A stylized graphic on a dark blue background. On the right, there is a large, glowing sphere with a color gradient from yellow at the edges to red and magenta in the center, representing a sun or star. Several thin white lines represent orbits. One orbit is a simple ellipse. Another orbit is more complex, crossing itself, and has a small white dot on it, representing a planet or moon.

СП1 «Материалы и технологии для водородной и  
ядерной энергетики».

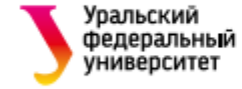
*Докладчик*  
**Трофимов Алексей  
Алексеевич**

*Руководитель проекта*  
**Зайков Юрий Павлович**



СП1

# Материалы и технологии для водородной и ядерной энергетики



приоритет2030<sup>+</sup>  
лидерами становятся

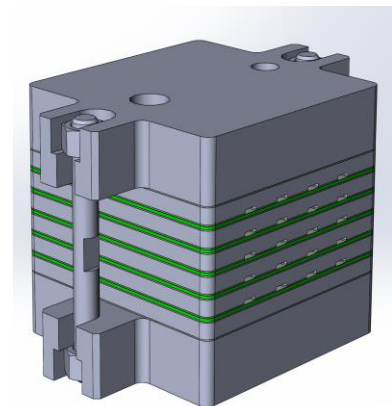


**Цель стратегического проекта** – Достижение лидирующих позиций в области создания материалов и технологий для водородной, возобновляемой и ядерной энергетики.

**Задачи стратегического проекта:**



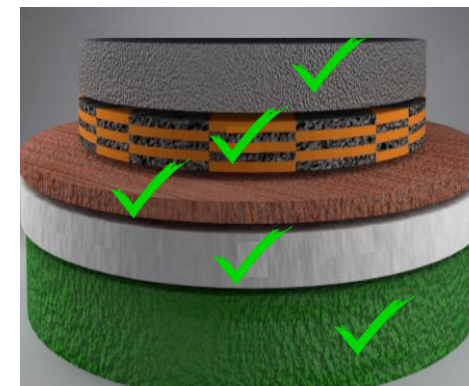
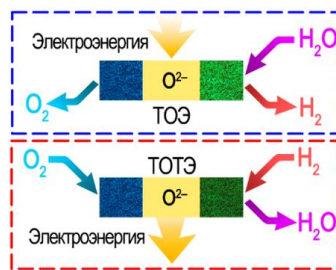
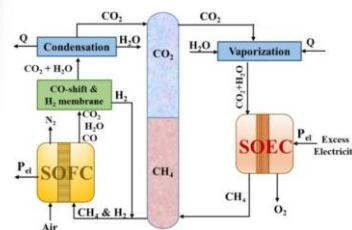
1. Синтез и исследование свойств материалов для устройств накопления и преобразования энергии.
2. Разработка новых методов создания материалов на основе ресурсосберегающих технологий с использованием исходных веществ отечественного производства.
3. **Разработка импортозамещающих технологий для различных отраслей промышленности.**
4. Адаптация лабораторных методик конструирования устройств для задач масштабирования.
5. Сокращение времени перехода от научных идей к коммерческому продукту.
6. Разработка демонстрационных установок, прототипов устройств, создание стеков на их основе.



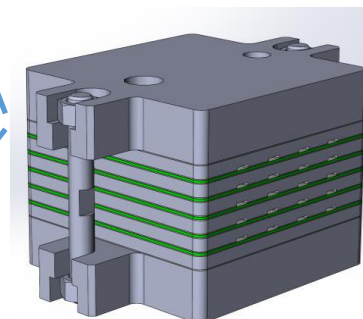
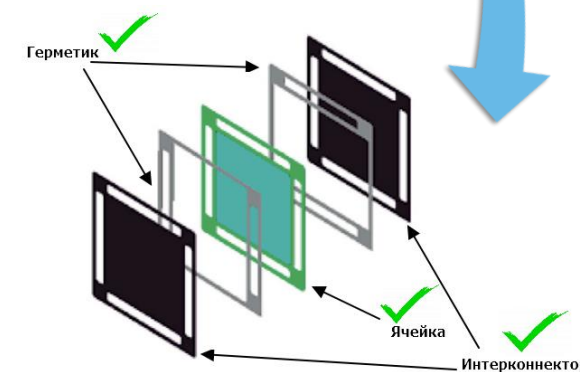
# Ключевые результаты 2023 года

