработка новых электрохимических методов исследования материалов и процессов, в том числе с использованием стабильных изотопов	Разработка новых прогностических методов исследования процессов деструкции и деградации материалов, анализа их микроструктуры, дефектной структуры, механизма электро- и массопереноса, каталитической активности, явлений самоорганизации в электрохимических материалах: в объеме, на поверхности и различных интерфейсах	Создание методов для оптимизации и повышения эффективности работы электрохимических устройств нового поколения за счет воздействия на свойства функциональных материалов и кинетику процессов, происходящих в различных режимах работы электрохимических устройств	
4	Разработка технологий формирования иерархических, слоистых, композитных структур, в том числе защитных покрытий как основы для создания электрохимических устройств нового поколения	Разработка гибридных электрохимических технологий нанесения покрытий на металлические и металлокерамические основы для создания иерархических, слоистых и композитных структур, используемых как защитные антикоррозионные, жаропрочные покрытия, электрокаталитические системы, основы для формирования электрохимических устройств нового поколения	Создание новых защитных антикоррозионных, жаропрочных покрытий на различных типах сплавов, в том числе на сталях-интерконнекторах для твердооксидных топливных элементов; электрокаталитических покрытий с высокоразвитой поверхностью для электродных материалов в устройствах получения сверхчистых водорода и кислорода; слоистых композитных структур как основы для электрохимических устройств нового поколения	
5	Разработка подходов для повышения времени жизни новых электрохимических устройств за счет выявления механизма деградации функциональных материалов и процессов взаимодействия между ними в составе слоистых, иерархических структур	Изучение кинетики деградации физико-химических, электрофизических, механических свойств функциональных материалов; выявление механизма деградации и критических факторов, приводящих к ухудшению свойств функциональных материалов	Создание подходов для повышения времени жизни функциональных материалов и интерфейсов между ними в электрохимических устройствах нового поколения	
6	Разработка конструкции генераторов электрической энергии и электролизеров на основе твердооксидных и расплав-карбонатных топливных элементов	Разработка технологий соединения единичных элементов в блок, коммутации с устройствами подготовки и подачи топлива, утилизации продуктов переработки топлива, с системами управления режимами работы устройств; оптимизация технологии утилизации тепловой и электрической энергии	Создание подходов для разработки и оптимизации конструкции генераторов электрической энергии и электролизеров на основе твердооксидных и расплав-карбонатных топливных элементов под необходимые нужды и задачи распределенной энергетики	

7	Разработка функциональных материалов для низкотемпературных металл-кислородных аккумуляторов, в том числе металл-графеновых композитных электродных материалов	Изучение влияния состава, микроструктуры на электрохимические свойства ион-проводящих мембран, электродных материалов, включая композиционные металл-графеновые материалы; изучение кинетики электродных процессов и роста осадков с высокоразвитой поверхностью для формирования электродов металл-воздушных аккумуляторов	Создание новых электродных материалов, в том числе на основе металл-графеновых (алюминий-графеновых) композитов, и ион-проводящих мембран для низкотемпературных металл-кислородных аккумуляторов	
8	Разработка металл-графен-кислородных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения на основе новых функциональных материалов	Разработка технологии создания металл-графен-кислородных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения, определение оптимальных материалов и режимов работы аккумулятора	Создание низкотемпературных металл-графен-воздушных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения	

07.2 Описание проекта

Описание проекта	<p>Проект направлен на решение фундаментальных проблем преобразования химической энергии веществ в электрическую и рационального ее хранения и использования с помощью устройств на основе твердооксидных и расплав-карбонатных топливных элементов, а также металл-воздушных и металл-графен-ионных аккумуляторов. Дизайн электрохимических устройств нового поколения подразумевает создание как новых «умных» материалов, так и технологий их использования в качестве функциональных материалов.</p> <p>Разработка новых материалов влечет за собой не только создание новых методов получения и формирования этих материалов, но и создание новых методов диагностики свойств функциональных материалов с помощью физических методов исследования, в том числе в режимах работы электрохимических устройств, а также теоретических методов прогнозирования свойств функциональных материалов в условиях длительных испытаний. Решение фундаментальных проблем, связанных с поиском взаимосвязи между физико-химическими свойствами функциональных материалов, параметрами технологии их нанесения или формирования и отклика готового электрохимического устройства позволит достичь поставленную цель.</p> <p>Специалисты заявителя проекта - Уральского федерального университета, имеют многолетний опыт научной и образовательной работы в области синтеза, термодинамики дефектообразования, фазовых равновесий в оксидных материалах для электрохимических устройств.</p> <p>Достижение цели проекта планируется при сотрудничестве с ведущей российской организацией - Институтом высокотемпературной электрохимии УрО РАН, с использованием современного аналитического оборудования, находящегося в центрах коллективного пользования организаций-партнеров проекта. ИВТЭ УрО РАН является ведущей организацией в области создания электрохимических устройств. Для реализации проекта будут привлечены ведущие иностранные специалисты: профессор П. Циакарас из Университета Фессалии, Греция, профессор Х. Боумистер из Университета Твенте, Нидерланды, а также ведущий научный сотрудник из Лондонского Королевского Колледжа.</p> <p>Реализация проекта планируется в течение 5-ти лет. За это время будут созданы новые материалы и эффективные конкурентоспособные технологии и электрохимические устройства нового поколения различного класса мощности для преобразования и хранения энергии. Взаимодействие университета с ведущими научными организациями Российской Федерации и Евросоюза позволит создать базу для подготовки высококвалифицированных специалистов в области распределенной энергетики.</p>
------------------	---

07.3 Подходы к реализации проекта

Подходы к реализации проекта	<p>Для достижения поставленных задач планируется организация тесного сотрудничества специалистов различного профиля и механизмов быстрого обмена мнениями и данными с целью формулировки и корректировки текущих задач: специалистов 1) по синтезу материалов и формированию иерархических и слоистых структур функциональных материалов; 2) в области изучения термодинамики и кинетики дефектообразования; 3) кинетики электродных процессов и электрокаталитических явлений; 4) в области физико-химических методов анализа; 5) теоретических методов исследования и математического моделирования.</p> <p>Широкопрофильный подход в сочетании с проведением совместных рабочих семинаров с привлечением иностранных специалистов, а также с образовательной деятельностью поможет не только сформировать эффективно работающий коллектив, но и создать научно-техническую и научно-образовательную базу для подготовки специалистов в области распределенной энергетики.</p> <p>Создание «умных» материалов за счет влияния на их химический состав, кристаллическую, дефектную, электронную структуру, микроструктуру, а также на процессы наноструктурирования и самоорганизации, позволит разработать методы управления свойствами функциональных материалов в различных режимах работы электрохимических устройств.</p> <p>Разработка низкотемпературных металл-графен-воздушных и металл-графен-ионных химических источников тока нового поколения возможна на основе новых функциональных материалов, например, алюминий-графеновых композитов. Метод синтеза металл-графеновых композитов является авторской разработкой ведущей российской организации-партнера проекта (ИВТЭ УрО РАН).</p> <p>Создание высокоэффективных электрохимических устройств, способных работать длительное время, возможно при детальном анализе процессов, происходящих на интерфейсах на уровне электрохимического отклика, уровне микроструктуры, хим.состава, кристаллической структуры и локальной структуры самого материала и границ между материалами, в том числе за счет изучения природы процессов сегрегации примесей и механизма старения функциональных материалов.</p> <p>Изучение времени жизни устройств и функциональных материалов, входящих в их состав невозможно без проведения длительных экспериментов, для оптимизации которых планируется использовать подходы к статистическому планированию эксперимента.</p> <p>Создание теоретических моделей позволит не только описать наблюдаемые явления и закономерности, но и разработать подходы к прогнозированию свойств функциональных материалов в том числе в условиях длительных испытаний.</p> <p>Детальный подход к отдельным аспектам и вопросам создания электрохимических устройств позволит выйти на разработку неразрушающих методов экспресс-диагностики электрохимического устройства, что, в свою очередь, позволит найти слабые места и направить дальнейшую работу на совершенствование разрабатываемых устройств.</p>
------------------------------	---

