



eНано

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ: ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

МЕЛЬНИКОВ АЛЕКСЕЙ

к.ф.-м.н., заместитель руководителя
отдела исследований и разработок
ГК Инэнерджи



РАЗДЕЛ
1

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ИЗМЕНЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА



РАЗДЕЛ
2

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ
ИСТОЧНИКИ ТОКА



РАЗДЕЛ
3

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ
ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



РАЗДЕЛ
4

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И
ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ



РАЗДЕЛ
5

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ





СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЛАНДШАФТА

РАСПРЕДЕЛЁННОСТЬ



МОБИЛЬНОСТЬ



ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ

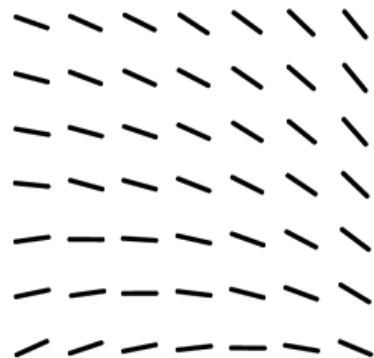


ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

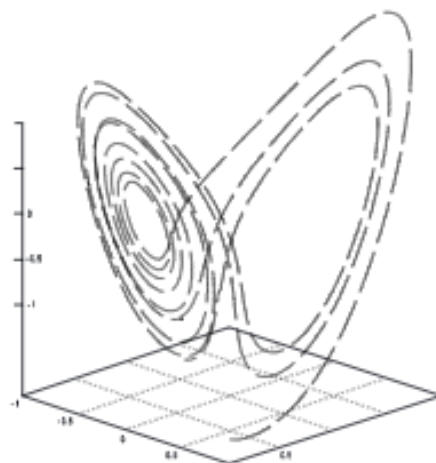


- Снижение затрат на строительство инфраструктуры
- Сокращение потерь при передаче энергии
- Увеличение надежности
- Создание локальных рабочих мест
- Возможности выхода на масштабный глобальный рынок оборудования и технологий; снижение зависимости от иностранного энергетического оборудования
- Расширение возможностей для потребительского выбора
- Сокращение выбросов парниковых газов

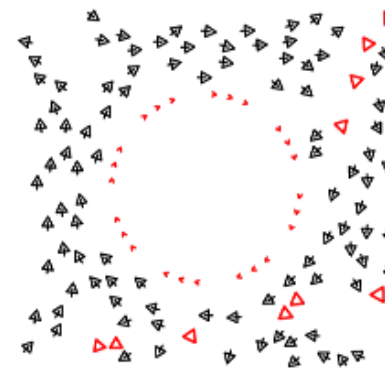




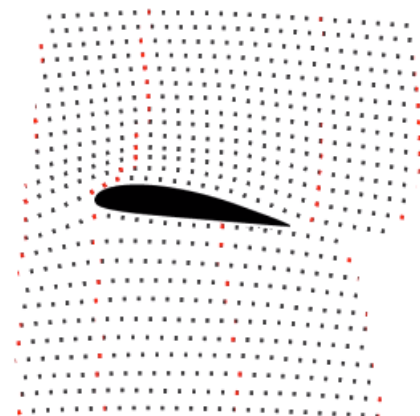
ЭНЕРДЖИNET



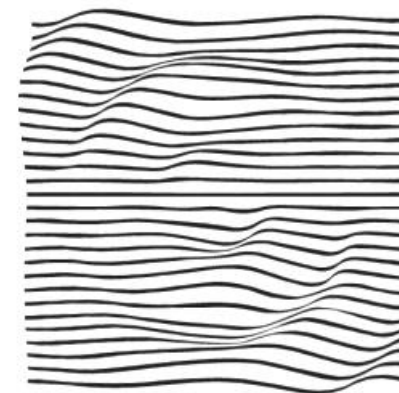
Национальная
технологическая
инициатива



АВТОNET



АЭРОNET

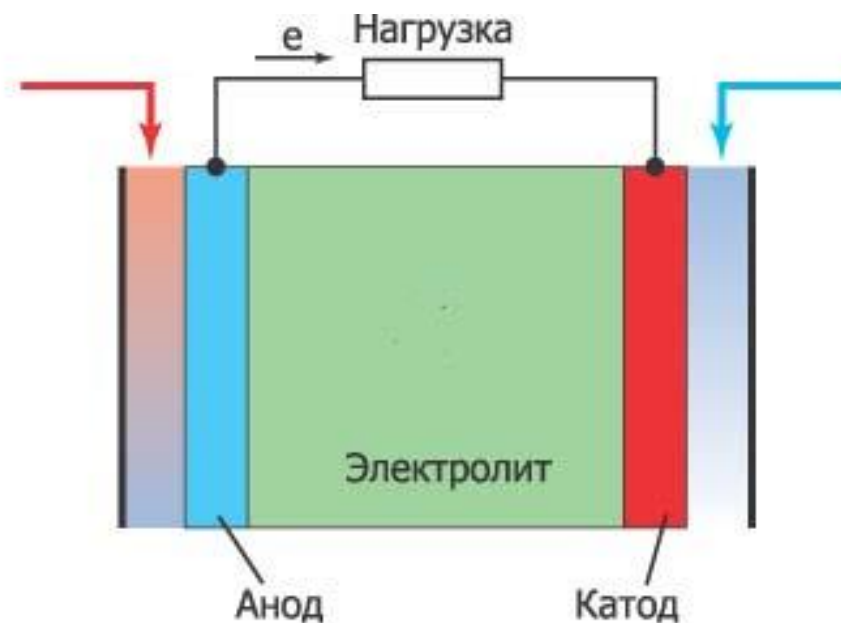


МАРИNET



ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА

- Первичные источники тока
- Суперконденсатор
- АКБ (Pb, Ni-Cd, Li-Ion и т.д.)
- Проточные батареи
- Топливные элементы



- Лёгкость и дешевизна масштабирования
- Высокий КПД преобразования исходной энергии в электрическую
- Высокие удельные характеристики
- Высокая безопасность и экологичность