- TI изготовления единичных элементов размером 10x10 см<sup>2</sup>.
- Созданы все основные компоненты (стеклогерметик, интерконнектор, электролит, электроды, функциональные слои).
- Оработаны методики изготовления всех компонентов.
- Изготовлены единичные ячейки 5x5см<sup>2</sup>.
- Осуществляется сборка стека (декабрь 2023)
- Методики анализа физико-химических свойств

Ключевые партнеры: ИВТЭ УрО РАН, УМНОЦ, АО АК Корвет, ВНИИГАЗ



Ячейка



Стек  
Декабрь 2023

# Функциональные материалы

- Пресс-порошок на основе диоксида циркония
- Слабоагрегированный дисперсный порошок диоксида циркония.
- Порошки диоксида циркония стабилизированные иттрием для электрохимических устройств
- Проведены независимые испытания порошков

Ключевые партнеры: ИВТЭ УрО РАН, УМНОЦ, ООО «РМТ», АО «ЧМЗ»



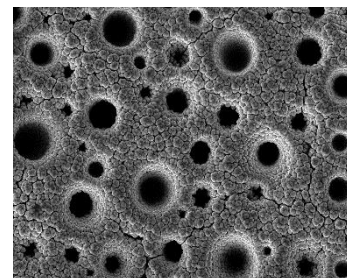
Интерконнектор



Порошки  
( $ZrO_2$ , NiO, LSM,  
GDC и др.)



Стеклогерметик



Пена



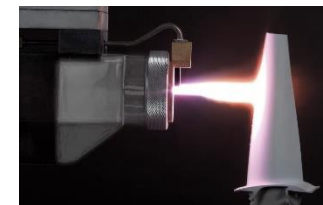
Диски для  
стоматологии<sup>1</sup>



Авиационный  
двигатель<sup>2</sup>



Импланты<sup>4</sup>



Формирование  
покрытий<sup>3</sup>



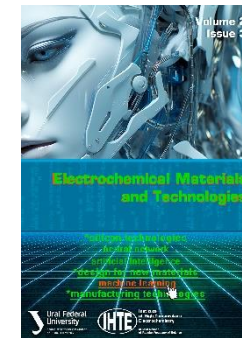
Керамические датчики



ТОТЭ/ТОЭ

Создан с 01.09.2022 в структуре ХТИ на основании приказа ректора 765/03 от 25.08.2022.

- НЛ электрохимических устройств и материалов (41 человек)
- НЛ водородной энергетики (45 человек)
- СНЛ функциональных материалов на основе стекла (5 человек)
- 38 студентов задействовано в реализации НИОКР



Журнал «Electrochemical materials and technology». 4 выпуска в 2023. Подача заявки на включение в перечень РИНЦ.

#### Мероприятия:

1. Молодежная научная конференции «Водородная энергетика сегодня», 19 мая 2023, УрФУ
2. XIX Российской конференции «Физическая химия и электрохимия расплавленных и твердых электролитов», 17-21 сентября 2023.





# Материалы и технологии для водородной и ядерной энергетики

Направление	Ключевые результаты 2023	План на 2024–2025	План на 2026–2030
Наука и технологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>Способы получения порошка диоксида циркония</li> <li>ТИ изготовления единичных твердооксидных ячеек 10x10 см</li> <li>Макет твердооксидного устройства (5 ячеек, 5x5 см) для получения водорода</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ресурсные испытания стека для высокотемпературного электролиза</li> <li>Создание стека 10x10 см</li> <li>Опытные установки для синтеза пресс-порошков</li> <li>Отработка технологий изготовления конечных изделий из керамических материалов</li> <li>Разработка технологии получения высокочистых щелочных металлов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Электролизные установки для синтеза зеленого водорода</li> <li>Промышленное производство оксидных материалов для устройств водородной энергетики и других отраслей</li> <li>Импортозамещающие технологии производства керамических материалов и изделий</li> </ul>
Образование и институциональные изменения	<ul style="list-style-type: none"> <li>7 заявок на изобретение</li> <li>28 публикаций Q1/Q2</li> <li>Проектно-ориентированная магистратура «Материалы и технологии водородной энергетики» (15 человек)</li> <li>Испытательный центра материалов функциональной керамики</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>НИИ Водородной энергетики как базовая площадка для подготовки кадров</li> <li>Проработка инжинирингового центра совместно с академическими и промышленными партнерами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Подготовка специалистов под нужды промышленных партнеров</li> <li>Совместный ИЦ: «Электрохимические устройства для современной энергетики»</li> </ul>

