

Круглый стол:

«Изделия
технической
керамики.

Актуальные
вопросы

применения в

промышленности»

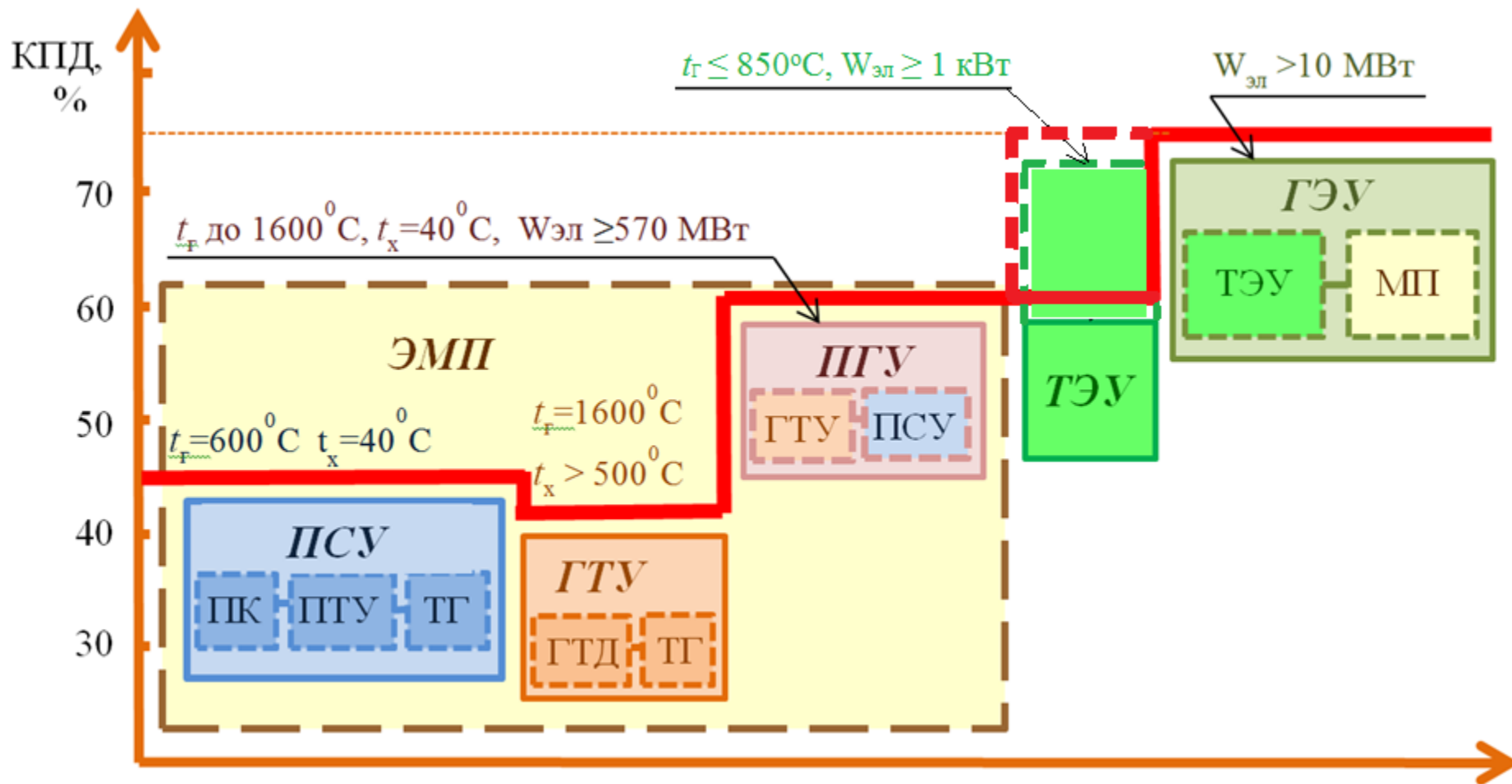
Обнинск

12 сентября 2019 г.



Андрей Эмильевич Голодницкий

к.т.н., генеральный директор ООО «КераТех» АО «ГК ИнЭнерджи»