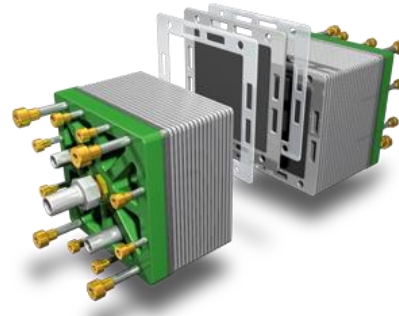
КЛАССИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА ДВС



- НИЗКИЙ РЕСУРС
- СЛОЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ
- ВЫСОКАЯ СТОИМОСТЬ ОБСЛУЖИВАНИЯ
- ПРАКТИЧЕСКИ ДОСТИГНУТ ПРЕДЕЛ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
- НИЗКАЯ ЭКОЛОГИЧНОСТЬ
- ЯРКО ВЫРАЖЕННЫЙ ТЕПЛОВОЙ СЛЕД И ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ ШУМА
- ОГРАНИЧЕНИЯ ПО МАСШТАБИРУЕМОСТИ



СИСТЕМЫ НА ТЭ



- ВЫСОКАЯ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ УСТАНОВКИ
- ВОЗМОЖНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ
- ПРОСТОТА КОНСТРУКЦИИ. ОТСУТСТВИЕ ДВИЖУЩИХСЯ И ТРУЩИХСЯ ЧАСТЕЙ, СИСТЕМ СМАЗКИ.
- ВОЗМОЖНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ В НЕОБСЛУЖИВАЕМОМ РЕЖИМЕ
- ЕМКОСТЬ И МОЩНОСТЬ СИСТЕМ РАЗДЕЛЕНА
- ЭНЕРГОЕМКОСТЬ НЕ ЗАВИСИТ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
- СЛАБОВЫРАЖЕННЫЙ ТЕПЛОВОЙ СЛЕД ПО СРАВНЕНИЮ С ДВС И НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ШУМА
- ОТСУТСТВИЕ САМОРАЗРЯДА И «ЭФФЕКТА ПАМЯТИ». НЕТ НЕОБХОДИМОСТИ В ПРЕВЕНТИВНОЙ ЗАМЕНЕ
- ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Li-ION БАТАРЕИ



- МОЩНОСТЬ И ЕМКОСТЬ В ОДНОМ КОРПУСЕ
- БАРЬЕР ЭНЕРГОЕМКОСТИ 250 Вт*ч / кг
- БЕЗОПАСНОСТЬ
- УЗКИЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН
- ОГРАНИЧЕННЫЙ СРОК СЛУЖБЫ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Характеристики	Гелевые свинцово-кислотные аккумуляторы (AGM)	Li-ion аккумуляторы (наиболее распространенные)	ЭХГ с водородными топливными элементами (ПОМТЭ) (водород в баллоне)	ЭХГ с водородными топливными элементами (ПОМТЭ) (химический источник водорода)	Перспективный ЭХГ с микротрубчатыми ТОТЭ (углеводородное топливо)
Способность к быстрому возобновлению энергозапаса	Длительная перезарядка из-за реакций во внутренних электродных материалах	Длительная перезарядка из-за реакций во внутренних электродных материалах	Перезарядка внешнего баллона с газообразным водородом	Быстрая перезарядка заменой картриджа с химическим веществом	Быстрая перезарядка заменой картриджа с топливом
Удельная массовая энергоемкость с учетом КПД	35 - 45 Вт*ч/кг	110 - 230 Вт*ч/кг	300 - 700 Вт*ч/кг	300 - 1000 Вт*ч/кг	1000-3000 Вт*ч/кг
Типовой срок службы	~500 циклов, до 4 лет	до 5000 циклов, до 5 лет	не менее 5000 перезаправок, от 5 лет	не менее 500 перезаправок, от 3 лет	не менее 2000 перезаправок, от 5 лет
Потеря энергозапаса из-за саморазряда (в год)	20-50%	5-10 %	0%	0%	0%
Стоимость системы хранения энергии	\$100-500/кВт*ч (в среднем \$270/кВт*ч)	\$500-2000/кВт*ч (в среднем ~\$1000/кВт*ч)	\$300-600/кВт*ч (в среднем \$350/кВт*ч)	\$30 - \$200/кВт*ч	\$5 - \$10/кВт*ч