07.4 Обоснование необходимости привлечения партнеров и кооперации с ними

--	--

Обоснование необходимости привлечения партнеров и кооперации с ними	<p>Член.-корр., проф. Антипов Евгений Викторович и его группа (кафедра электрохимии, Московский Государственный Университет) являются известными в мире специалистами в области ионики твердого тела, химического материаловедения и электрохимии и обладают научным авторитетом (число публикаций > 340, число цитирований >4000, индекс Хирша = 33). Московские партнеры проекта имеют большой опыт, касательно как фундаментального изучения функциональных материалов, так и прикладных аспектов их применения для широкого ряда электрохимических устройств. Совместное сотрудничество позволит интенсифицировать выполнение поставленных задач проекта.</p> <p>С.н.с., к.х.н. Ананьев Максим Васильевич (число публикаций >30, число цитирований >150, индекс Хирша = 7) является ведущим представителем партнера проекта – Института высокотемпературной электрохимии). ИВТЭ УрО РАН проводит фундаментальные исследования, направленные на создание, развитие и использование: теоретических и экспериментальных основ современной высокотемпературной физической химии и электрохимии расплавленных и твердых электролитов; принципов электрохимических методов получения и физико-химической диагностики новых материалов различного функционального назначения; научных основ ресурсосберегающих электрохимических технологий рафинирования и защиты металлов, переработки неорганического сырья; принципов конструирования высокотемпературных устройств. ИВТЭ УрО РАН обладает высоким потенциалом проводимых исследований и собственным Центром Коллективного Пользования.</p> <p>Ведущий представитель Института катализа им. Г. К. Борескова (ИК СО РАН) д.х.н., проф. Собянин Владимир Александрович (число публикаций >150, число цитирований >2300, индекс Хирша = 24) и его коллеги являются крупными специалистами в области газофазного электрокатализа, топливных элементов и водородной энергетики и обладают неосценимым опытом в этих областях. ИК СО РАН в течение многих лет проводит работы по усовершенствованию существующих, а также разработке и внедрению новых катализаторов, материалов и технологий для широкого спектра производств отечественной промышленности. Совместное сотрудничество крайне важно для эффективного решения части задач проекта и целесообразно с целью выполнения наукометрических индикаторов.</p> <p>Ведущий научный сотрудник Империял Колледжа, Лондон, Беренов Андрей Владимирович (число публикаций >60, число цитирований >1000, индекс Хирша = 18) является известным специалистом в области химии и физики твердого тела и химического материаловедения. Участие партнера позволит укрепить авторитет российской науки, расширить рамки международного сотрудничества и повысить эффективность выполнения планов.</p> <p>Профессор Боумистер является одним из ведущих ученых в области твердотельной электрохимии. (число публикаций >140, число цитирований >4000, индекс Хирша = 45). Научные интересы профессора лежат в области термодинамики и электрохимии, смешанно-проводящих мембран, химии дефектов, изотопного обмена кислорода и катализа. Совместное сотрудничество приведет к успешной реализации проекта</p>
---	--

07.5 Имеющийся у университета опыт, научно-исследовательские и технологические наработки (заделы)

Имеющийся у университета опыт, научно-исследовательские и технологические наработки (заделы)	<p>Сотрудники Института естественных наук УрФУ являются известными в мире специалистами в области исследования оксидных материалов. Ими впервые установлена природа фазовых равновесий, построены Р-Т-х и фазовые диаграммы широкого ряда двойных, тройных и более сложных оксидных систем Ln-Me-M-O (Ln = лантаноид; Me = щелочноземельный металл; M = 3d-переходный металл), исследована термодинамика образования и разупорядочения, а также кристаллическая и дефектная структура сложноксидных фаз на основе хромитов, манганитов, кобальтитов, никелатов и ферритов РЗЭ. Для этих оксидов были установлены механизмы и параметры переноса заряда электронными и ионными носителями, и было выявлено влияние природы и места допанта на электронный и ионный транспорт посредством совместного анализа дефектной структуры и данных по общей электропроводности, термо-эдс и кислород/протон-ионной проводимости.</p> <p>Сотрудники ИЕН УрФУ являются признанными в мире специалистами по установлению механо-химической взаимосвязи для материалов водородной энергетики. Ими впервые в мире была развита модель химической деформации, основанная на изменении ионного радиуса и позволяющая корректно предсказывать величину химического расширения оксидов различной структуры. На основе всех полученных результатов сотрудниками ИЕН УрФУ разработаны научные основы химического дизайна передовых материалов для преобразования и сохранения энергии.</p> <p>Большой и продуктивный опыт исследований в указанной области подтверждается большим числом публикаций в ведущих международных журналах, а также большим числом их цитирований. Подтверждением этому является также большое число грантов РФФИ по теме исследований, выигранных сотрудниками ИЕН УрФУ, включая международные (с Великобританией, Францией, Австрией, Индией). Коллектив сотрудников имеет успешный опыт выполнения международных проектов по материалам для водородной энергетики: в рамках сотрудничества Россия–ЕС по программе Ega.NET RUS вместе с коллегами из Норвегии, Германии, Франции и Греции; в рамках ФЦП «Энергетика и энергосбережение» с участием научных и исследовательских организаций стран Европейского Союза по теме: «Разработка новых материалов со смешанным электронно-ионным типом проводимости для топливных элементов» (ГК № 11.519.11.6002).</p>
--	--

07.6 Достижение глобального лидерства (превосходства), как один из результатов реализации проекта

Достижение глобального лидерства (превосходства), как один из результатов реализации проекта	<p>Достижение глобального лидерства возможно по нескольким научным направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - термодинамика и кинетика дефектообразования в оксидных функциональных материалах для электрохимических устройств; - кинетика электродных процессов в электрохимических устройствах нового поколения <p>А также возможно достижение лидерства по некоторым технологическим направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологии создания генераторов электрической энергии на основе топливных элементов трубчатой конструкции, по своим характеристикам не уступающие или выше мирового уровня аналогичных устройств; - технологии создания высокоэффективных электродных материалов или электрокатализаторов, по характеристикам превышающих соответствующие зарубежные и российские аналоги, и имеющих длительный срок службы, для применения в электрохимических устройствах нового поколения; - технологии создания новых металл-графеновых композитов для металл-графен воздушных и металл-графен-ионных аккумуляторов.
--	--

08 Актуальность и новизна проекта.

08.1 Значимость, востребованность и научная новизна проекта

--	--

Значимость, востребованность и научная новизна проекта	<p>Решение задач в рамках данного проекта позволит достичь значимых научных результатов, обладающих новизной, в области электрохимии твердых электролитов, электрохимической кинетики и электрокаталитических явлений. Наиболее значимые научные направления можно сформулировать следующим образом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Термодинамика и кинетика дефектообразования в новых материалах, обладающих высокой кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью: впервые будут разработаны теоретические представления не только в рамках феноменологического подхода, широко используемого в литературе, но также исследование влияния электронной и фононной структуры оксидных материалов на механизм дефектообразования в широкой области температур и в различных газовых средах: от глубоко восстановительных до окислительных атмосфер. 2) Электрохимическая кинетика и электрокаталитические явления в электрохимических системах с твердыми электролитами: будут разработаны физические модели процессов восстановления кислорода и окисления водорода на основе не только данных электрохимических экспериментов, традиционно используемых в литературе для попыток решения данных проблем, но и с привлечением физических методов исследования с использованием стабильных изотопов в сочетании с электрохимическими методами; на основе предложенных моделей возможна разработка концепции целенаправленного влияния на лимитирующие стадии электродного процесса для существенного улучшения работы электродных материалов и электрохимического устройства в целом. 3) Деградация свойств функциональных материалов (катодных, анодных материалов, интерконнекторов, стеклокерамических герметиков и контактов между ними): на основе результатов длительных испытаний электрохимических свойств функциональных материалов и выявления особенностей эволюции их микроструктуры будут созданы подходы для прогнозирования свойств функциональных материалов и для повышения долговременности работы функциональных материалов в условиях длительных испытаний. 4) Впервые будут созданы новые материалы на основе композитов металл-графен, описаны их физико-химические свойства, электрохимическая активность и границы применимости в низкотемпературных металл-графен-воздушных и металл-графен-ионных источниках тока.
--	---

08.2 Значимость и востребованность проекта в технологиях.