## Индустриальные партнеры и Участники консорциума

### ИВТЭ УрО РАН

Разработка и испытания материалов

### АО «АК «Корвет»

Опытная апробация разработок

### ООО «РМТ»

Индустриальные партнеры, внедрение технологий

### АО «ЧМЗ»

Индустриальные партнеры по изготовлению порошковых материалов

## Бюджет 2023

42.3 млн руб.

Грант «Приоритет-230»

88.1 млн руб.

Средства УрФУ, контракты, гранты

1,2 млрд. руб.

Партнеры

## Планы 2024

Привлеченные средства  
120 млн. руб.

# Проекты в рамках направления развития импортозамещающих технологий на 2024-2030



РУСАТОМ  
МЕТАЛЛТЕХ  
РОСАТОМ



ЧМЗ  
РОСАТОМ



**ОДК**

1. Разработка технологии производства порошка частично стабилизированного диоксида циркония для изготовления особопрочной керамики. Заказчик – ООО «Русатомметалтех», срок 2024-2026 гг. 150 млн. р. ЕОТП.
2. Разработка технологии нанесения защитных и термобарьерных покрытий для лопаток турбин. ОДК Сатурн. 2024
3. Разработка технологии изготовления линейки окрашенных порошков диоксида циркония с различной прозрачностью. Срок 2028-2029 гг.
4. Разработка технологии изготовления стоматологических имплантатов из диоксида циркония методами термопластичного литья и CAD/CAM технологии. Заказчик – ООО «Русатомметалтех», срок 2024-2026 гг., финансирование 20 млн. р.
5. Разработка технологии производства сферических порошков стабилизированного диоксида циркония.
6. Разработка составов и технологий изготовления материалов для керамического слоя теплозащитного покрытия с температурой эксплуатации до 1500 оС.

## Проекты в рамках направления развития опережающих технологий на 2024-2030

1. Разработка энергоэффективной технологии получения электролитического кальция. АО «ЧМЗ». 2024-2026. 90 млн.р.
2. Разработка твердооксидных устройств с возможностью улавливания CO<sub>2</sub> для энергоустановок. ПАО «Газпром»
3. Разработка установок для систем распределенной энергетики на базе ТОТЭ и ТОЭ с целью выработки электроэнергии при использовании природного газа в качестве исходного топлива. АК «Корвет», ПАО «Газпром»



ЧМЗ  
РОСАТОМ

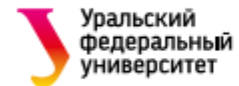






СП1

# Материалы и технологии для водородной и ядерной энергетики



приоритет2030<sup>+</sup>  
лидерами становятся

Материалы

- Разработка лабораторных технологий синтеза порошков с требуемыми свойствами
- Нарботка материала по созданной технологии
- Исследование физико-химических свойств получаемых материалов
- Оптимизация технологий под конкретные задачи (электроды, электролиты, др. задачи)

- Поиск новых сфер применения создаваемых материалов (биокерамика, катализаторы)
- Адаптация лабораторных методов для промышленного производства
- Научное сопровождение работ по созданию опытного промышленного участка производства смешанных оксидов на площадке инд. партнера
- Нарботка и испытание опытной партии оксидных материалов
- Разработка технологий получения, пригодных для серийного производства, оксидных материалов необходимых для изготовления анодов, катодов и электролитов

- Разработка промышленных технологии производства керамических порошков
- Оптимизация параметров процесса синтеза порошков методами математического моделирования и в лабораторных условиях
- Испытания связующих компонентов для получения единичных элементов методами ленточного литья
- Отработка технологий изготовления керамических изделий
- Разработка энергоэффективной технологии производства Са