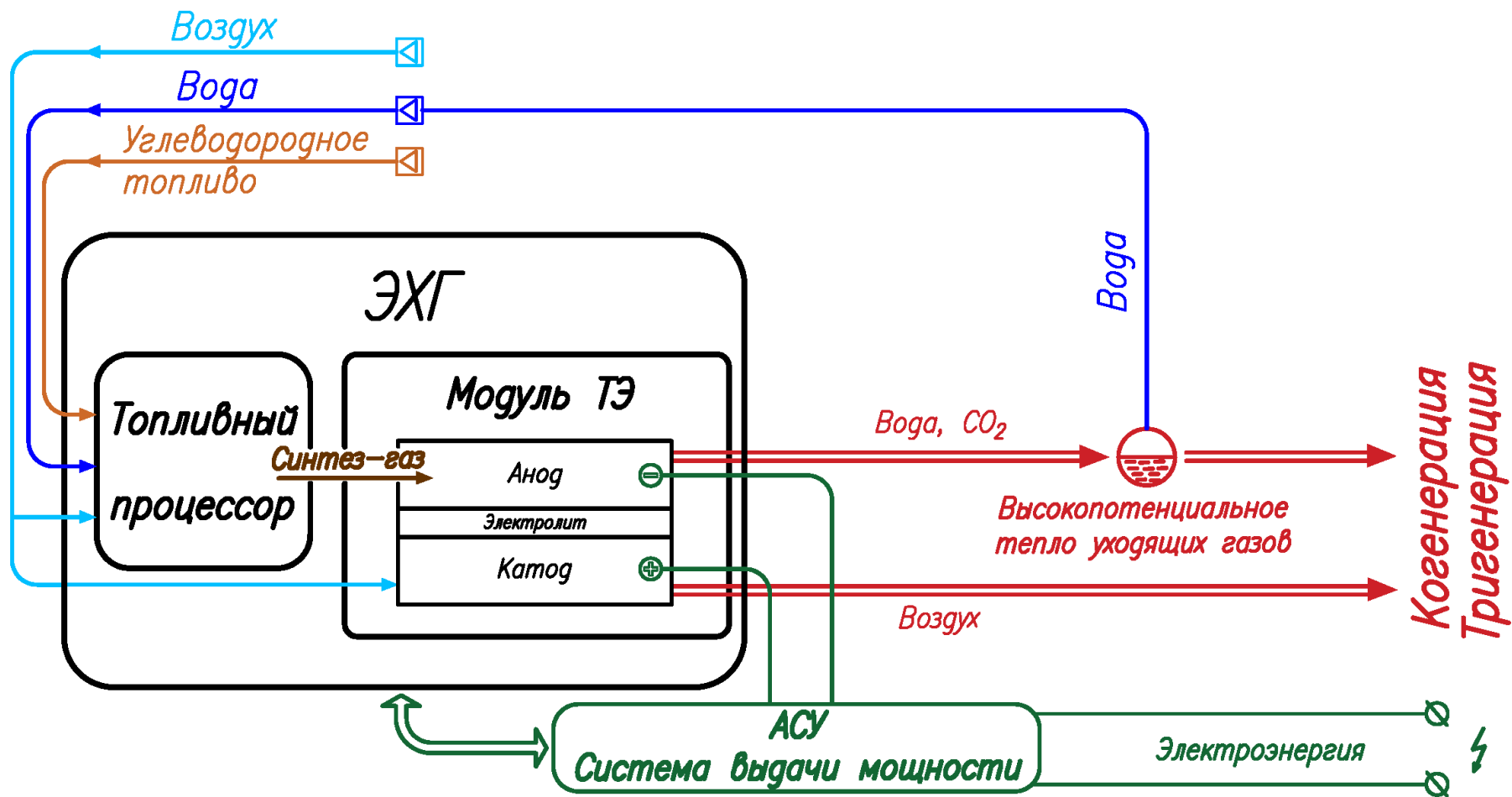
Типы ТЭ	ЩТЭ	ПОМТЭ	ФКТЭ	РКТЭ	ТОТЭ
Температура, °С	низкотемпературные		среднетемпературные	высокотемпературные	
	50-250	30-100	160-220	600-700	550-850
Электролит	КОН	Полимер	H ₃ PO ₄	LiCO ₃ /K ₂ CO ₃	Y ₂ O ₃ -ZrO ₂
Анод	Pt/C	Pt/C	Pt/C	Сплав Ni	Ni/YSZ
Катод	Pt/C	Pt/C	Pt/C	NiO	LSM
Основное топливо	Водород	Водород	Синтез-газ	Синтез-газ	Синтез-газ
Окислитель	O ₂ /воздух без CO ₂	O ₂ /воздух	O ₂ /воздух	CO ₂ /O ₂ /воздух	O ₂ /воздух
КПД элемента, %	≈60	≈60	≈42	≈50	≈75
Диапазон мощности ЭУ, кВт	0,001 - 100	0,001 - 1000	50 - 11 000	200 - 5 000	1 - 2 000
Область применения	Космос, транспортные, портативные	Транспортные, переносные, стационарные	Стационарные, аварийное электроснабжение	Стационарные средней и большой мощности	Стационарные, гибридные, транспортные, переносные

Из реализованных в 2018 г. **74,3** тыс. шт. ЭУ с ТЭ общей мощностью **803,1** МВт:

ЭУ с ПОМТЭ - **42,6** тыс. шт. (57,3%), **589,1** МВт

ЭУ с ТОТЭ - **27,8** тыс. шт. (37,4%), **91,0** МВт

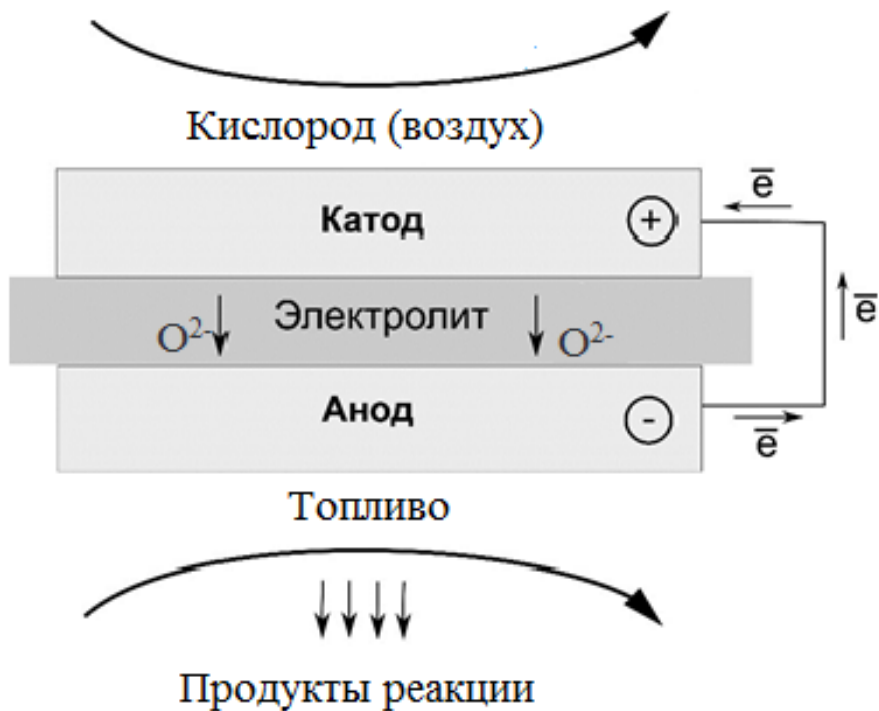
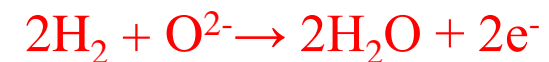
ТОТЭ	ПОМТЭ
+ наиболее высокая эффективность (до 65%);	+ высокая эффективность (до 50% без ТП, до 40% с ТП);
+ топливо – синтез-газ, возможность внутренней конверсии органических топлив;	– топливо – водород, высокие требования к чистоте топлива; – требуется подача воды для гидратации мембраны;
– длительное время пуска-останова;	+ короткое время пуска-останова (от источника водорода);
– ограниченные возможности изменения нагрузки;	+ высокая скорость и широкий диапазон изменения нагрузки;
+ высокопотенциальная тепловая энергия в цикле ЭУ: <ul style="list-style-type: none"> • компактная воздушная система охлаждения; • возможность утилизации высокопотенциальной тепловой энергии в когенерационных и гибридных циклах, для риформинга углеводородов; 	– низкопотенциальная тепловая энергия в цикле ЭУ; – при мощностях начиная с нескольких киловатт требуется более сложная и энергозатратная жидкостная система охлаждения; – не допускает хранение при отрицательных температурах;
– более сложная технология изготовления.	+ относительно простая технология изготовления.