Значимость и востребованность проекта в технологиях.	<p>Сегодня более половины территории Российской Федерации (в том числе Дальний Восток, Арктическая зона, районы Крайнего Севера) не охвачена централизованным электроснабжением. На этой огромной площади проживает более 20 млн. человек, чья жизнедеятельность обеспечивается главным образом средствами малой энергетики. Обеспечение энергетической безопасности и максимального энергонасыщения хозяйственных и промышленных объектов являются приоритетом любого сильного государства. В условиях России с ее обширной и часто труднодоступной территорией особое внимание должно быть уделено расширенному воспроизводству энергетического потенциала, развитию инновационных технологий, созданию автономных систем энергоснабжения.</p> <p>Одним из путей решения проблемы энергообеспечения для РФ является развитие электрохимической энергетики, предусматривающее разработку электрохимических устройств прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую. Оптимальная мощность таких устройств может составлять от нескольких ватт до десятков киловатт, что достаточно для энергообеспечения отдельных аппаратов, зданий, систем связи и других объектов. Топливом для таких устройств могут быть водород, природный, био- или синтез- газ (для топливных элементов), а также химически активные металлы (литий, натрий, алюминий и т.п.) для химических источников тока (ХИТ). При наличии внешнего тепла некоторые типы этих устройств могут быть конкурентоспособными для получения водорода электролизом паров воды.</p> <p>Программа научных исследований по созданию материалов, технологий и устройств, будет способствовать успешной реализации масштабных планов России по освоению Арктики и северных территорий, укреплению экономической и энергетической независимости государства, в том числе путем реализации государственных проектов «Сила Сибири» и энергоснабжения Крыма.</p> <p>Результаты проекта будут являться основой для развития в России целой отрасли промышленного производства перспективных надежных источников тока, позволят создать установки малой и средней мощности для распределенной энергетики, решить проблему импортозамещения по стратегически важным материалам.</p>
--	---

09 Ближайшие аналоги проекта (до 2-х проектов)

09.1 Ближайший аналогичный проект (конкурент) №1

09.1.1 Название, описание, ведущая организация аналогичного проекта (конкурента) № 1

Название, описание, ведущая организация аналогичного проекта (конкурента) № 1	<p>"Разработка лабораторной масштабируемой технологии изготовления ТОТЭ планарной конструкции и концепции создания на их базе энергетических установок различного назначения и структуры, включая гибридные, с изготовлением и испытаниями маломасштабного экспериментального образца энергоустановки мощностью 500-2000 Вт". Соглашение №14.610.21.0007.</p> <p>В проекте проведена разработка лабораторной масштабируемой технологии создания ТОТЭ планарной конструкции, сделана вариантная проработка конструкции экспериментальной модели батареи из ТОТЭ размером 100x100мм2 мощностью 500Вт. Разработана концепция энергетических установок различного назначения, включающая: эскизную конструкторскую документацию на батарею из ТОТЭ размером 100x100 мм2 мощностью 500 Вт; эскизную конструкторскую документацию на маломасштабный экспериментальный образец энергоустановки мощностью 500 - 2000 Вт. Изготовлен и испытан маломасштабный экспериментальный образец энергоустановки мощностью 500-2000 Вт. Разработан концептуальный проект создания на базе ТОТЭ энергетических установок, включающий проект ТЗ на опытно-конструкторские и опытно-технологические работы по созданию типоряда энергетических установок мощностью 0,5-5кВт, включающих батареи из ТОТЭ планарной конструкции размером 100x100мм2 мощностью 500Вт.</p> <p>Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук.</p> <p>Объем финансирования: 109 700 000 рублей.</p> <p>Индустриальный партнер: некоммерческая организация Фонд поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности «Энергия без границ».</p> <p>На данный момент уровень даже самых передовых разработок ТОТЭ в мире позволяет гарантировать коммерческий успех только для автономных автоматизированных энергоустановок малой мощности (до 10 кВт) для питания удаленных труднодоступных объектов, функционирующих без постоянного присутствия персонала, не обеспеченных линиями электропередач и находящихся вблизи источников природного газа.</p>
---	---

09.1.2 Список ведущих ученых аналогичного проекта (конкурента) № 1

Список ведущих ученых аналогичного проекта (конкурента) № 1	<p>Бредихин Сергей Иванович, заместитель Директора Института Физики Твердого Тела Российской Академии Наук, заведующий лабораторией спектроскопии дефектных структур, д.х.н.</p> <p>Хартон Владислав Вадимович, заведующий лабораторией материалов для электрохимических технологий, к.х.н.</p> <p>Проект выполнялся при финансовой поддержке Министерства образования и науки России, а также за счет привлечения софинансирования собственных средств Индустриального партнера.</p>
---	---

09.2 Ближайший аналогичные проект (конкурент) №2

09.2.1 Название, описание, ведущая организация аналогичного проекта (конкурента) № 2

--	--

<p>Название, описание, ведущая организация аналогичного проекта (конкурсанта) № 2</p>	<p>"Разработка научных основ создания литий-ионного аккумулятора на основе новых отечественных электродных функциональных материалов". Соглашение № 14.604.21.0126 от 26.08.2014 г. В проекте предусмотрено создание литий-ионного аккумулятора с улучшенными энергетическими и эксплуатационными показателями на основе новых отечественных материалов для портативных накопителей энергии военного и гражданского применения. При этом основными решаемыми задачами являются синтез новых функциональных материалов для положительного и отрицательного электродов литий-ионного аккумулятора, а также разработка лабораторного макета литий-ионного аккумулятора на основе новой электрохимической системы. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н.Фrumкина РАН. Объем финансирования: 30 000 (Тридцать миллионов) рублей. Индустриальный партнер: ОАО «Чеченнефтехимпром». Все существующие производства в России ориентированы на выпуск литий-ионных аккумуляторов традиционной электрохимической системы. Такие аккумуляторы имеют напряжение 3.6В и энергоемкость не выше 160Втч/кг. Недостатком таких аккумуляторов является неспособность работы при форсированных зарядах без потери емкости, нестабильное разрядное напряжение и высокий риск воспламенения из-за высокого зарядного напряжения, а также использование импортных материалов и комплектующих. Сильной стороной проекта является разработка и синтез новых электродных материалов на основе наноструктурированных феррофосфата лития, тройного оксида лития, нанотитаната лития и кремниевых композитов, которые позволяют выйти на новый уровень литий-ионных аккумуляторов как по удельным, так и по эксплуатационным характеристикам. Такие аккумуляторы будут характеризоваться удельной энергоемкостью до 230Втч/кг, а также способностью работать при пониженных температурах (до минус 40оС), а также высоким ресурсом (до 2000 циклов). Получение опережающего результата вероятно за счет синтеза новых функциональных материалов</p>
---	---

09.2.2 Список ведущих ученых аналогичного проекта (конкурсанта) № 2

<p>Список ведущих ученых аналогичного проекта (конкурсанта) № 2</p>	<p>Кулова Т.Л., заведующий лабораторией процессов в химических источниках тока ИФХЭ РАН, д.х.н. Скундин А.Т., главный научный сотрудник лабораторией процессов в химических источниках тока ИФХЭ РАН, д.х.н. Команда проекта обладает значительным опытом в изучении механизма и кинетики электродных процессов в первичных и вторичных батареях, топливных элементов и суперконденсаторов; в исследованиях электрокатализа и разработке катализаторов для батарей и топливных элементов; в изучении микро - и макроструктуры в батареях. Проект выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки России, а также за счет привлечения софинансирования собственных средств Индустриального партнера.</p>
---	--

10 Связь проекта с САЕ

10.1 Связь проекта с научной деятельностью САЕ

№	САЕ	Комментарий
1	Школа естественных наук и математики	<p>На сегодня ИЕН является одним из лидеров в УрФУ по реальной интернационализации научного и образовательного процессов (доля научных лабораторий под научным руководством ведущих зарубежных ученых, доля публикации с участием зарубежных соавторов, доля иностранных НИР, доля иностранных студентов, доля иностранных аспирантов). Задачей проекта является достижение Университетом передовых позиций по этим направлениям с целью обеспечения роста академической репутации УрФУ в предметных областях не только в российском, но и мировом сообществе. Научные разработки и исследования САЕ (дизайн новых "умных" материалов, создание подходов и методик аттестации и исследования их свойств, разработка прототипов электрохимических устройств и формулировка рекомендаций для оптимизации их работы) направлены на реализацию данного проекта.</p>

10.2 Связь проекта с образовательной деятельностью САЕ.

САЕ	Комментарий
Школа естественных наук и математики	<p>Проект направлен на интеграцию учебного процесса с исследованиями во всех приоритетных научно-исследовательских областях САЕ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Расширение учебно-научной кооперации с ведущими партнерами из сферы науки, образования и бизнеса. -Использование существующих и разработка новых электронных образовательных ресурсов, в том числе, для платформы открытого образования. -Разработка и реализация междисциплинарных учебных и исследовательских проектов при подготовке магистрантов и аспирантов. -Рост доли магистрантов и аспирантов в составе обучающихся в САЕ. -Рост доли иностранных студентов. -Создание конкурентоспособных программ на иностранных языках, обладающих привлекательностью для иностранных студентов и аспирантов. -Расширение программ международной академической мобильности. -Развитие существующего задела по качеству подготовки специалистов в сфере естественных наук, способных работать в ведущих российских и зарубежных университетах, научных центрах и наукоемких предприятиях реального сектора экономики (на сегодня более 150 выпускников Института Естественных Наук (ИЕН) и Института Математики и Компьютерных Наук (ИМКН), на основе которых создается САЕ, работают за рубежом по специальности).