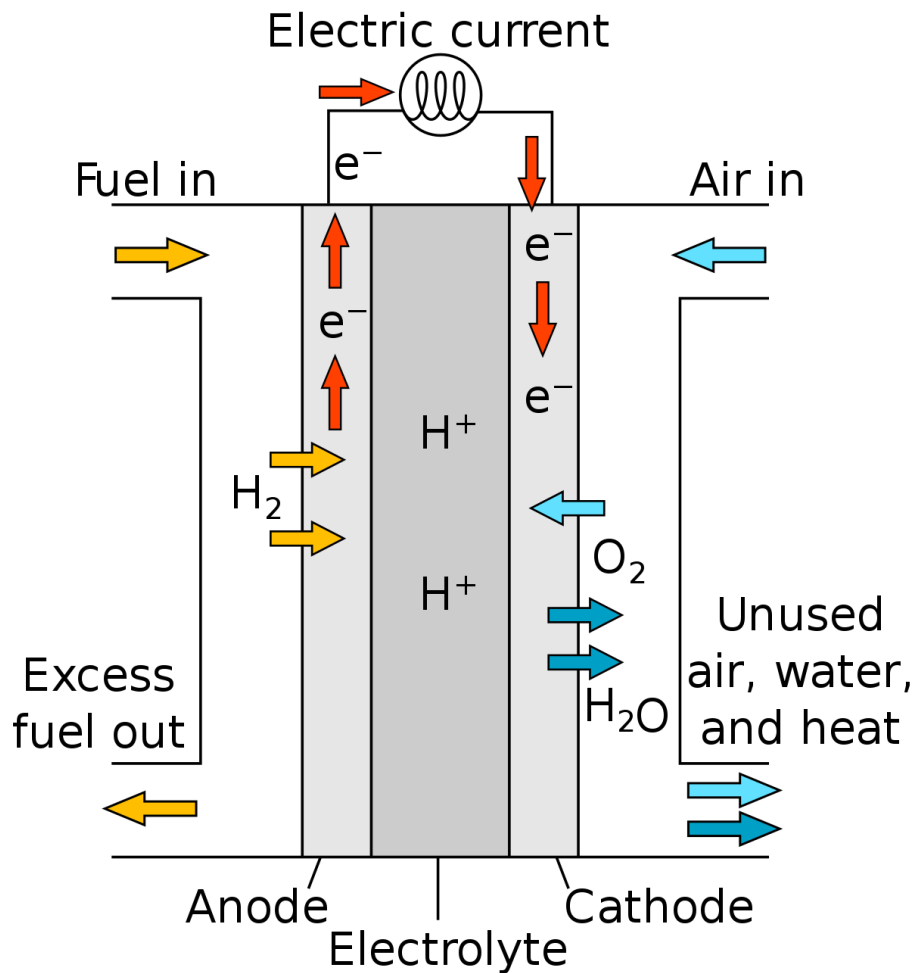


УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ПОМТЭ

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ПРОТОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНОЙ
PEMFC

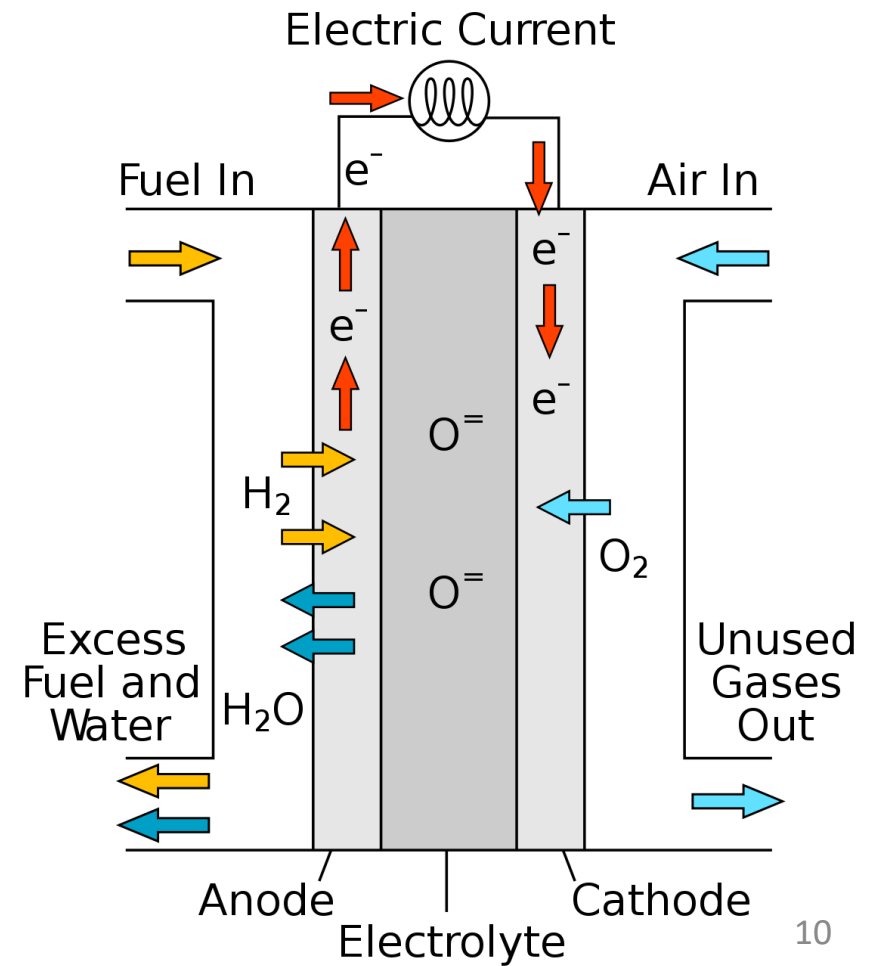
proton-exchange membrane fuel cells



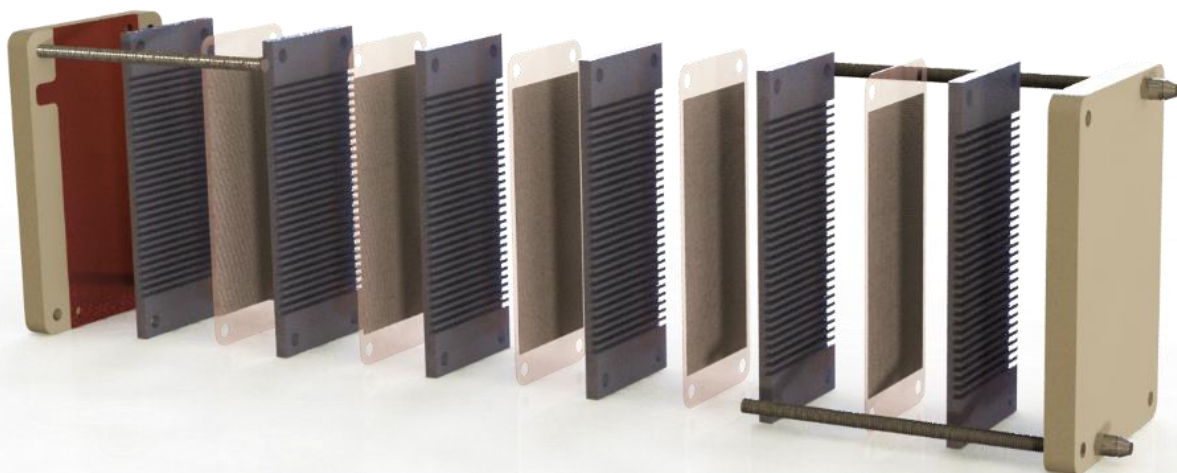
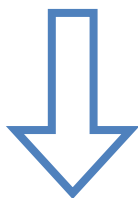
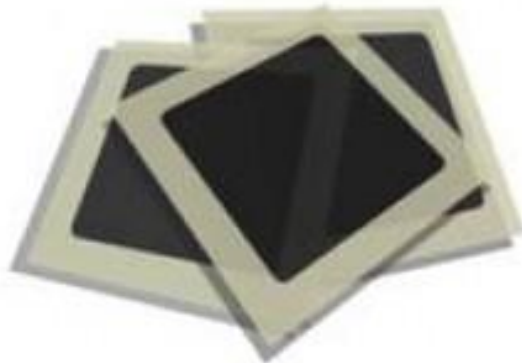
ТОТЭ

ТВЕРДООКСИДНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
SOFC

solid oxide fuel cell

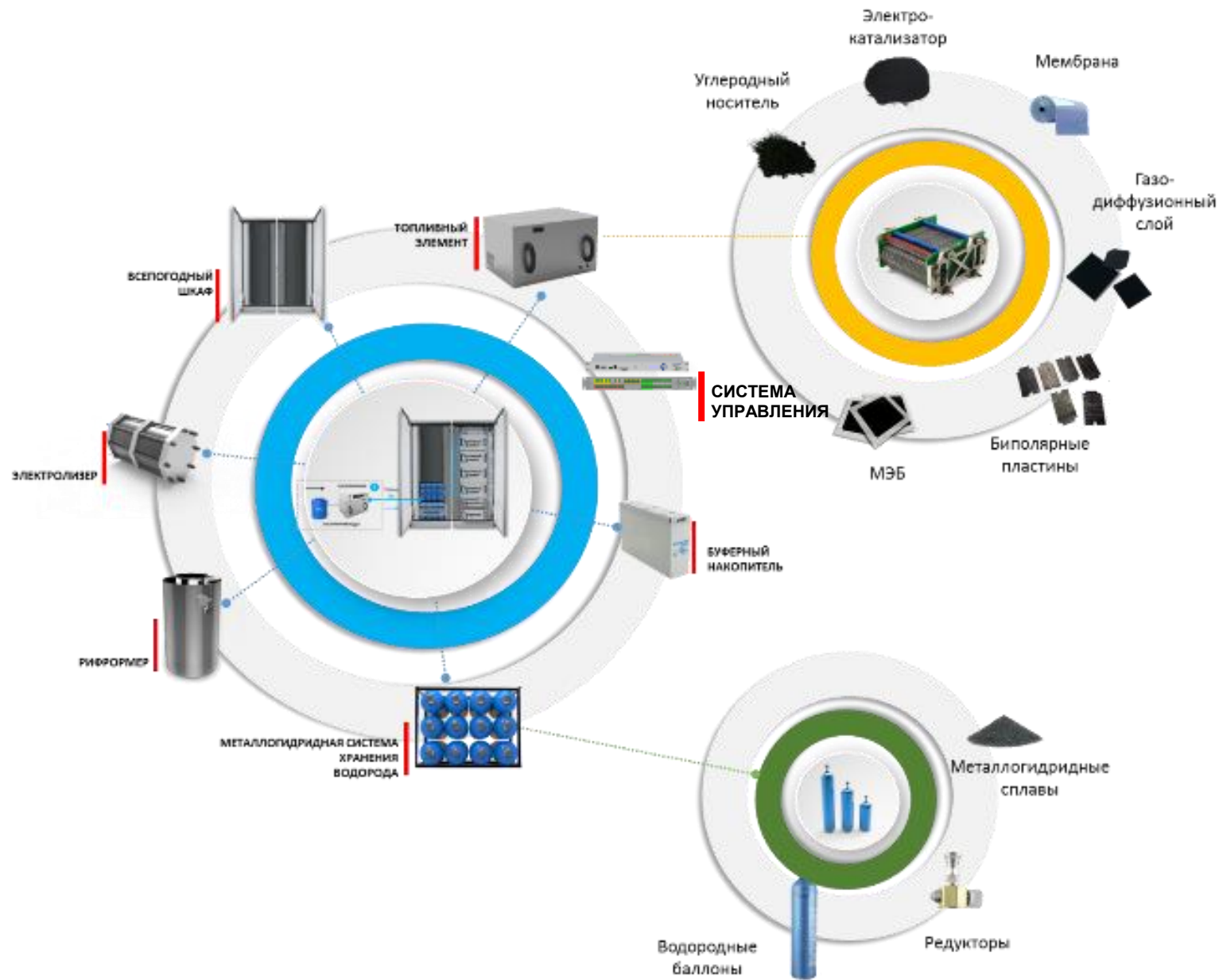


МЕМБРАННО-ЭЛЕКТРОДНЫЕ БЛОКИ



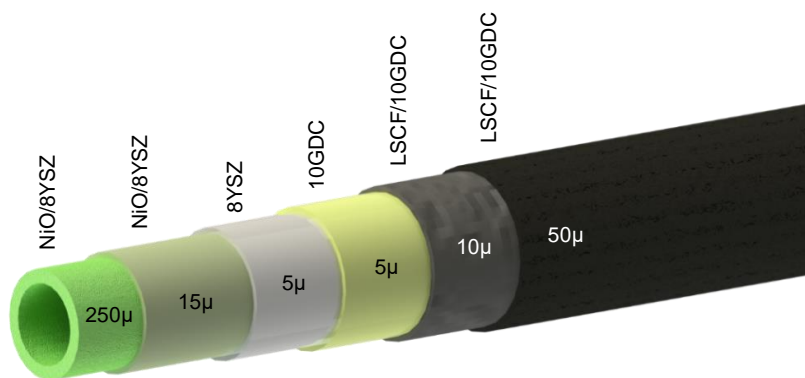
БАТАРЕЯ ТЭ



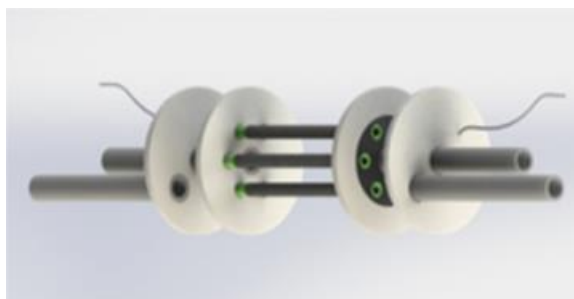
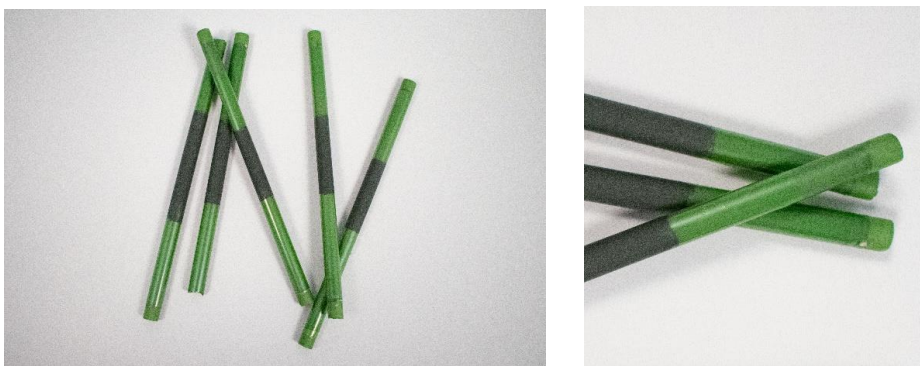