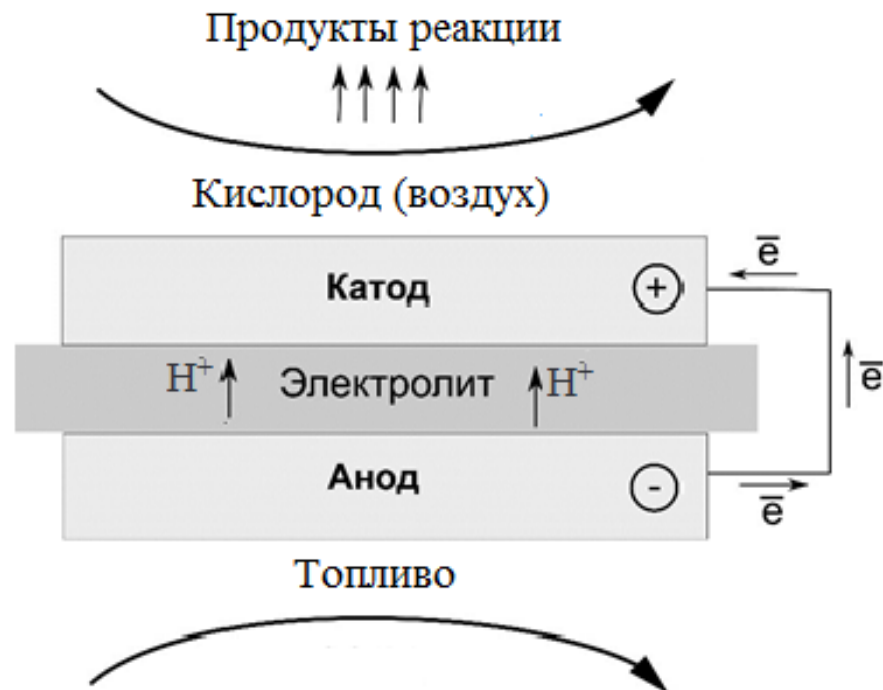
Топливный элемент -

электрохимическое устройство, в котором энергия химической реакции между топливом и окислителем превращается в электрическую без промежуточного преобразования в механическую.

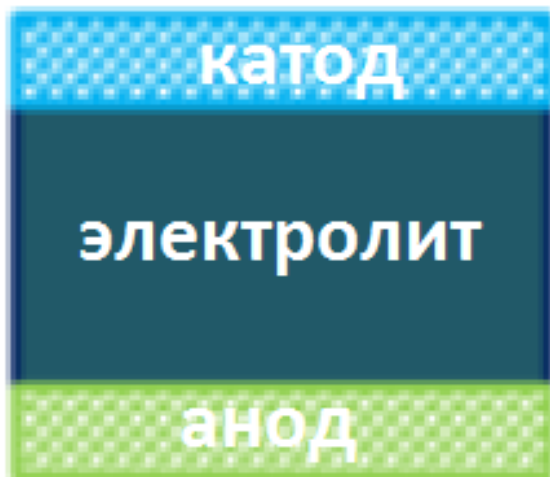
ТОТЭ с анионообменной мембраной



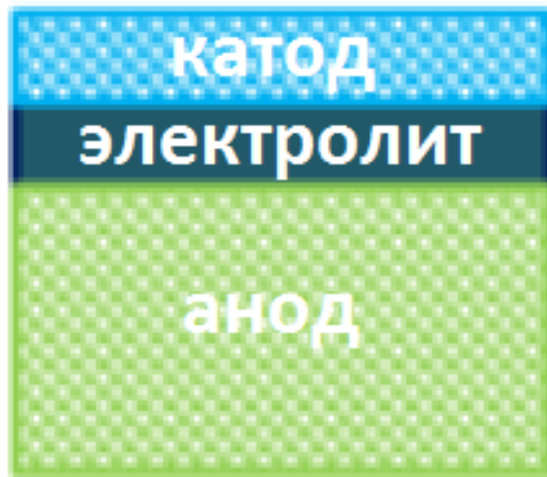
ПОМТЭ и ТОТЭ (ПКТЭ)
с протонообменной мембраной