11 Показатели результативности проекта. Связь задач, результатов и показателей

11.1 Показатели результативности проекта

11.1.1 Позиция в отраслевых (предметных) рейтингах (ARWU, THE, QS), достижению которых способствует проект.

№	Рейтинг	2017 план	2018 план	2019 план	2020 план	2021 план
1	обеспечение значительного повышения академической и научной репутации УрФУ в международном сообществе, подтвержденного позициями университета в предметных рейтингах: Chemistry	-	-	-	Топ-100	Топ-100

11.1.2 Показатели результативности проекта (кроме рейтингов)

№	Показатель	2017 план	2018 план	2019 план	2020 план	2021 план	ИТОГО
1	Число публикаций в журналах 1-го квартиля (в предметной области(ях), по данным Journal Citation Reports), Web of Science Core Collection	10,	12,	14,	14,	16,	66,000
2	Число публикаций в TOP-10 % журналов (по величине SNIP), индексируемых в базе данных Scopus, в соответствующей предметной области	4,	4,	4,	5,	6,	23,000
3	Число патентов, зарегистрированных за рубежом	0,	0,	0,	0,	1,	1,000
4	Число патентов, зарегистрированных в России	4,	4,	4,	4,	4,	20,000

11.1.3 Показатели результативности проекта (финансовые)

--	--	--	--	--	--	--	--

№	Показатель	2017 план, (%)	2018 план, (%)	2019 план, (%)	2020 план, (%)	ИТОГО, (%)
1	Отношение объема софинансирования (университета и партнеров) к объему средств субсидии, выделяемой на реализацию проекта	66,66	55,55	55,55	55,55	58,33

11.2 Состав и определения ключевых показателей эффективности проекта (KPI) (справочная информация)

Код	Формулировка	Описание
KPI_1	Разработка подхода для управления свойствами функциональных материалов	Разработка подхода, позволяющего устанавливать взаимосвязь между химическим составом, температурой, составом газовой фазы, микроструктурой, дефектной структурой функциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью и стеклокерамических герметиков с их функциональными свойствами. 2017-2018 - синтез и аттестация материалов с кислород-ионной, протонной, электронно-дырочной проводимостью, а также стеклокерамических герметиков; 2019-2021 - исследование физико-химических свойств материалов с кислород-ионной, протонной, электронно-дырочной проводимостью, а также стеклокерамических герметиков; в том числе описание их кристаллической, электронной, дефектной структуры.
KPI_2	Разработка теоретических моделей для прогнозирования и оптимизации свойств материалов	Разработка теоретических моделей, позволяющих спрогнозировать влияние химического состава, кристаллической и электронной структуры на процессы дефектообразования и параметры переноса в функциональных материалов. 2017 - разработка подходов и моделей для анализа экспериментальных данных; 2018-2020 - обработка экспериментальных данных; 2021 - формулировка теоретических моделей для прогнозирования и оптимизации свойств функциональных материалов с кислородионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью.
KPI_3	Разработка подходов для оптимизации и повышения эффективности работы электрохимических устройств	Разработка подходов на основе воздействия на свойства функциональных материалов и кинетику процессов для улучшения работы ЭХУ. 2017 - разработка новых методов исследования электрокаталитических явлений, а также кинетики электродных процессов в электрохимических ячейках с твердооксидными электролитами, совмещающих возможности электрохимических методов исследования, в частности, импедансной спектроскопии, и изотопных методов исследования; 2018 - апробация разработанных методов на модельных объектах, в том числе с использованием стабильных изотопов легких элементов; 2019-2020 - исследование электрохимической кинетики и электрокаталитических явлений с помощью разработанных подходов для ячеек с разработанными новыми материалами; 2021 - разработка подходов для целенаправленного влияния на скорость-определяющие стадии электродного процесса с целью повышения электрохимической активности и долговременности функциональных материалов для ТОТЭ.
KPI_4	Разработка научных подходов к получению новых функциональных покрытий (защитных, антикоррозионных, жаропрочных, электрокаталитических)	Разработка различных покрытий для электродных материалов и сталей для электрохимических устройств нового поколения. 2017-2018 - разработка методов нанесения сплошных электропроводящих покрытий, повышающих жаропрочность сталей-интерконнекторов, электрокаталитических покрытий с высокоразвитой поверхностью для электродных материалов в устройствах получения сверхчистых водорода и кислорода, а также слоистых композитных структур как основы для электрохимических устройств нового поколения; 2019-2020 - исследование совместимости функциональных материалов иерархических, слоистых и композитных структур; 2021 - создание и оптимизация технологии формирования иерархических, слоистых и композитных структур.
KPI_5	Выявление факторов, способствующих повышению времени жизни функциональных материалов	Разработка подходов для повышения времени жизни ЭХУ. 2017-2018 - ресурсные испытания разработанных функциональных материалов 2019-2020 - ресурсные испытания функциональных материалов в составе модельных ячеек с интересующими интерфейсами 2021 - описание кинетики деградации, создание прогностических методов и подходов к повышению времени жизни электрохимических устройств.
KPI_6	Разработка и оптимизация конструкций топливных элементов и электролизеров	Разработка технологий изготовления электрохимических устройств. 2017 - разработка технологий соединения единичных элементов в блок; 2018 - разработка конструкции устройств подготовки и подачи топлива и блока утилизации продуктов переработки топлива; 2019 - разработка конструкции электрохимических устройств на базе новых материалов; 2020 - разработка системам управления режимами работы и коммутации устройств; 2021 - оптимизация технологии изготовления электрохимических устройств.
KPI_7	Разработка новых электродных материалов для металл-кислородных аккумуляторов	Разработка подходов для создания функциональных материалов для металл-кислородных аккумуляторов. 2017 - синтез и аттестация композитных материалов на основе алюминия, магния, цинка и графена. 2018 - исследование физико-химических свойств металлграфеновых материалов 2019 - исследование электрохимических свойств металлграфеновых материалов 2020 - исследование совместимости материалов и процессов на границах взаимодействия между функциональными материалами 2021 - изучение кинетики электродных процессов и особенностей формирования электродных осадков.
KPI_8	Разработка аккумуляторов нового поколения на основе металл-графеновых композитов	

	Разработка технологий создания металл-графен-кислородных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения. 2017 - синтез и аттестация металл-графеновых композитов 2018 - исследование влияния состава и микроструктуры на физико-химические и электрохимические свойства материалов 2019 - исследование влияния допирования неметаллическими элементами на физико-химические и электрохимические свойства материалов 2020 - 2021 - выбор подходящих электродных материалов и оптимизация режимов работы металл-графеновых аккумуляторов
--	---

11.3 Сводная таблица собственных задач, результатов и показателей реализации проекта

№	Задача	Ожидаемый результат	Показатель реализации (KPI)
1	Создание подходов для управления свойствами функциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электронно-дырочной проводимостью и стеклокерамических герметиков, на основе изучения фазовых равновесий, дефектообразования, термомеханических свойств, кристаллической структуры, в том числе локального порядка, электронной структуры, каталитической активности и электрофизических характеристик в зависимости от состава материала, температуры, состава газовой фазы, микро- и дефектной структуры материалов	Создание новых электродных материалов, в том числе на основе металл-графеновых (алюминий-графеновых) композитов, и ион-проводящих мембран для низкотемпературных металл-кислородных аккумуляторов	KPI_1
2	Описание с помощью теоретических методов влияния химического состава, кристаллической структуры и электронной структуры на процессы дефектообразования и параметры переноса в материалах с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью	Создание теоретических моделей для прогнозирования и оптимизации свойств функциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью	KPI_2
3	Разработка новых прогностических методов исследования процессов деструкции и деградации материалов, анализа их микроструктуры, дефектной структуры, механизма электро- и массопереноса, каталитической активности, явлений самоорганизации в электрохимических материалах: в объеме, на поверхности и различных интерфейсах	Создание методов для оптимизации и повышения эффективности работы электрохимических устройств нового поколения за счет воздействия на свойства функциональных материалов и кинетику процессов, происходящих в различных режимах работы электрохимических устройств	KPI_3
4	Разработка гибридных электрохимических технологий нанесения покрытий на металлические и металлокерамические основы для создания иерархических, слоистых и композитных структур, используемых как защитные антикоррозионные, жаропрочные покрытия, электрокаталитические системы, основы для формирования электрохимических устройств нового поколения	Создание новых защитных антикоррозионных, жаропрочных покрытий на различных типах сплавов, в том числе на сталях-интерконнекторах для твердооксидных топливных элементов; электрокаталитических покрытий с высокоразвитой поверхностью для электродных материалов в устройствах получения сверхчистых водорода и кислорода; слоистых композитных структур как основы для электрохимических устройств нового поколения	KPI_4
5	Изучение кинетики деградации физико-химических, электрофизических, механических свойств функциональных материалов; выявление механизма деградации и критических факторов, приводящих к ухудшению свойств функциональных материалов	Создание подходов для повышения времени жизни функциональных материалов и интерфейсов между ними в электрохимических устройствах нового поколения	KPI_5
6	Разработка технологий соединения единичных элементов в блок, коммутации с устройствами подготовки и подачи топлива, утилизации продуктов переработки топлива, с системами управления режимами работы устройств; оптимизация технологии утилизации тепловой и электрической энергии	Создание подходов для разработки и оптимизации конструкции генераторов электрической энергии и электролизеров на основе твердооксидных и расплав-карбонатных топливных элементов под необходимые нужды и задачи распределенной энергетики	KPI_6
7	Изучение влияния состава, микроструктуры на электрохимические свойства ион-проводящих мембран, электродных материалов, включая композиционные металл-графеновые материалы; изучение кинетики электродных процессов и роста осадков с высокоразвитой поверхностью для формирования электродов металл-воздушных аккумуляторов	Создание новых электродных материалов, в том числе на основе металл-графеновых (алюминий-графеновых) композитов, и ион-проводящих мембран для низкотемпературных металл-кислородных аккумуляторов	KPI_7
8	Разработка технологии создания металл-графен-кислородных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения, определение оптимальных материалов и режимов работы аккумулятора	Создание низкотемпературных металл-графен-воздушных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения	KPI_8