- Внедрение промышленных технологий производства оксидов на площадке индустриальных партнеров
- Поиск новых сфер применения создаваемых материалов (биокерамика, катализаторы и др.)
- Разработка технологий синтеза новых неорганических материалов для нужд энергетической отрасли

- Оптимизация процесса получения оксидных материалов
- Разработка технологий синтеза новых неорганических материалов

2022

- Синтез опытных образцов материалов
- Исследование физико-химических свойств материалов
- Изучения условий синтез на процесс формирования электродных материалов
- Начало работ по изучению эксплуатационных характеристик
- Разработка лабораторных методик синтеза

2023

- Опытные испытания материалов и единичных элементов размером не более 5x5 см<sup>2</sup>.
- Исследование процессов деградации материала
- Лабораторный синтез электродов/электролитов с использованием сырья собственного производства
- Разработка технологии изготовления элементов размером 10x10 см<sup>2</sup>.
- Создание стеков из единичных элементов и сборка лабораторного макета

2024

- Разработка пригодной для серийного производства технологии изготовления единичных элементов
- Создание стеков из единичных элементов и сборка лабораторного макета
- Исследование процессов деградации ключевых элементов единичных ячеек
- Ресурсные испытания полноформатных единичных ячеек
- Инжиниринговый центр «Электрохимические устройства для современной энергетики»

2026

- Опытные испытания стеков
- Исследование процессов деградации ключевых элементов стеков
- Разработка установок под потребности заказчика
- Организация мелкосерийного производства на площадке индустриального партнера на основе разработанных технологий

2030

- Изготовление стеков из материалов полученных на основе собственных разработок
- Изготовление на площадке индустриальных партнеров

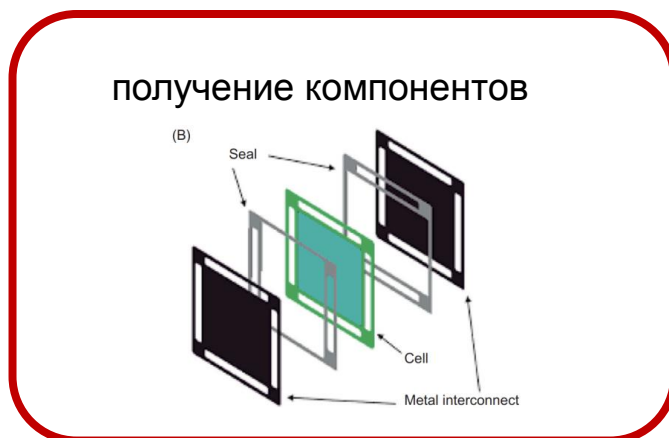
Электроды и электролиты

Опытные технологии



**Область деятельности:**

- Разработка и коммерциализация отечественных твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), электрохимических генераторов (ЭХГ) твердооксидных электролизеров (ТОЭ) с возможностью интеграции в утилизаторы  $\text{CO}_2$ ;
- Проведение подготовки/переподготовки кадров для промышленных предприятий и образовательных организаций по направлению материалов и устройств электрохимической энергетики.



**Наименование создаваемой продукции/технологии:** твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ) и электролизеры (ТОЭ)

ТОТЭ - обратимые электрохимические устройства прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую энергию. ТОТЭ являются обратимыми и могут работать в качестве ТОЭ.

## Преимущества:

- Отсутствие подвижных частей и механизмов.
- Минимальная потребность в техобслуживании.
- Максимальная универсальность по видам газифицированного топлива (водород, метан, пропан-бутан и др.)
- Высокий к.п.д. по электричеству более 60%.
- Генерация высокопотенциального тепла.

## Области применения:

- Станции катодной защиты.
- Энергоустановки для автономного электропитания.
- Электролизные установки для получения чистого водорода.
- Установки утилизации дымовых газов.
- Установки для утилизации  $\text{CO}_2$ .