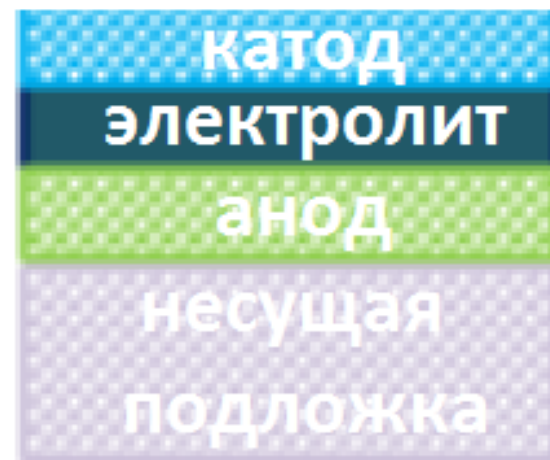
Электролит-поддерживающий МЭБ



Анод-поддерживающий МЭБ

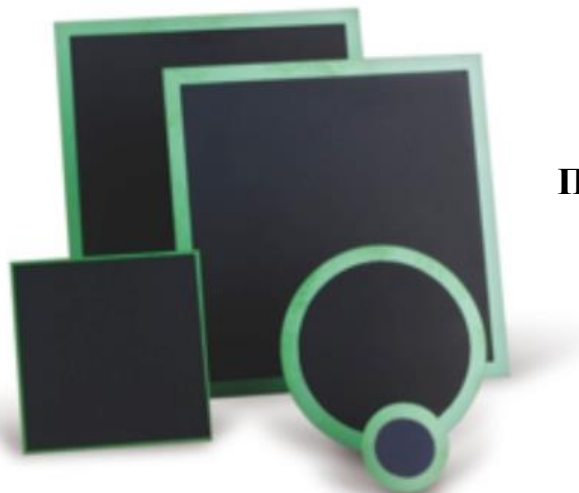


МЭБ с несущей пористой подложкой

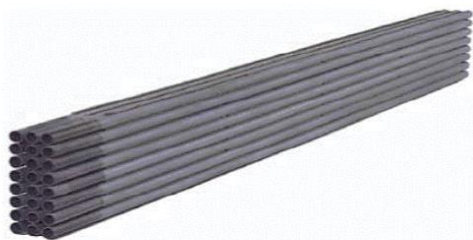


Сопротивление движению ионов в газоплотном слое МЭБ – электролите, напрямую зависит от его толщины. Технологически более сложные анодподдерживающие МЭБ и МЭБ на пористой несущей основе позволяет уменьшить толщину электролита до 3 – 10 мкм (по сравнению со 150 – 250 мкм в электролит-поддерживающих МЭБ), тем самым повысить удельные энергетические характеристики МЭБ, снизить рабочие температуры и, благодаря этому, расширить выбор конструкционных материалов и повысить надежность ЭХГ.

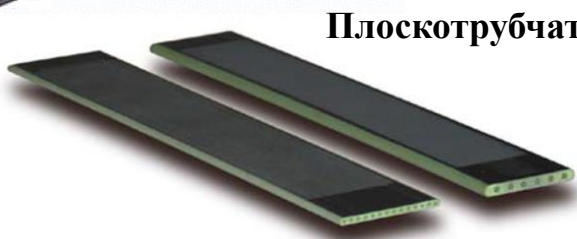
Геометрия мембранно-электродных блоков ТОТЭ



Планарная

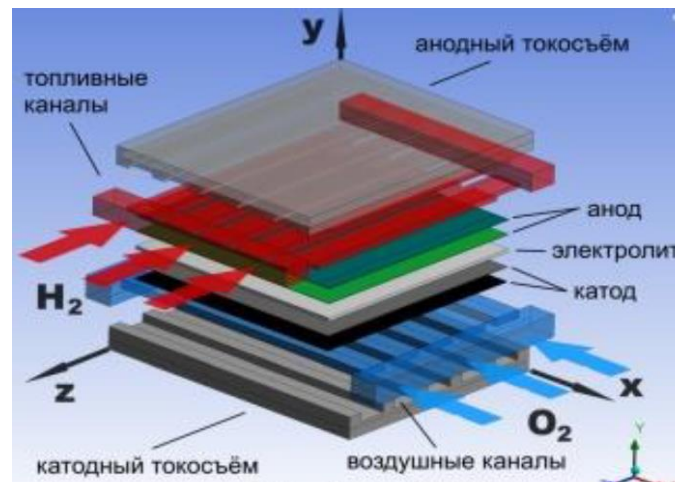


Трубчатая



Плоскотрубчатая

Схема ячейки планарного ТОТЭ

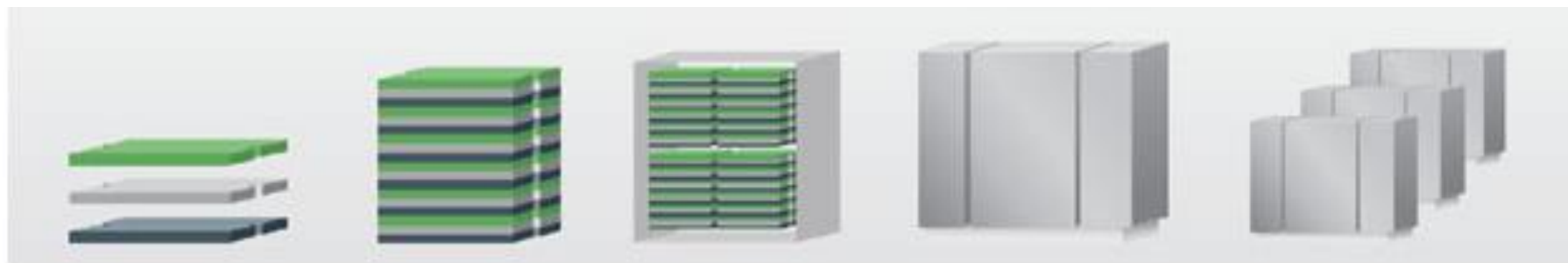


Батарея трубчатых ТОТЭ

Единичный ТОТЭ



Этапы изготовления ЭУ с ТОТЭ и создания электростанций на их основе на примере энергетических модулей фирмы Bloom Energy