12 Партнеры проекта (информация по всем партнерам)

12.1 Общая информация по всем партнерам

№	Официальное наименование партнера	Официальный сайт Партнера	Профиль Партнера	Описание Партнера	Вклад Партнера в проект и значимость такого вклада для успешной реализации проекта

1	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»	http://www.msu.ru/	образовательное учреждение	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»(МГУ) является одним из старейших и крупнейших университетов России, в состав которых входят 10 научно-исследовательских институтов, более 45 факультетов (около 300 кафедр) и филиалов и более 15 центров и других подразделений. МГУ занимает 60 позицию в мировом рейтинге институтов по предметной области “Естественные науки” (QSTopUniversities 2015) и 65 позицию по предметной области “Инженерия и Технология” (THEWorldUniversityRating 2015). Партнером проекта со стороны МГУ выступает кафедра электрохимии Химического факультета. Направление этого структурного подразделения широко известно в мире и связано с изучением двойного слоя и электрохимической кинетики, электрокатализа и коррозии, электрохимической энергетики, химии высоких энергий, фундаментальных исследований проблем получения алюминия.	Сотрудники кафедры электрохимии имеют неограниченный опыт в разработке фундаментальных основ получения многофункциональных материалов (в том числе наноматериалов) и их эффективное применение в высокоэффективных и экологически безопасных электрохимических устройствах (литий-ионные батареи, твердооксидных топливные элементы). В виду этого, вклад партнера будет заключаться в формулировке рекомендаций для дизайна новых “умных” материалов, помощь в их оптимальном синтезе, исследований особенностей структурных и электрохимических свойств.
2	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН	http://www.catalysis.ru/	научное учреждение	Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН является одним из крупнейших в мире научно-исследовательских центров в области катализа (ИК СО РАН). Область работ Института простирается от решения задач фундаментального характера в области катализа до создания новых катализаторов, каталитических технологий и опытно-промышленного производства катализаторов, а именно: Научные основы катализа и создание высокоэффективных, селективных катализаторов и каталитических систем; Создание единой теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа; предвидение каталитического действия; Разработка теории и научных основ приготовления катализаторов; Исследования в области кинетики каталитических процессов; Разработка теоретических основ химической технологии; Разработка катализаторов и каталитических процессов для новых областей применения. Лаборатории института оснащены уникальным научным оборудованием, позволяющим проводить всестороннее исследование химического состава и свойств катализаторов, изучать механизмы каталитических реакций и создавать новые эффективные катализаторы для различных отраслей химической промышленности.	Основное направление ИК СО РАН в рамках настоящего проекта будет связано с исследованием электрокаталитических процессов, происходящих в электрохимических устройствах, и выработке стратегий, позволяющих влиять на эти процессы (подбор необходимых условий проведения электрохимических процессов, разработка высокоактивных электрокатализаторов, оптимизация микроструктуры электрохимически активных материалов).

3	<p>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук</p>	<p>http://www.ihte.uran.ru/?page_id=155</p>	<p>научное учреждение</p>	<p>Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН создан по решению Президиума АН СССР в январе 1958 года на базе лаборатории электрохимии расплавленных солей, выросшей на традициях уральской научной школы электрохимиков. Сегодня ИВТЭ УрО РАН является единственным профильным академическим учреждением, специализирующимся в области высокотемпературной физической химии и электрохимии расплавленных солей и твердых электролитов. На протяжении 55 лет ИВТЭ УрО РАН проводит фундаментальные исследования, направленные на создание, развитие и использование: теоретических и экспериментальных основ современной высокотемпературной физической химии и электрохимии расплавленных и твердых электролитов, принципов электрохимических методов получения и физико-химической диагностики новых материалов различного функционального назначения, эксплуатирующихся в жестких условиях агрессивных сред и высоких температур, научных основ ресурсосберегающих, безопасных для природы и человека электрохимических технологий получения, рафинирования и защиты металлов, переработки неорганического сырья и принципов конструирования высокотемпературных устройств с расплавленными и твердыми электролитами, обеспечивающих прямое и наиболее рациональное превращение химической энергии в электрическую. Большинство практических разработок и проектов институт осуществляет при сотрудничестве с ведущими научными и производственными компаниями и исследовательскими центрами России (ТК «ТВЭЛ» (Ростатом), ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ», ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академика Е. И. Забабахина», НИЦ «Курчатовский институт», ОАО «УЭХК», ОАО «ГНЦ НИИАР», ОАО «СвердНИИхиммаш», ОАО «Чепецкий механический завод», ОАО «Соликамский магниевый завод», ООО «УГМК», ОАО «Уралэлектромедь» и др.), США, Кореи, Германии, Норвегии, Франции, Италии, Великобритании, Испании и других стран. Интеллектуальная собственность Института защищена национальными и зарубежными патентами.</p>	<p>ИВТЭ УрО РАН как ведущий партнер проекта будет вовлечен во все заявленные направления. Широкий спектр проводимых исследований, представленный в разделе Описание партнера, собственный центр коллективного пользования и наличие российских и международных контактов позволяют партнеру принять участие в выполнении всех поставленных задач.</p>

4	Империял Колледж Лондон	https://www.imperial.ac.uk/	образовательное учреждение	<p>Империял Колледж Лондона много лет подряд лидирует в мировых рейтингах как один из лучших наукоёмких технических вузов мира. Основная специализация – наука, медицина и инженерия, вуз ежегодно занимает ведущие позиции в международных рейтингах. В отраслевом рейтинге базы ARWU Империял Колледж занимает 49 место на 2015 год, в базе данных THE - 9 место на 2015-2016 года и в базе данных QS - 7 место согласно рейтингу на 2015/16, что несомненно указывает на мировой уровень развития науки в данной отрасли. Колледж имеет 4 основных факультета уровня бакалавра: Инженерный Факультет, Факультет Медицины, Факультет Естественных Наук и Бизнес-школа Империял Колледж Лондона находится в числе ведущих научных, инженерно-строительных и медицинских исследовательских и образовательных учреждений мира. Империял Колледж Лондона уделяет особое внимание практическому применению научных, инженерных и медицинских знаний в промышленности, торговле и здравоохранении. Империял Колледж Лондона в своих стенах развивает концепцию обучения с применением межпредметных связей и организует совместную работу с другими учебными заведениями в этом направлении. Непосредственно в проекте планируется тесное сотрудничество со специалистами Инженерного факультета, отдела Материалов. Основные направления лежат в области энергетики, в том числе в разработке и аттестации материалов передовых компонентов твердооксидных топливных элементов, электролизеров, мембран со смешанной проводимостью.</p>	<p>Ведущий представитель Партнера Д-р А. Беренов имеет 12-тилетний опыт работы в области ТОТЭ. Уникальность исследований кинетики кислородного обмена, проводимых в Империял Колледже заключается в использовании методов изотопного профилирования с помощью вторичной ионной масс-спектрометрии (SIMS) и спектроскопии рассеяния ионов малых энергий (LEIS). Первая методика определяет изотопный состав с высокой разрешающей способностью, что позволяет изучать локальную кислородную диффузию вблизи дефектов, присутствующих в материале. Вторая методика анализирует химический состав верхнего монослоя поверхности без его разрушения, что позволяет изучать влияние структуры поверхности на кислородный обмен [РССР 2016 (18) 9102-9111]. Ведущий специалист Д-р Беренов, владеющий этими уникальными методиками, внесет свой вклад в развитие проекта в области разработки и аттестации электрохимических материалов для твердооксидных топливных элементов, электролизеров, мембран со смешанной проводимостью.</p>