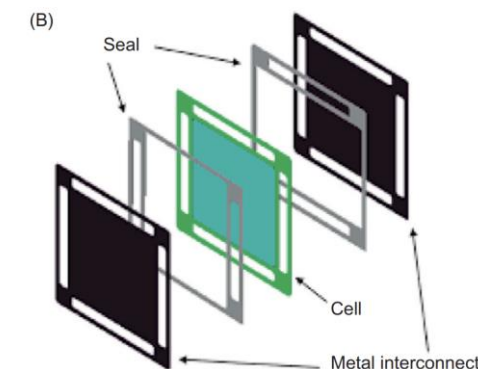
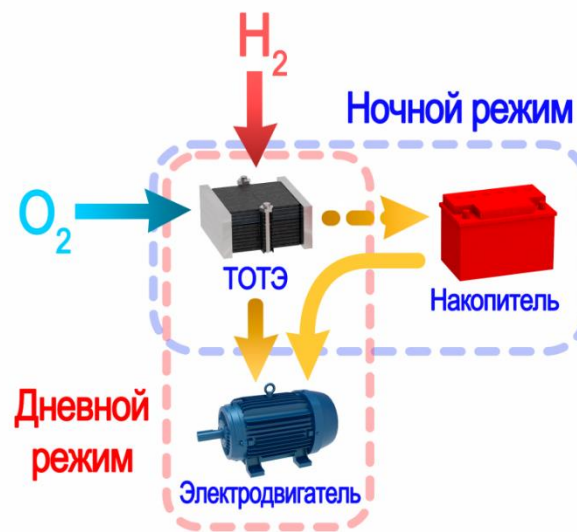
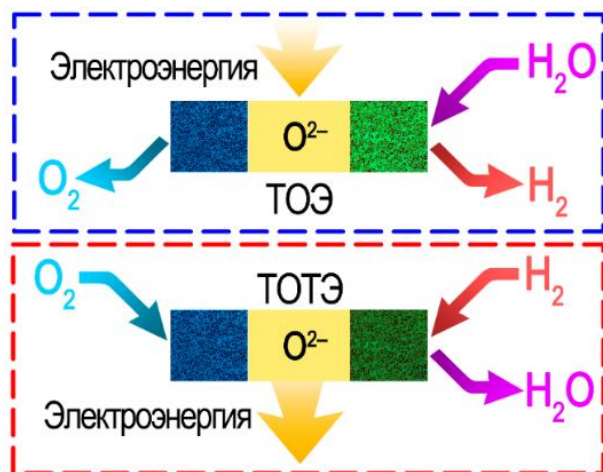


Схема взаимного преобразования топлива и электроэнергии в ТОТЭ и ТОЭ



Изготовлен опытный образец установки получения синтез-газа и кислорода, включая систему АСУ ТП.

Произведен монтаж и пуско-наладка установки на ГПА №9 Компрессорной станции Шатровская Шадринского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург». Проведены испытания и отработана технология утилизации дымовых газов с получением вторичных энергоносителей (метанол и диметилвый эфир).

Изготовлен испытательный стенд для отработки режимов эксплуатации стеков ТОТЭ на природном газе и метаноле. Результаты работы лягут в основу создания опытно-промышленной энергоустановки.

Работы проводятся в АО «АК «Корвет», г. Курган.



Экспериментальный образец установки утилизации дымовых газов



Стендовая установка для длительных испытаний ТОТЭ на метаноле

- ✓ Программа развития ИЦ разработана и согласована с Минобрнауки России (2021 г.) и Аппаратом Правительства Российской Федерации в рамках поручения Д.Н. Чернышенко (ДЧ-П8-5219)



- ✓ Обеспечение взаимодействия университета и исследовательского института для достижения технологического превосходства и подготовки специалистов для новых производств
- 1 сентября 2022 г. создан научно-исследовательский институт водородной энергетики