Единичный
ТОТЭ
25 Вт



Батарея
ТОТЭ
1 кВт



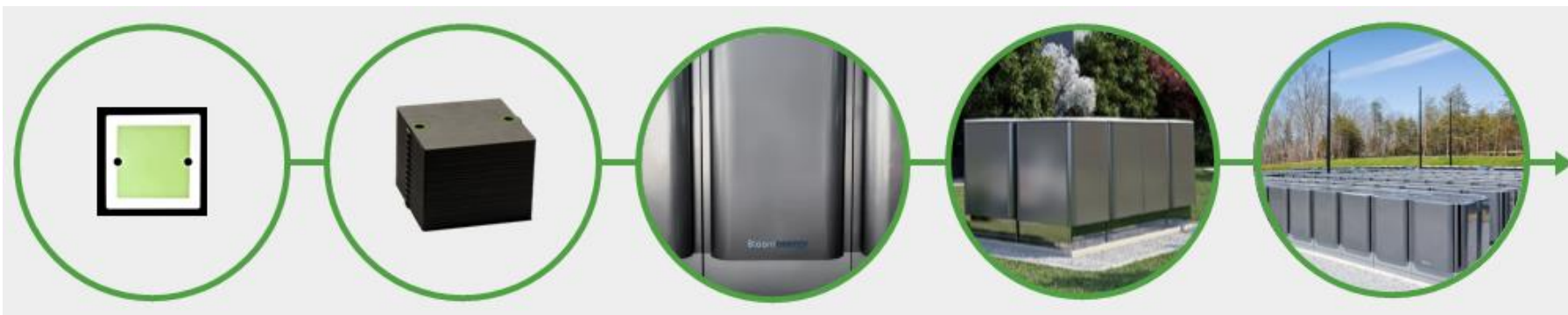
Модуль
ТОТЭ
25 кВт

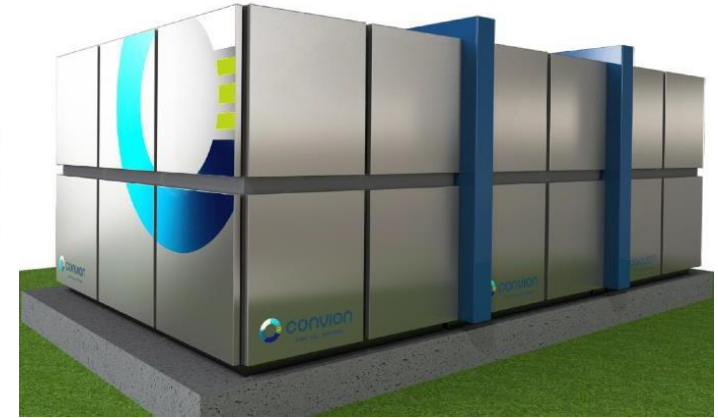
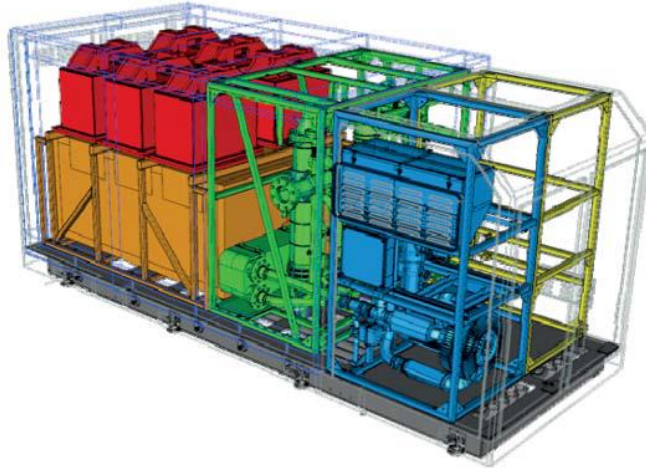


Энергетический
модуль (ЭУ с ТОТЭ)
100 кВт

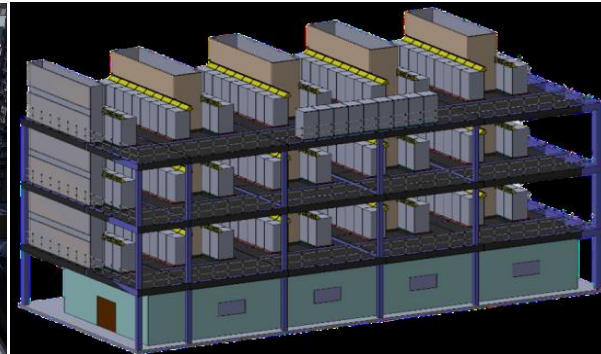


Электростанция
с ТОТЭ
мегаватты





Когенерационная ТЭУ 50 кВт «Convion» (Финляндия) (справа - блок из 3-х ЭУ общей мощностью 150 кВт)



Энергетические модули (серверы) 100 кВт «Bloom Energy» (США) (слева) и электростанции мегаваттного класса на их основе.

В секторе малой (от сотен ватт до сотен кВт) мощности:

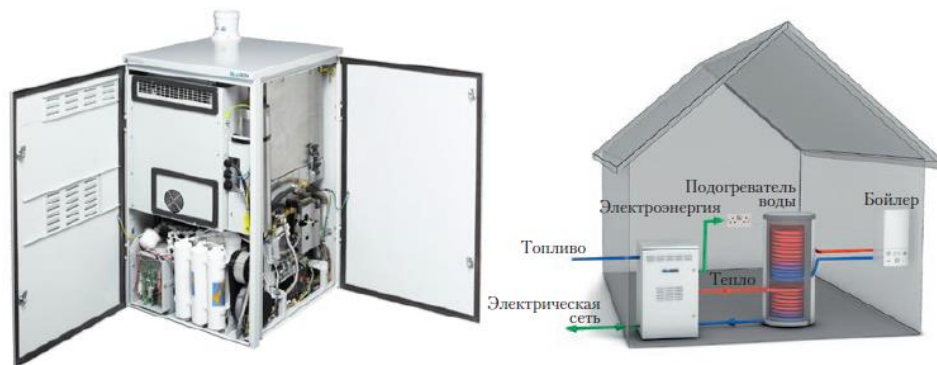
- индивидуальные домохозяйства и малые коммерческие предприятия, ЖКХ;
- автономные источники энергии для отдаленных и труднодоступных мест (трубопроводный транспорт, телекоммуникационная и дорожная автоматика, спец. назначение).

В секторе средней (до 10 МВт) мощности:

- районная распределенная генерация и Smart Grid, электростанции с ВИЭ;
- промышленные и коммерческие предприятия.

В секторе большой (до сотен МВт) мощности:

- электроэнергетические компании;
- крупные промышленные компании.



Когенерационная ЭУ 1,5 – 2,5 кВт «BlueGEN» для домохозяйств производства SOLID Power (Германия - Италия – Швейцария)



Электростанции мегаваттного класса из серверов 100 кВт «Bloom Energy» (США) на открытой площадке

Мировой рынок ЭУ с ТЭ бурно развивается - за последние 10 лет объемы реализации увеличились в 18 раз, а по оценкам Института энергетических исследований РАН ёмкость только российского рынка до 2035 г составит 55 ГВт_{эл}.

Однако остается актуальной «проблема курицы и яйца»:

- для развития рынка требуется снизить стоимость ЭУ;
- для снижения стоимости ЭУ необходимо расширить рынок.

Вариант решения – ступенчатое развитие глобального рынка через «нишевые» сегменты, где высокие CAPEXсы ЭУ с ТЭ компенсируются низкими OPEXсами, обеспечивая тем самым конкурентоспособную стоимость жизненного цикла и развитие массового производства, что позволиткратно снизить стоимость.