5	Университет Твенте	https://www.utwente.nl/en/	образовательное учреждение	<p>Университет Твенте — нидерландский университет, расположенный в городе Энсхеде. Штат университета составляет около 3300 преподавателей и исследователей, в нём обучаются более 9000 студентов, из них 6000 на первую и 2500 на вторую учёную степень. В рейтинге университетов мира на 2015 год, подготовленном компанией QS, университет Твенте занимает общее место в конце второй сотни из более чем 600 вузов, включённых в обзор. В области инженерно-технических наук Университет Твенте занимает в рейтинге 204-е место.</p> <p>Исследовательские центры университета Твенте занимаются новейшими технологиями — информационными, био- и нанотехнологиями, изучением взаимодействия общества и технологии. Разработки университета используются в сферах здравоохранения, жизнеспособности и жизнеобеспечения, безопасности и педагогики. Центры и лаборатории университета включают: Центр телематики и информационных технологий; Институт нанотехнологии; Институт биомедицинских технологий и технической медицины; Международный институт геоинформации и исследования Земли; Исследовательский институт инноваций и управления; Институт энергии и ресурсов; Исследовательский институт общественных наук и технологии.</p> <p>Работы ученых Университета Твенте признаны во всем мире за высокий уровень. Непосредственно в проекте планируется тесное сотрудничество со специалистами департамента Неорганических мембран факультета Науки и Технологии. Основные направления департамента Неорганических мембран факультета Науки и Технологии сосредоточены в области химической инженерии, прикладной физики, биомедицинской технологии, технической медицины и в области нанотехнологий.</p>	<p>Представитель партнера профессор Боумистер является одним из ведущих ученых в области твердотельной электрохимии. В настоящее время Х. Боумистер доцент кафедры Неорганических мембран Факультета Химии материалов. Профессор является одним из редакторов журнала Solid State Electrochemistry. Его научные интересы включают твердотельную термодинамику и электрохимию, смешанно-проводящие мембраны, химию дефектов, поверхность обмена кислорода, кинетику электродов и катализ. В этих областях Х. Боумистер стал автором и соавтором нескольких глав книг и более 100 научных работ. Профессор Д-р Боумистер внесет свой вклад в развитие проекта в области исследования кинетики изотопного обмена кислорода электрохимических материалов для твердооксидных топливных элементов, электролизеров, мембран со смешанной проводимостью</p>
---	--------------------	---	----------------------------	--	---

12.2 Ведущий представитель Партнера

№	Официальное наименование партнера	Фамилия	Имя	Отчество	ID Scopus	Ученая степень	Ученое звание	Индекс Хирша	
1	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук	Ананьев	Максим	Васильевич	15061114600	Кандидат наук	Без звания	7	amv@i
2		Антипов	Евгений	Викторович	7102236080		Профессор	33	antipov

	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»					Доктор наук			
3	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН	Собянин	Владимир	Александрович	7004158836	Доктор наук	Профессор	22	rector@
4	Империл Колледж Лондон	Беренов	Андрей	Владимирович	6603788485	Doctor of Philosophy	Без звания	18	a.beren
5	Университет Твенте	Боумистер	Хенни		7005134508	Doctor of Philosophy	Профессор	45	h.j.m.bc

13 Коллектив проекта

13.1 Общее количество сотрудников проекта

№	Сотрудники проекта	Кол-во (чел)
1	Аспиранты	15
2	АУП	3
3	НПР	53
4	Ординаторы	9
5	Прочие	5
6	Студенты	4
Итого:		89

13.2 Общее описание состава участников проекта и их ролей при его реализации

Общее описание состава участников проекта и их ролей при его реализации	Состав участников проекта отвечает поставленным целям задачам и включает научного руководителя, ведущего исследователя, администратора проекта, представителей партнеров, научно-преподавательский персонал, административно-управленческий персонал, студентов, магистрантов и аспирантов. Члены заявленного коллектива обладают большим опытом в области дизайна новых функциональных материалов, изучения их целевых свойств, начиная от структурных особенностей и заканчивая их электрохимической активностью, а также успешного применения материалов в электрохимических устройствах различного назначения. Коллектив проекта проводит образовательную деятельность в форме чтения лекций, проведения семинаров, лабораторных работ, руководство практикой студентов, выпускными квалификационными работами. По каждой заявленной цели и задачи у коллектива имеется ряд публикаций. Так, оценочное число публикаций коллектива за последние два года в журналах с ненулевым импакт фактором достигает 50 единиц. Это свидетельствует о большом опыте проводимых исследований и предполагает определенный задел. По направлению задачи 1 будут работать коллективы Антипова Е.В., Черепанова В.А, Кузьмина А.В., Демина А.К., Ананьева М.В., Боумистера Х.Дж.М., задачи 2 – Ананьева М.В. и Беренова А.В., задачи 3 – Останиной Т.Н., Ананьева М.В., Зайкова Ю.П., Боумистера Х.Дж.М., Кузьмина А.В., задачи 4 – Собянина В.А. и Ананьева М.В., задачи 5 – Демина А.К., Ананьева М.В. и Бронина Д.И., задач 6 - Зайкова Ю.П. и Елшиной Л.А., Ананьева М.В., Кузьмина А.В., и задач 7 – Зайкова Ю.П. и Елшиной Л.А.
---	---

13.3 Научный коллектив проекта - ключевые сотрудники (3-5 ключевых сотрудников)

№	Фамилия	Имя	Отчество	Год рождения	ID Scopus	Роль сотрудника в проекте	Ученая степень	Ученое звание	Индекс Хирша

1	Тсиакарас	Панагиотис	-	1960	7003948427	Научный руководитель	Doctor of Philosophy	Без звания	37
2	Черепанов	Владимир	Александрович	1955	7005114301	Ведущий исследователь	Доктор наук	Профессор	17

3	Демин	Анатолий	Константинович	1944	13805326000	Представитель партнера	Кандидат наук	Без звания	18
4	Зайков	Юрий	Павлович	1949	6603601069	Администратор	Доктор наук	Профессор	7

5	Бомистер	Хенни	-	1954	7005134508	Представитель партнера	Doctor of Philosophy	Профессор	45

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

13.4 Административный коллектив проекта - ключевые сотрудники (2-3 ключевых сотрудника)

№	Фамилия	Имя	Отчество	Год рождения	ID Scopus	Роль сотрудника в проекте	Ученая степень	Ученое звание	Индекс Хирша	Нап публ т
1	Халимуллина	Юлия	Ринатовна	1982	42261954800	Представитель партнера	Кандидат наук	Без звания	1	<p>P. Per Electr in LiC LiCl- melts. Electr 161 (</p> <p>Yu.R. Therm chara Bi all PbCl2 Journ Metal</p> <p>Yu.P. dissol in an potass chlori of No (2008</p>
2	Кузнецова	Евгения	Андреевна	1988	-	Представитель партнера		Без звания	-	-

3	Поротникова	Наталья	Михайловна	1986	36508916000	Представитель партнера	Кандидат наук	Без звания	3	A.S. I Oxyg in do bariu State 108-1 A. Be tracer surfac in Ba0.5 d. Sol (2014 M.V. Oxyg in La Chem Physi 9111.
---	-------------	---------	------------	------	-------------	---------------------------	------------------	---------------	---	--

13.5 Ведущий администратор проекта

Фамилия	Зайков
Имя	Юрий
Отчество	Павлович
Год рождения	1949
Id Scopus	6603601069
Роль сотрудника в проекте	Администратор
Ученая степень	Доктор наук
Индекс Хирша	7
Трудовые отношения	Совместительство
Основные реализованные проекты	РНФ № 16-13-00061 от 21.01.2016г. Сумма 16,2 млн. руб на 2016-2018 гг. РФФИ № (НК13-03-12235/15 от 17.04.2015, 14-03-00640/16 от 17.03.2016, 13-03-12235, 14-03-00640/14, 14-03-00640/15) Соглашение о предоставлении субсидии №(14.607.21.0035 от 5.06.2014, 14.607.21.0042 от 21.08.2014 г.) ГК № 16.525.12.5005 от 23.08 2011 г.
E-mail	dir@ihte.uran.ru
Телефон	+73433745089

13.6 Ответственный проректор университета

Фамилия	Кружаев
Имя	Владимир
Отчество	Венедиктович
Год рождения	1951
E-mail	v.v.kruzaev@urfu.ru

Телефон	+73433754890
---------	--------------

13.7 Руководитель(и) САЕ

Фамилия	Имя	Отчество	Год рождения	Id Scopus	Роль сотрудника в проекте	САЕ	Ученая степень	Индекс Хирша	Трудовые отношения
Германенко	Александр	Викторович	1961	7004209644	Ведущий исследователь	Школа естественных наук и математики	Доктор наук	12	Основное место работы

14 Инфраструктура, материально-технические и информационные ресурсы проекта (структура затрат)

14.1 Общее описание основных привлекаемых ресурсов и их использование, в т.ч. условий их использования.