МИКРОТРУБЧАТЫЕ ТОТЭ

ГЕОМЕТРИЯ МИКРОТОТЭ



МИКРОТРУБЧАТЫЕ ТОТЭ



Батарея
микро­трубчатых
ТОТЭ в корпусе

Каталитический блок
утилизации
остаточных
реагентов

Риформер
топлива

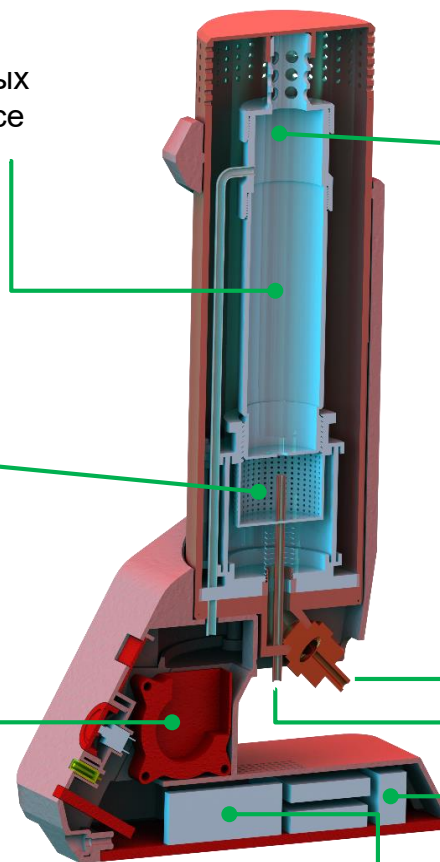
Подача топлива
(из баллона)

Вентилятор

Подача воздуха

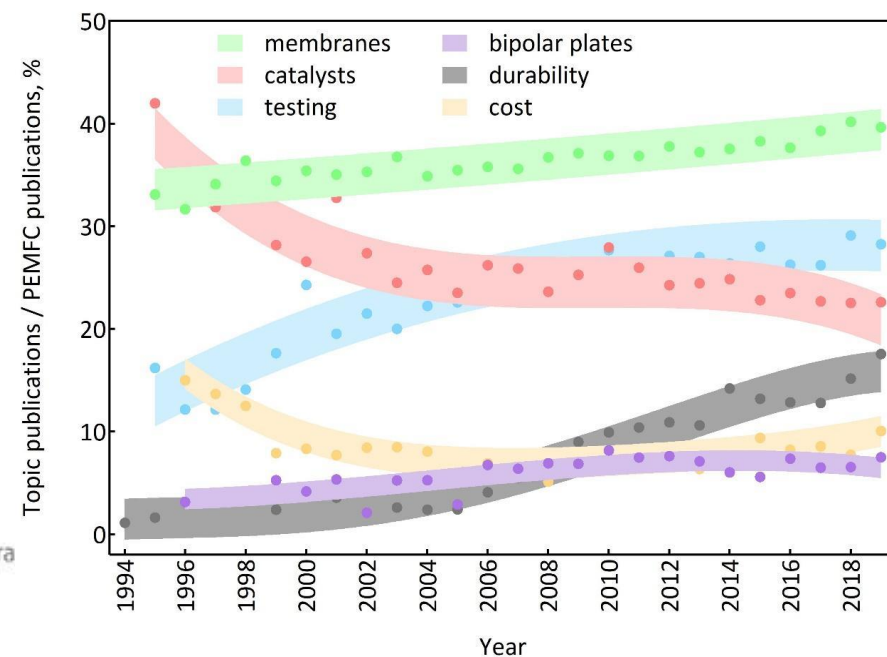
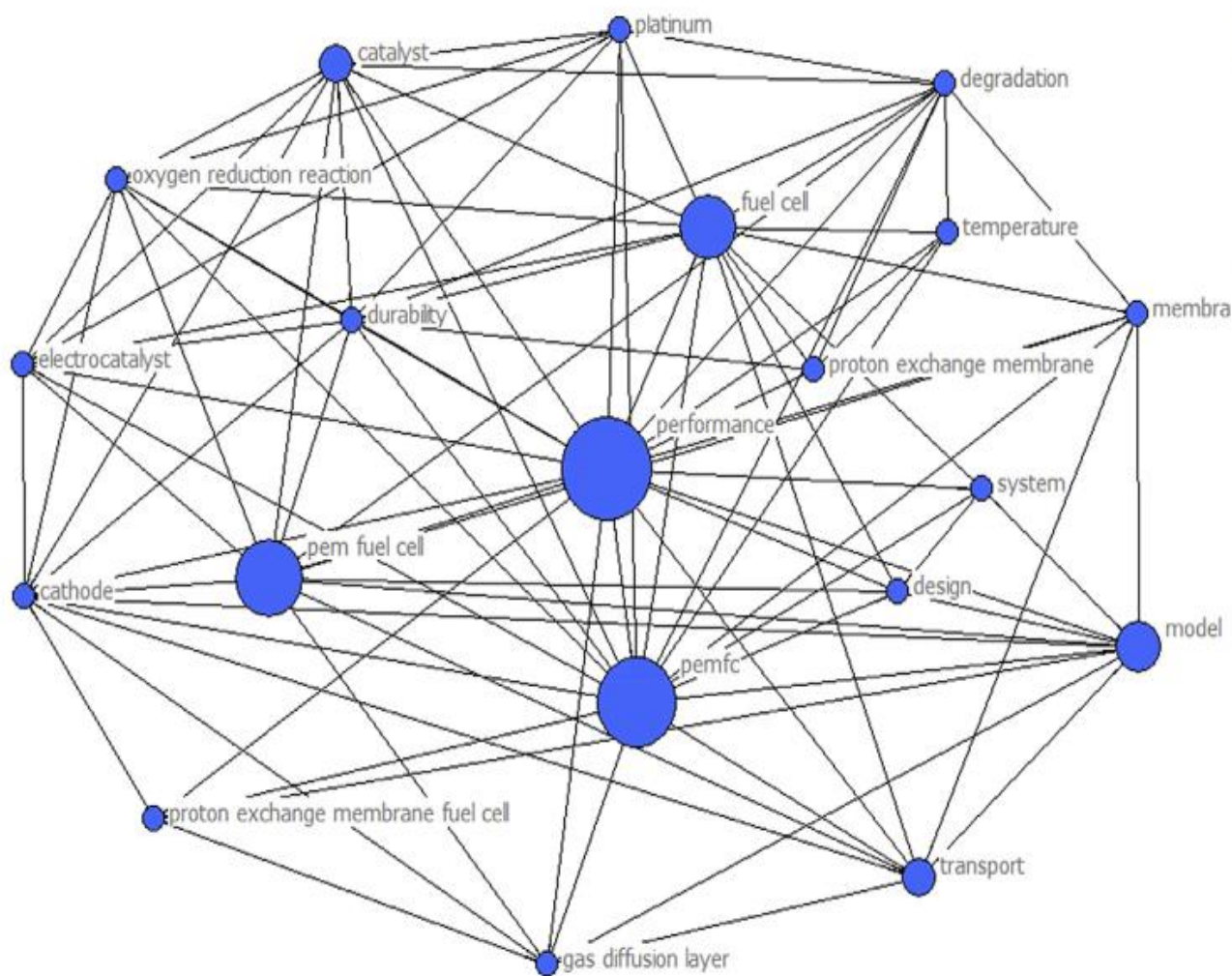
Электроника
управления