Один из таких сегментов – нефтегазовая отрасль.

- источники электрической и тепловой энергии для автономных потребителей на производственных объектах, использующие в качестве топлива газообразные (ПГ, СУГ) и жидкие (метанол, метилаль, в перспективе солярку и бензин-сырец) углеводороды;
- источники электрической и тепловой энергии в местах нефтедобычи, использующие в качестве топлива малосернистый попутный газ;
- накопители энергии длительного хранения для ВИЭ со стохастическим характером выработки электроэнергии (ВЭС и СЭС) на базе ЭУ с ТЭ, которые для покрытия нагрузки в периоды дефицита мощности используют водород, получаемый электролизом и накапливаемый в периоды избыточной генерации ВИЭ; такие ЭУ с ТЭ могут быть выполнены и многотопливными, способными работать также на углеводородном топливе, что позволит заменить используемые сейчас резервные и основные ДГУ, ГПУ и микро-ГТУ.



ЭУ «ГАММА» 400-600 Вт АО «ГК ИнЭнерджи» (Россия) на ГРП РС4 «Газпром трансгаз Казань»



Опытный образец «ТОТЭ ЭХГ-1500» ИВТЭ, НПО «Центротех (Россия), на промплощадке ГРС-4 ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»



ЭУ 0,5 - 1,5 кВт «Аtrex» (США), в точке энергоснабжения автономного потребителя (слева) и на магистральном газопроводе (справа)



ЭУ 3 кВт «Sunfire» (Германия) (справа – в 10-футовом контейнере с питаемым оборудованием)

В АКТИВЕ:

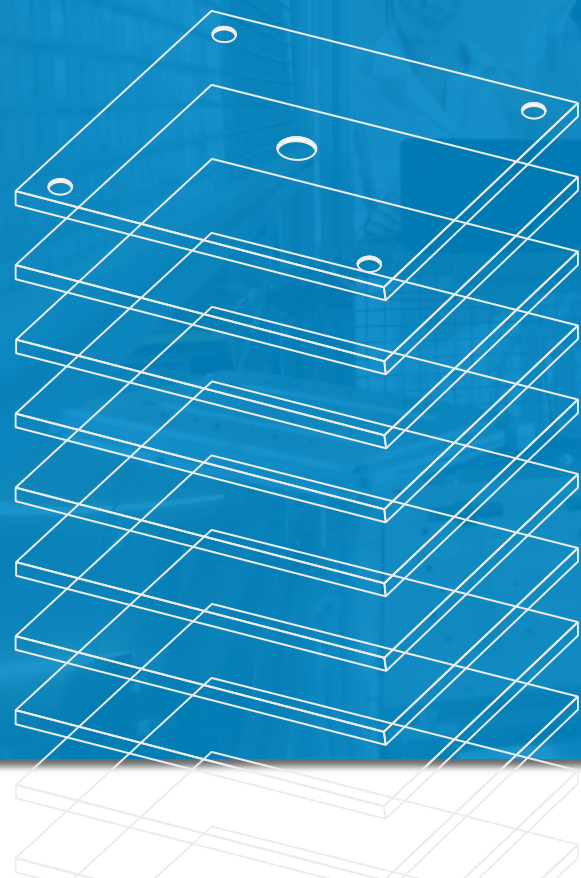
- Сохраненные научно-технические школы, сформировавшиеся еще в СССР, когда разработкой ТЭ и ЭУ успешно занимались более десятка организаций (ИВТЭ УрО РАН, *Екатеринбург*, ИПХФ РАН и ИФТТ РАН, *Черноголовка*, ИХТТМ СО РАН, *Новосибирск*, НПО «Центротех», *Новоуральск*, ВНИИТФ, *Снежинск*, ВНИИЭФ, *Саров*, СКБК и ЦНИИ СЭТ, *С-Петербург*, НИЦ «Курчатовский институт» и ГНЦ «Центр Келдыша», *Москва*) и набирающие силу новые;
- Имеющиеся заделы и успешный практический опыт реализации разработок различных типов ЭУ с ТЭ, их производства и эксплуатации;
- Производственные мощности со специализированным оборудованием;
- Внутренняя потребность в эффективных автономных экологически чистых источниках электрической и тепловой энергии, поддержка Государством проектов реализации технологий ТЭ;
- Складывающаяся кооперация исследователей, разработчиков, производителей:
 - **ИВТЭ УрО РАН** – исследование и разработка материалов и технологий ТОТЭ;
 - **ЗАО «Неохим», Химфак МГУ** – разработка материалов, технологий, производство материалов ТОТЭ;
 - **НПО «ЭКОН», АИРКО** – разработка технологий и производство МЭБ ТОТЭ;
 - **ИК СО РАН** – разработка катализаторов и топливных процессоров для ЭХГ с ТОТЭ;
 - **ГК ИнЭнерджи** – разработка конструкции, организация производства батарей ТОТЭ, ЭХГ и ЭУ.

НЕОБХОДИМО:

Участие квалифицированного Заказчика с конкретными техническими требованиями к типоряду ЭУ и потенциалом реализации продукции.

Вполне обосновано можно утверждать, что на сегодняшний день не известна иная экономически целесообразная технология преобразования энергии органического топлива в электрическую, способная конкурировать по эффективности и экологичности с топливными элементами.

Страны, первыми освоившие крупномасштабное производство энергетических установок на основе топливных элементов с конкурентной стоимостью жизненного цикла и надежностью и начавшие их использование в энергетике, получают глобальные преимущества на многие годы вперед.