Общее описание основных привлекаемых ресурсов и их использование, в т.ч. условий их использования.	<p>Для реализации данного проекта необходима материально-техническая и информационная базы. ИЕН располагает необходимыми ресурсами для успешного выполнения проекта. Основное здание ИЕН располагается в корпусе по адресу г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 48а.</p> <p>Площадь, занимаемая научно-исследовательскими лабораториями, которые можно привлечь для реализации данного проекта, равна примерно 515 кв. м. Стоимость основного научного оборудования, привлекаемого для выполнения научно-исследовательской работы составляет около 115 млн. рублей. Все оборудование является современным (дата выпуска – позднее 2007 г.).</p> <p>Ежегодно обновляется подписка к базам данных ScienceDirect (Elsevier), Scopus, Web of Science, SpringerLink, American Chemical Society (ACS), Cambridge University Press (CUP), Oxford University Press (OUP), REAXYS.</p> <p>Оперативное управление материально-техническими ресурсами, принадлежащими Уральскому федеральному университету имени первого президента Б.Н. Ельцина.</p> <p>Данные лаборатории и оборудование после завершения проекта будут использованы для реализации проектов по научным исследованиям фундаментального и прикладного характера.</p>
--	---

14.2 Основные задействованные помещения (здания, сооружения, лаборатории и т.п.)

№	Помещения	Адрес	Владелец	Форма использования (договор)	Площадь (кв.м.)	Затраты на использование всего по проекту (млн руб.)
1	Лаборатории №№ 318, 320, 322, 412, 416, 417, 309, 307, 414, 410, 408, 02, 04, 08	Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева 48	Минобрнауки, УрФУ	Оперативное управление	515,	8,200
Итого:					515,	8,200

14.3 Основное задействованное оборудование (установки, комплексы, сети, суперкомпьютеры и т.п.)

№	Оборудование	Адрес установки	Владелец	Форма использования (договор)	Предназначение	Затраты на использование всего по проекту (млн руб.)

1	<ul style="list-style-type: none"> Установка для получения порошков оксидов металлов. Планетарные мельницы Pulverizette 7, Fritch Камерные и высокотемпературные печи Nabertherm. Гидравлический пресс PO 3, Emmevi, пресс-формы. Ультразвуковой диспергатор Cole-Palmer Анализатор удельной поверхности Sorbi N.4.1. Оборудование для шлифовки керамических образцов. Дифрактометр ДРОН-6 с высокотемпературной приставкой HDK-S1, EdmundBuhler Дифрактометр EQUINOX 3000Inel 	Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева 48	Минобрнауки, УрФУ	Оперативное управление	Аналитическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований в области химии, металлургии и материаловедения в рамках научных программ	7,800
2	<ul style="list-style-type: none"> Дифрактометр XRD 7000S Shimadzu, с высокотемпературной приставкой НТК 1200N, AntonPaar Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой iCAP 6500 Duo, с системой лазерногопроботбора NWR 266 ThermoScientific, Атомно-абсорбционный спектрометр Solaar 6M ThermoElectron Исследовательский комплекс на базе ИК-Фурье спектрометра Nicolet 6700 Лазерный анализатор распределения частиц по радиусам SALD-7101, Shimadzu Оптические микроскопы CX-41 и BX-51, Olympus 	Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева 48	Минобрнауки, УрФУ	Оперативное управление	Аналитическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований в области химии, металлургии и материаловедения в рамках научных программ	10,200
3	<ul style="list-style-type: none"> Синхронные термоанализаторы STA 409 Luxx, Netzsch Анализатор термогравиметрический DynTherm LP-ST, Rubotherm Газовый хроматограф-квадрупольный масс-спектрометр PerkinElmer Дилатометр DIL 402 C, Netzsch Сканирующий электронный микроскоп EVO LS, CarlZeiss 	Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева 48	Минобрнауки, УрФУ	Оперативное управление	Аналитическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований в области химии, металлургии и материаловедения в рамках научных программ	25,100
4	<ul style="list-style-type: none"> Оригинальные установки для измерения термодинамических параметров и коэффициентов переноса и диффузии в твердых телах Оформление заявок на приобретение оборудования Эксплуатация и ремонт оборудования 	Россия, Екатеринбург, ул. Куйбышева 48	Минобрнауки, УрФУ	Оперативное управление	Аналитическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований в области химии, металлургии и материаловедения в рамках научных программ	,300
Итого:						43,400

14.4 Основные задействованные информационные ресурсы (ПО, базы данных, библиотеки и т.п.)

№	Информационные ресурсы	Владелец	Форма использования (договор)	Предназначение	Затраты на использование всего по проекту (млн руб.)
1	Доступ к базам данных ScienceDirect (Elsevier), Scopus, Web of Science, SpringerLink, American Chemical Society (ACS), Cambridge University Press (CUP), Oxford University Press (OUP), REAXYS	УрФУ	Оперативное управление	Поиск и сохранение научной литературы по тематике проекта	12,000
Итого:					12,000

14.5 Прочие ресурсы

№	Прочие ресурсы	Владелец	Форма использования (договор)	Предназначение	Затраты на использование всего по проекту (млн.руб.)
1	-	-	-	-	,000

2	<p>Описание с помощью теоретических методов влияния химического состава, кристаллической структуры и электронной структуры на процессы дефектообразования и параметры переноса в материалах с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью</p>	<p>Создание теоретических моделей для прогнозирования и оптимизации свойств функциональных материалов с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью</p>	<p>2017 - разработка подходов и моделей для анализа экспериментальных данных; 2018-2020 - обработка экспериментальных данных; 2021 - формулировка теоретических моделей для прогнозирования и оптимизации свойств функциональных материалов с кислородионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью. По результатам этих исследований планируется публикация статей, защита выпускных работ студентов, кандидатских диссертаций, организация семинаров, создание авторских лекционных курсов</p>	II квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал
3	<p>Разработка новых прогностических методов исследования процессов деструкции и деградации материалов, анализа их микроструктуры, дефектной структуры, механизма электро- и массопереноса, каталитической активности, явлений самоорганизации в электрохимических материалах: в объеме, на поверхности и различных интерфейсах</p>	<p>Создание подходов для оптимизации и повышения эффективности работы электрохимических устройств нового поколения за счет воздействия на свойства функциональных материалов и кинетику процессов, происходящих в различных режимах работы электрохимических устройств</p>		II квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал

			<p>2017 - разработка новых методов исследования электрокаталитических явлений, а также кинетики электродных процессов в электрохимических ячейках с твердооксидными электролитами, совмещающих возможности электрохимических методов исследования, в частности, импедансной спектроскопии, и изотопных методов исследования;</p> <p>2018 - апробация разработанных методов на модельных объектах, в том числе с использованием стабильных изотопов легких элементов;</p> <p>2019-2020 - исследование электрохимической кинетики и электрокаталитических явлений с помощью разработанных подходов для ячеек с разработанными новыми материалами;</p> <p>2021 - разработка подходов для целенаправленного влияния на скорость-определяющие стадии электродного процесса с целью повышения электрохимической активности и долговременности функциональных материалов для ТОТЭ. По результатам этих исследований планируется публикация статей, отправка заявок на патенты, защита выпускных квалификационных работ студентов, кандидатских диссертаций, организация семинаров</p>				
--	--	--	--	--	--	--	--