Научно-исследовательский институт водородной энергетики

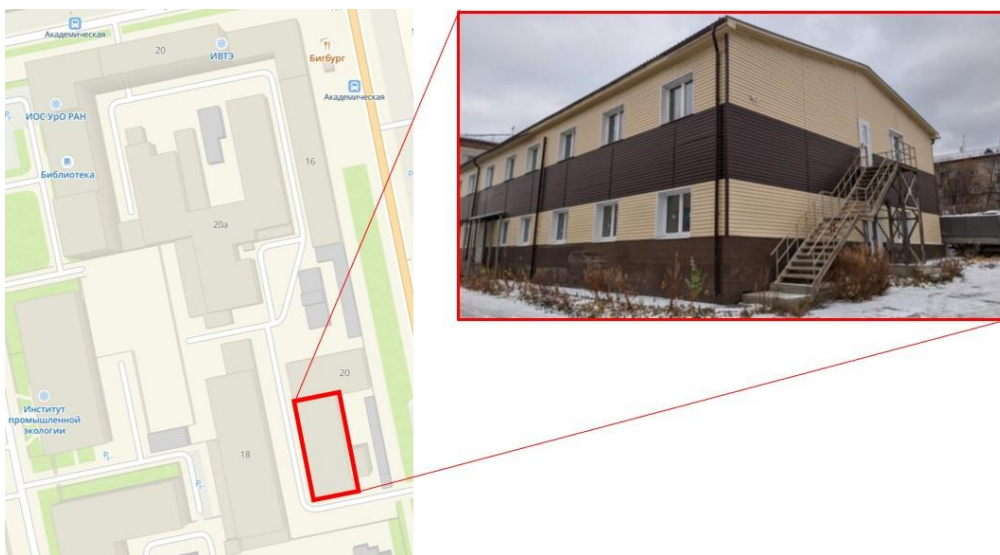
Программа магистратуры  
**Материалы и технологии водородной энергетики**

22.04.01  
Материаловедение и технологии материалов

Форма обучения: очная  
Сроки обучения: 2 года  
Бюджетные мест: 15

## ИМЕЕТСЯ:

- ✓ высококлассные специалисты (ИВТЭ УрО РАН и УрФУ)
- ✓ исследовательское оборудование мирового уровня (ИВТЭ УрО РАН и УрФУ)
- ✓ площади, пригодные для размещения центра (ИВТЭ УрО РАН)



Стоимость капитального ремонта, согласно разработанного проекта, прошедшего государственную экспертизу в 2022 году, составляет **89,295 млн.руб.**

## 2023 г.

- ✓ осуществлен ремонт фундамента за счет средств субсидии Минобрнауки
- ✓ проводятся демонтажно-монтажные работы (кровля и полы)

## ТРЕБУЕТСЯ:

### 2024 г.

- ✓ выделение субсидии на капитальный ремонт,
- ✓ выделение субсидии для приобретения технологического оборудования

## Показатели Стратегического проекта-1

Наименование показателя	Ед. изм.	2022	2023	2023
		Факт	План	Факт (на 01.10)
Объем НИОКТР	млн.р.	138	120	88,1
Фракционное количество публикаций в научных изданиях SCOPUS I и II квартилей	Шт.	9.85	5	4.57
Фракционное количество публикаций в научных изданиях WoS I и II квартилей	Шт.		3	3
Число высокоцитируемых публикаций WoS (Highly Cited Papers)	Шт.	2	1	0
Среднесписочная численность исследователей в возрасте до 39 лет	Чел.	28	34.25	25.60
Численность магистрантов	Чел.	12	10	14
Численность аспирантов	Чел.	3	7	7
Количество иностранных магистрантов очной формы обучения	Чел.	1	2	2
Среднесписочная численность ППС	Чел.	3	0	1.41
Количество иностранных аспирантов	Чел.	0	0	0
Число заявок на РИД	Шт.	5	8	7

# Проект решения:

- 1. Принять к сведению информацию по реализации Стратегического проекта-1 «Материалы и технологии для водородной и ядерной энергетики» за 2023 год.**
- 2. Признать результаты работы Стратегического проекта-1 «Материалы и технологии для водородной и ядерной энергетики» за 2023 год удовлетворительными.**
- 3. Одобрить скорректированную дорожную карту и планы по развитию Стратегического проекта-1 «Материалы и технологии для водородной и ядерной энергетики» на 2024 и последующие годы.**



A stylized graphic on a blue background. On the right, there is a large, glowing sphere with a color gradient from yellow at the edges to red in the center, representing a star. A thin white line orbits around it. On the left, a smaller white dot represents a planet, with a thin white line orbiting it. The two orbital paths cross each other. The text "Благодарю за внимание!" is written in white, sans-serif font across the middle of the image, partially overlapping the orbital lines.

Благодарю за внимание!