Группа компаний ИнЭнерджи

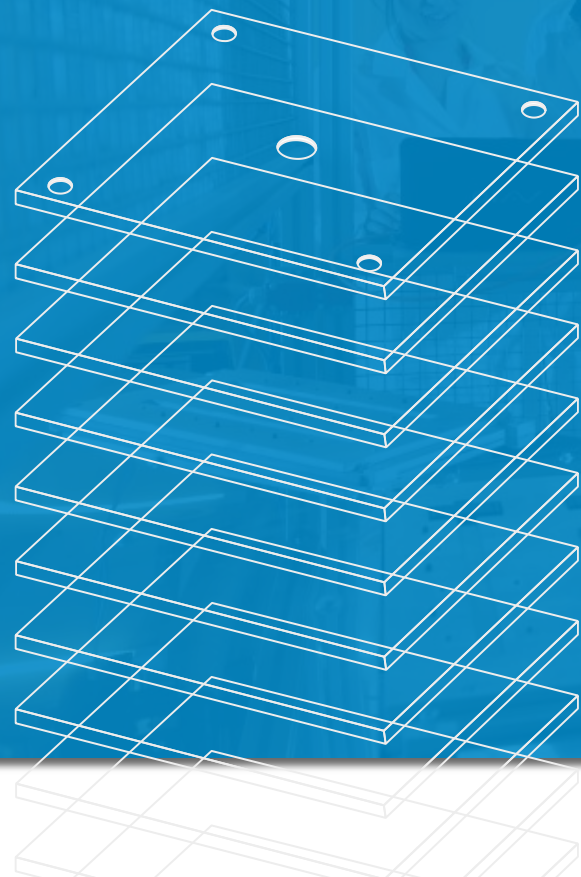
115201, РФ, МОСКВА

2-ой Котляковский пер.18

Тел.: +7 495 181 96 96

info@inenergy.ru

www.inenenergy.ru



**Краткая информация о
Группе компаний
ИнЭнерджи.**

КОМПЕТЕНЦИИ

- ❖ Электрохимическое преобразование и накопление энергии.
- ❖ Беспилотные авиационные системы.
- ❖ Образовательные технологии.
- ❖ Металлообрабатывающее и электротехническое производство.

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- исследования и разработки в области инновационных электрохимических технологий преобразования и накопления энергии;
- разработка и производство различных типов топливных элементов и электрохимических источников тока, включая исходные материалы и компоненты для них;
- разработка, производство и сервисное обслуживание энергетических установок с топливными элементами;
- разработка, производство и сервисное обслуживание электрохимических накопителей энергии и первичных источников тока, в том числе спецназначения;
- разработка, производство, сервисное обслуживание и эксплуатация беспилотных авиационных систем самолетного и мультикоптерного типа;
- в области образовательных технологий – разработка и производство комплексных образовательных продуктов и их научно-методического сопровождения;
- разработка и производство промышленных систем электропитания;
- разработка и производство специализированных корпусных и монтажных изделий;
- разработка и продвижение нормативно-технической и правовой документации в области своих компетенций.

ДИВИЗИОН ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ООО «ИнЭнерджи»

Исследование, разработка, производство и сервисное обслуживание топливных элементов, первичных источников тока и аккумуляторных батарей, проточных редокс-батарей, образовательных продуктов.

ООО «НИЦ ТОПАЗ»

Исследование и разработка технологий микротрубчатых и микроканальных твердооксидных топливных элементов для портативных энергоустановок, беспилотных авиационных систем, робототехники.

ООО «КераТех»

Исследование, разработка и производство энергоустановок с топливными элементами и топливных процессоров.

ДИВИЗИОН БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ООО «ПТЕРО»

Разработка, производство, сервисное обслуживание и эксплуатация беспилотных авиационных комплексов самолетного типа.

ООО «Гиперкоптер»

Разработка, производство, сервисное обслуживание и эксплуатация беспилотных авиационных комплексов мультикоптерного типа.

«ПРОМЫШЛЕННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ДИВИЗИОН»

ООО «Завод «ИнПром»

Разработка и производство корпусных, монтажных и специальных изделий из металла для нужд нефтегазпрома, энергетики.

ООО «Завод «ИнПром»

Разработка и производство электроагрегатов, систем управления, промышленных систем бесперебойного электропитания.

Общая численность персонала ГК ИнЭнерджи – 316 работников.

Распределенный центр исследований и разработок – научно-технический потенциал Группы компаний