4	<p>Разработка гибридных электрохимических технологий нанесения покрытий на металлические и металлокерамические основы для создания иерархических, слоистых и композитных структур, используемых как защитные антикоррозионные, жаропрочные покрытия, электрокаталитические системы, основы для формирования электрохимических устройств нового поколения</p>	<p>Создание новых защитных антикоррозионных, жаропрочных покрытий на различных типах сплавов, в том числе на сталях-интерконнекторах для твердооксидных топливных элементов; электрокаталитических покрытий с высокоразвитой поверхностью для электродных материалов в устройствах получения сверхчистых водорода и кислорода; слоистых композитных структур как основы для электрохимических устройств нового поколения</p>	<p>2017-2018 - разработка методов нанесения сплошных электропроводящих покрытий, повышающих жаропрочность сталей-интерконнекторов, электрокаталитических покрытий с высокоразвитой поверхностью для электродных материалов в устройствах получения сверхчистых водорода и кислорода, а также слоистых композитных структур как основы для электрохимических устройств нового поколения; 2019-2020 - исследование совместимости функциональных материалов иерархических, слоистых и композитных структур; 2021 - создание и оптимизация технологии формирования иерархических, слоистых и композитных структур. По результатам этих исследований планируется публикация статей, отправка заявок на патенты, защита выпускных квалификационных работ студентов, кандидатских диссертаций, организация семинаров, создание авторских лекционных курсов</p>	II квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал
5	<p>Изучение кинетики деградации физико-химических, электрофизических, механических свойств функциональных материалов; выявление механизма деградации и критических факторов, приводящих к ухудшению свойств функциональных материалов</p>	<p>Создание подходов для повышения времени жизни функциональных материалов и интерфейсов между ними в электрохимических устройствах нового поколения</p>	<p>2017-2018 - ресурсные испытания разработанных функциональных материалов 2019-2020 - ресурсные испытания функциональных материалов в составе модельных ячеек с интересующими интерфейсами 2021 - описание кинетики деградации, создание прогностических методов и подходов к повышению времени жизни электрохимических устройств По результатам этих исследований планируется публикация статей, отправка заявок на патенты, защита выпускных квалификационных работ студентов, организация семинаров</p>	II квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал

6	<p>Разработка технологий соединения единичных элементов в блок, коммутации с устройствами подготовки и подачи топлива, утилизации продуктов переработки топлива, с системами управления режимами работы устройств; оптимизация технологии утилизации тепловой и электрической энергии</p>	<p>Создание подходов для разработки и оптимизации конструкции генераторов электрической энергии и электролизеров на основе твердооксидных и расплав-карбонатных топливных элементов под необходимые нужды и задачи распределенной энергетики</p>	<p>2017 - разработка технологий соединения единичных элементов в блок; 2018 - разработка конструкции устройств подготовки и подачи топлива и блока утилизации продуктов переработки топлива; 2019 - разработка конструкции электрохимических устройств на базе новых материалов; 2020 - разработка систем управления режимами работы и коммутации устройств; 2021 - оптимизация технологии изготовления электрохимических устройств. По результатам этих исследований планируется публикация статей, отправка заявок на патенты, защита выпускных квалификационных работ студентов, организация семинаров</p>	II квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал
7	<p>Изучение влияния состава, микроструктуры на электрохимические свойства ион-проводящих мембран, электродных материалов, включая композиционные металл-графеновые материалы; изучение кинетики электродных процессов и роста осадков с высокоразвитой поверхностью для формирования электродов металл-воздушных аккумуляторов</p>	<p>Создание новых электродных материалов, в том числе на основе металл-графеновых (алюминий-графеновых) композитов, и ион-проводящих мембран для низкотемпературных металл-кислородных аккумуляторов</p>	<p>2017 - синтез и аттестация композитных материалов на основе алюминия, магния, цинка и графена. 2018 - исследование физико-химических свойств металл-графеновых материалов 2019 - исследование электрохимических свойств металл-графеновых материалов 2020 - исследование совместимости материалов и процессов на границах взаимодействия между функциональными материалами 2021 - изучение кинетики электродных процессов и особенностей формирования электродных осадков По результатам этих исследований планируется публикация статей, отправка заявок на патенты, защита выпускных квалификационных работ студентов, кандидатских диссертаций, организация семинаров, создание авторских лекционных курсов</p>	II квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал	IV квартал

8	Разработка технологии создания металл-графен-кислородных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения, определение оптимальных материалов и режимов работы аккумулятора	Создание низкотемпературных металл-графен-воздушных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения	2017 - синтез и аттестация металл-графеновых композитов 2018 - исследование влияния состава и микроструктуры на физико-химические и электрохимические свойства материалов 2019 - исследование влияния допирования неметаллическими элементами на физико-химические и электрохимические свойства материалов 2020 - 2021 - выбор подходящих электродных материалов и оптимизация режимов работы металл-графеновых аккумуляторов По результатам этих исследований планируется публикация статей, отправка заявок на патенты, защита выпускных квалификационных работ студентов, кандидатских диссертаций, организация семинаров, создание авторских лекционных курсов	II квартал	IV квартал				
---	--	---	--	------------	------------	------------	------------	------------	------------

16.2 Календарный план реализации проекта - КРП

№	Задача	КРП	Комментарий	2017 1-ое полугодие	2017 2-е полугодие	2018	2019	2020	2021

1	Изучение влияния состава, микроструктуры на электрохимические свойства ион-проводящих мембран, электродных материалов, включая композиционные металл-графеновые материалы; изучение кинетики электродных процессов и роста осадков с высокоразвитой поверхностью для формирования электродов металл-воздушных аккумуляторов	KPI_1	В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются. 1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент 2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ 3) защита кандидатских и докторских диссертаций 4) проведение научных семинаров и конференций	1	1	4	5	6	7
2	Описание с помощью теоретических методов влияния химического состава, кристаллической структуры и электронной структуры на процессы дефектообразования и параметры переноса в материалах с кислород-ионной, протонной и/или электроннодырочной проводимостью	KPI_2	В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются. 1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент 2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ 3) защита кандидатских и докторских диссертаций 4) проведение научных семинаров и конференций	1	1	2	3	3	4
3		KPI_3		1	2	3	4	5	6

	Разработка новых прогностических методов исследования процессов деструкции и деградации материалов, анализа их микроструктуры, дефектной структуры, механизма электро- и массопереноса, каталитической активности, явлений самоорганизации в электрохимических материалах: в объеме, на поверхности и различных интерфейсах		В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются. 1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент 2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ 3) защита кандидатских и докторских диссертаций 4) проведение научных семинаров и конференций							
4	Разработка гибридных электрохимических технологий нанесения покрытий на металлические и металлокерамические основы для создания иерархических, слоистых и композитных структур, используемых как защитные антикоррозионные, жаропрочные покрытия, электрокаталитические системы, основы для формирования электрохимических устройств нового поколения	KPI_4	В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются. 1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент 2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ 3) защита кандидатских и докторских диссертаций 4) проведение научных семинаров и конференций	1	2	3	3	4	5	
5	Изучение кинетики деградации физико-химических, электрофизических, механических свойств функциональных материалов; выявление механизма деградации и критических факторов, приводящих к ухудшению свойств функциональных материалов	KPI_5		1	2	3	4	4	5	

			<p>В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются.</p> <p>1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент</p> <p>2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ</p> <p>3) защита кандидатских и докторских диссертаций</p> <p>4) проведение научных семинаров и конференций</p>						
6	<p>Разработка технологий соединения единичных элементов в блок, коммутации с устройствами подготовки и подачи топлива, утилизации продуктов переработки топлива, с системами управления режимами работы устройств; оптимизация технологии утилизации тепловой и электрической энергии</p>	KPI_6	<p>В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются.</p> <p>1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент</p> <p>2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ</p> <p>3) защита кандидатских и докторских диссертаций</p> <p>4) проведение научных семинаров и конференций</p>	1	1	2	3	3	4
7	<p>Изучение влияния состава, микроструктуры на электрохимические свойства ион-проводящих мембран, электродных материалов, включая композиционные металл-графеновые материалы; изучение кинетики электродных процессов и роста осадков с высокоразвитой поверхностью для формирования электродов металл-воздушных аккумуляторов</p>	KPI_7		1	2	3	4	5	6

			<p>В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются.</p> <p>1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент</p> <p>2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ</p> <p>3) защита кандидатских и докторских диссертаций</p> <p>4) проведение научных семинаров и конференций</p>						
8	<p>Разработка технологии создания металл-графен-кислородных и металл-графен-ионных аккумуляторов нового поколения, определение оптимальных материалов и режимов работы аккумулятора</p>	KPI_8	<p>В столбцах указано количество показателей, которые планируется достигнуть по перечисленным ниже пунктам. Выполнение любого показателя из пунктов 1-4 равняется единице. Показатели суммируются.</p> <p>1) опубликование статей по теме проекта в научных журналах, входящих в базу данных Scopus или Web of Science и подача заявки на патент</p> <p>2) защита бакалаврских и магистерских квалификационных работ</p> <p>3) защита кандидатских и докторских диссертаций</p> <p>4) проведение научных семинаров и конференций</p>	1	2	4	4	5	6