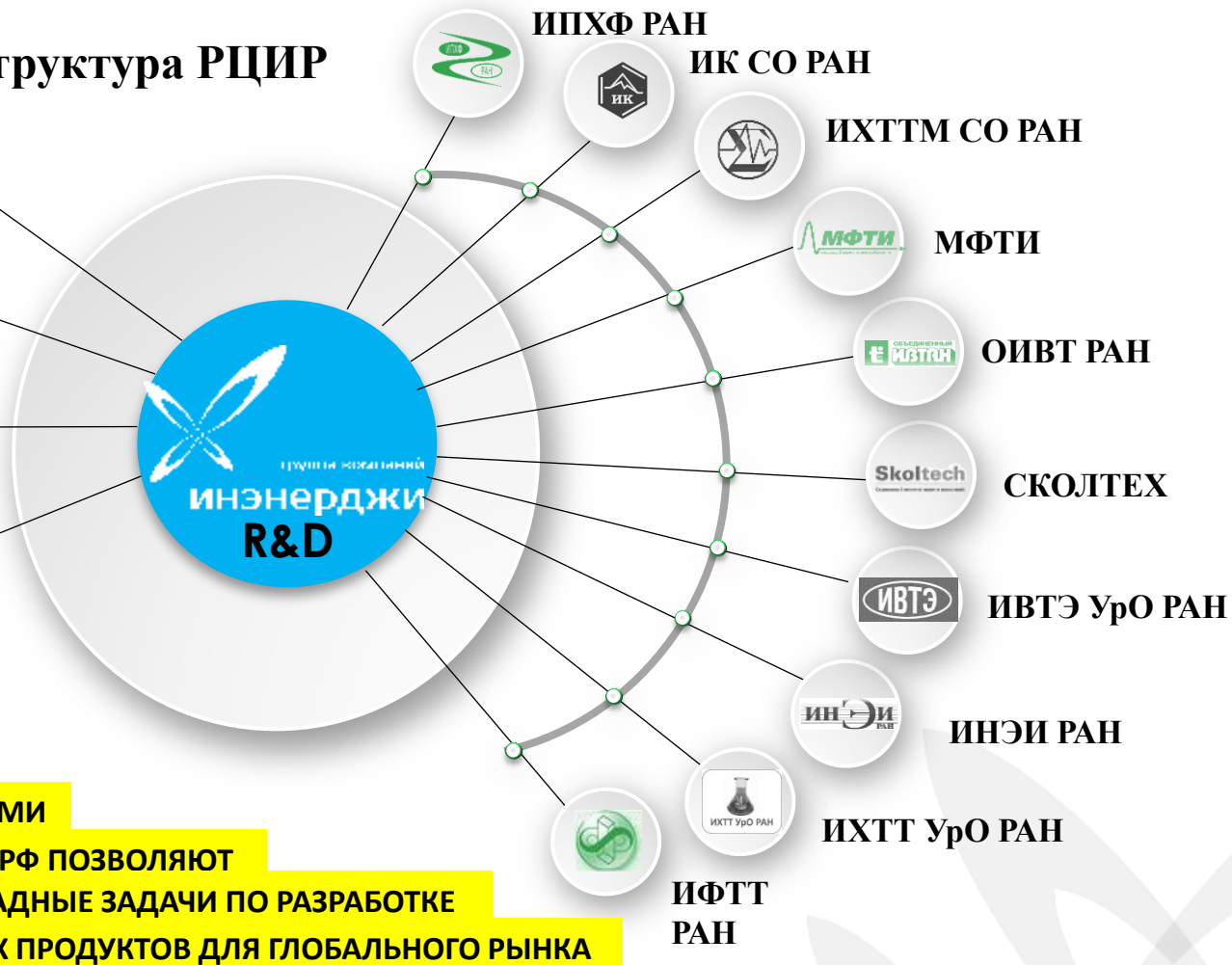
Структура РЦИР

Студенческое конструкторское бюро

Проектный офис NAMES

Центр испытаний и сертификации

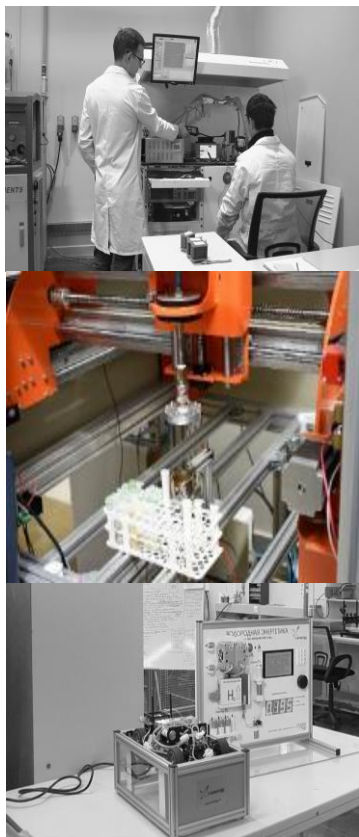
Центр компетенции в Черногловке



РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОВМЕСТНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ С ВЕДУЩИМИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМИ ИНСТИТУТАМИ РФ ПОЗВОЛЯЮТ РЕШИТЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ НАУКОЕМКИХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО РЫНКА

С НАШИМИ ПАРТНЕРАМИ МЫ ФАКТИЧЕСКИ ФОРМИРУЕМ ПОВЕСТКУ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Уникальный центр исследований и разработок с более чем 60 экспертами в области электрохимических технологий, 15 из которых - кандидаты и доктора наук



- ➔ разработка и исследование ион-проводящих мембран для ТЭ;
- ➔ разработка и производство катализаторов для ТЭ: системы платина-на-углероде, различные носители коллоидной платины, методика наработки катализаторов;
- ➔ низкотемпературные ТЭ, сверхлегкие ТЭ, компоненты мембранно-электродных блоков;
- ➔ системы безопасного и эффективного хранения водорода в связанном состоянии: в виде гидридов металлов, химических соединений;
- ➔ модули управления гибридными энергосистемами с ТЭ и АКБ;
- ➔ микротрубчатые ТОТЭ и протонообменные керамические ТЭ (портативные источники с высокой энергоемкостью);
- ➔ топливные процессоры (риформеры) (метана, пропана, дизельного топлива и спиртов)
- ➔ образовательные продукты;
- ➔ точные отраслевые решения под требования заказчиков .

МЫ СМОТРИМ НА НЕСКОЛЬКО ШАГОВ ВПЕРЕД И ВЫБИРАЕМ «ИМПОРТООПЕРЕЖЕНИЕ», ПРЕДЛАГАЯ ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НА ГЛОБАЛЬНОМ РЫНКЕ

12000 м² производственных площадей в Москве, Оренбурге и Екатеринбурге позволяют оптимизировать всю цепочку добавленной стоимости выпускаемой продукции



- ➔ производство катализаторов ПОМТЭ
- ➔ производство мембранно-электродных блоков ПОМТЭ
- ➔ производство батарей ПОМТЭ с воздушным и жидкостным охлаждением
- ➔ производство сверхлегких батарей ПОМТЭ для беспилотных систем
- ➔ производство линейки продуктов для образовательного направления
- ➔ производство энергетических установок с ПОМТЭ и ТОТЭ
- ➔ оборудование для электрохимического производства и испытаний топливных элементов и энергоустановок
- ➔ производство систем управления и силовой электроники
- ➔ опытное производство протонпроводящих перфторированных мембран
- ➔ проектирование и производство точных отраслевых решений под требования заказчика

Благодаря единой модели управления мы имеем доступ к ведущим центрам коллективного пользования и передовому обрабатывающему и испытательному оборудованию

На производстве внедрена система менеджмента качества



Пилотный проект с МТС



Система резервного электропитания базовой станции 7,5 кВт

Пилотный проект для Заказчика



Автономная система основного энергоснабжения в арктическом исполнении на платформе «Гамма»

Демонстрационно-тестовая зона в ИИХФ РАН (Черноголовка)



Система резервного электропитания мощностью 4 кВт

Пилотный проект с Газпром Трансгаз Казань. КП-251



ЭУ основного электропитания мощностью 1,5 кВт на платформе «Гамма» для системы электрохимической защиты участка трубопровода

Пилотный проект в Ижевске



Система основного электропитания мощностью 600 Вт на платформе «Гамма» для базовой станции с переменной ёмкостью

Пилотный проект с Газпром Трансгаз Казань ГРП РС-4



ЭУ основного электропитания мощностью 400 Вт на платформе «Гамма» для системы АСУ ТП, телеметрии и связи на газорегуляторном пункте