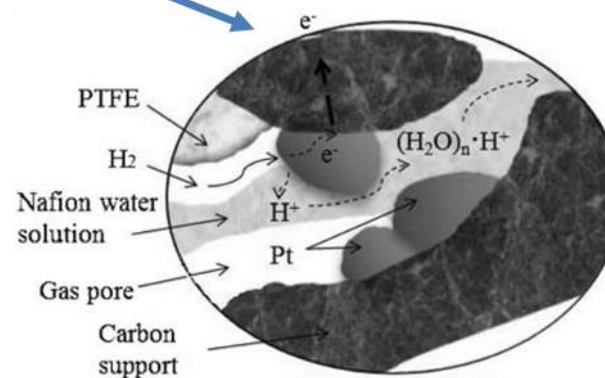
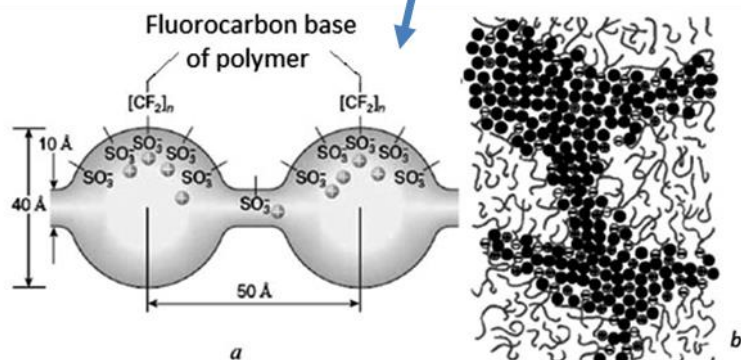
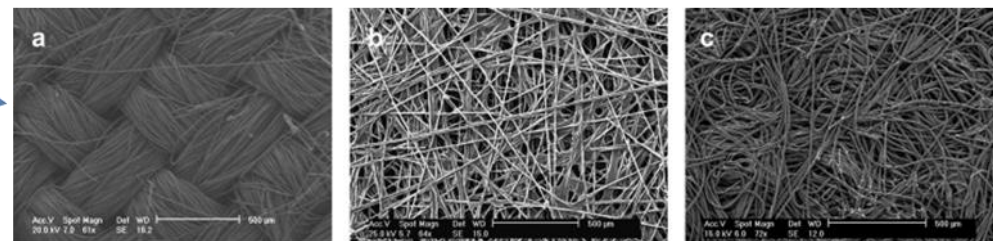
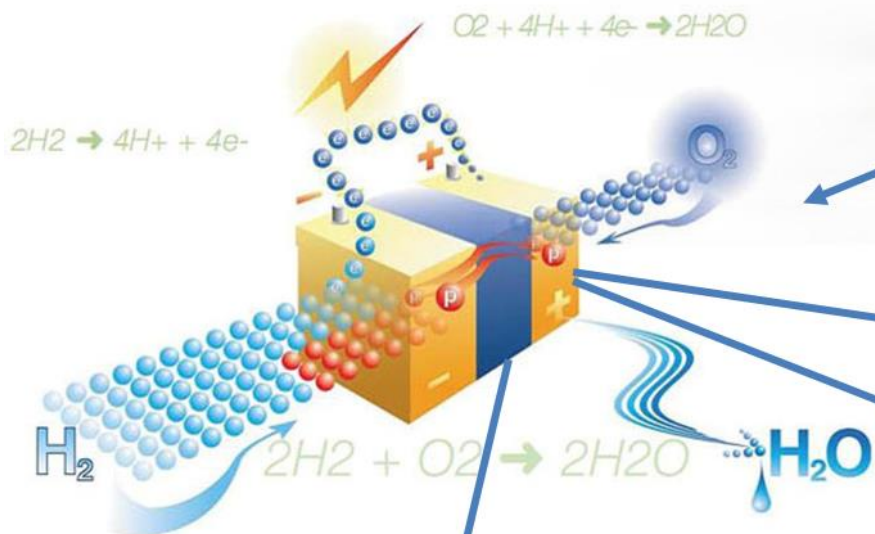
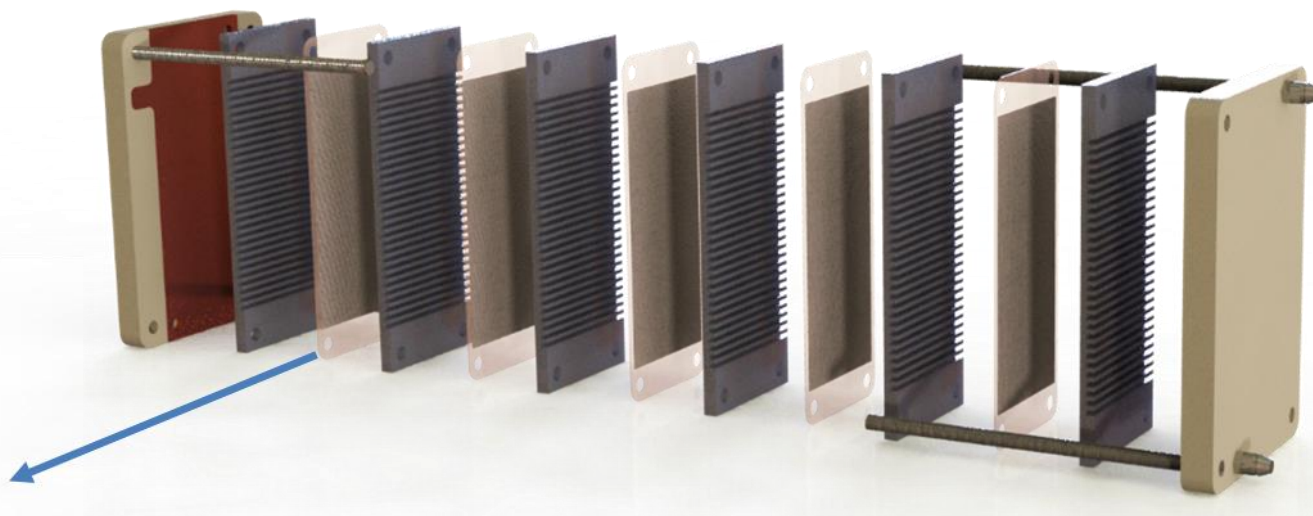
Буферная АКБ





ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

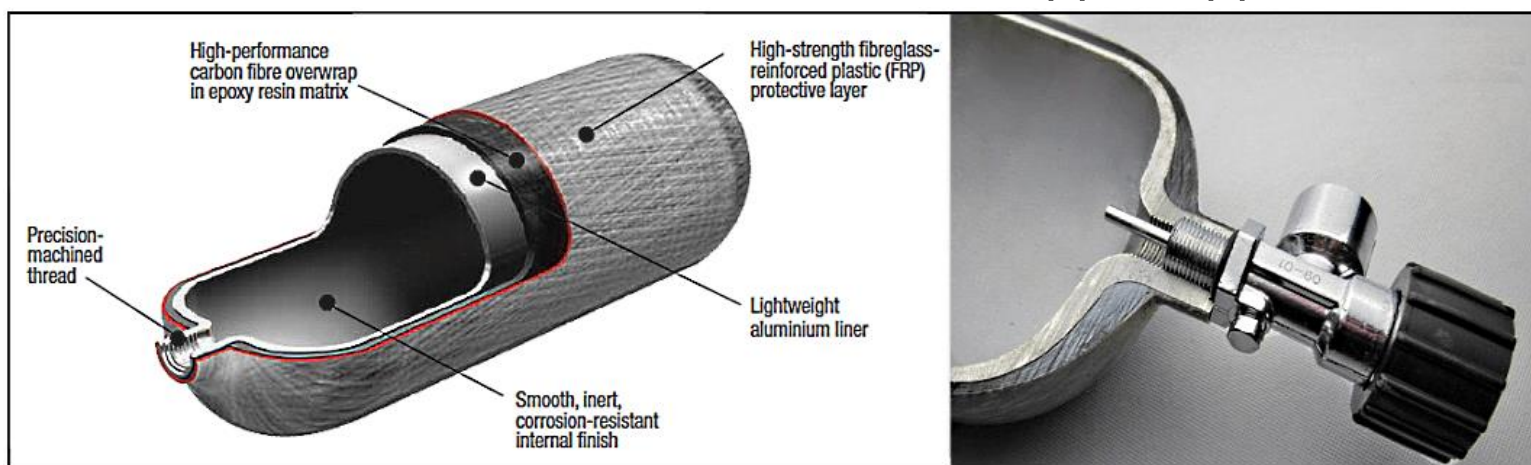


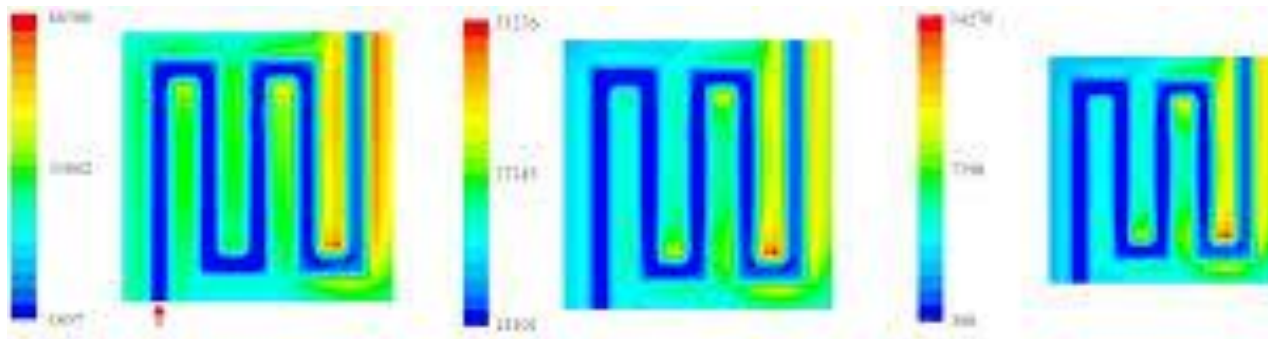
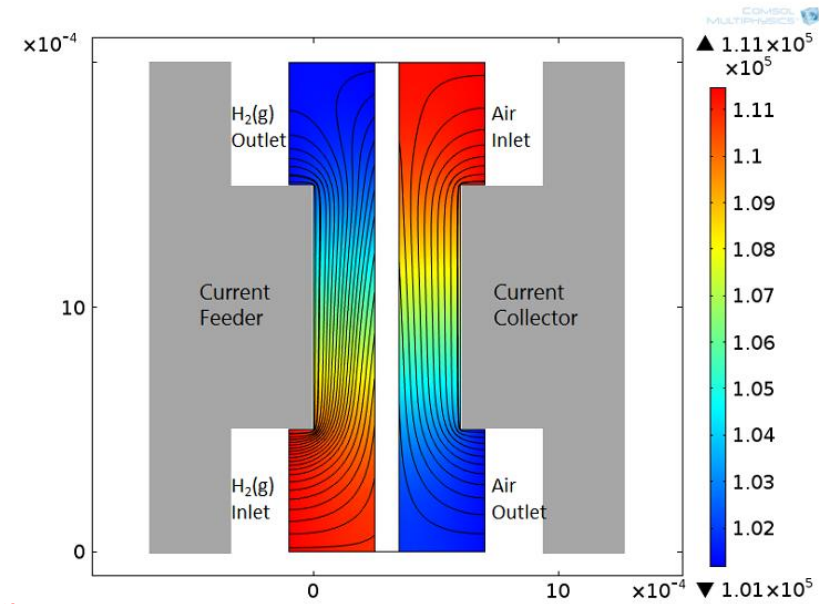
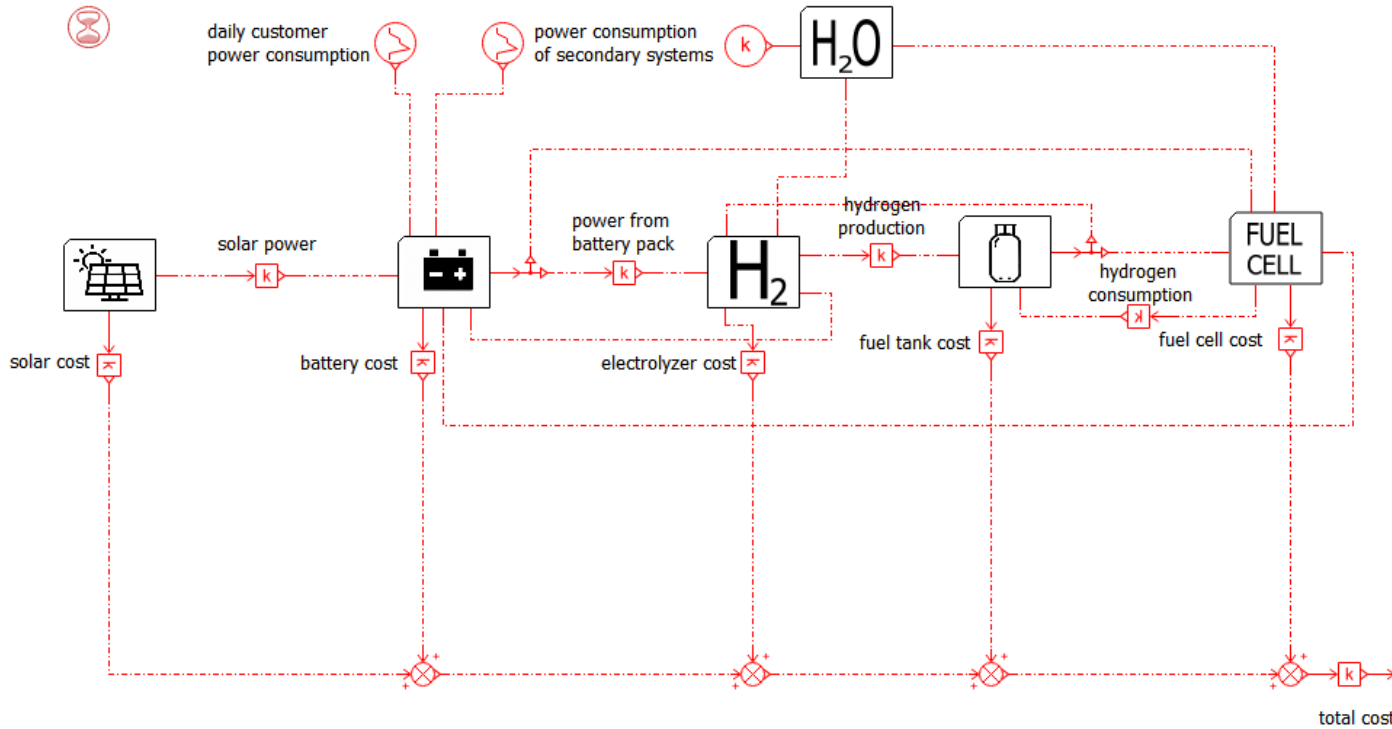


МЕТАЛЛОГИДРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ

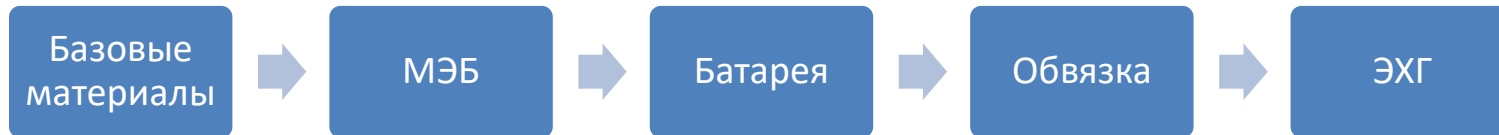


КОМПРИМИРОВАННЫЙ ВОДОРОД





СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ



СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ



ИНФРАСТРУКТУРА





**ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

МОБИЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

ВЫСОКАЯ
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



ОТСУТСТВИЕ ЗАПАХА,
ВИБРАЦИЙ И ШУМА



НИЗКИЕ ЗАТРАТЫ НА
МОНТАЖ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ



МЕЖСЕРВИСНЫЙ ИНТЕРВАЛ
1 ГОД



ОТСУТСТВИЕ ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КПД –
40%



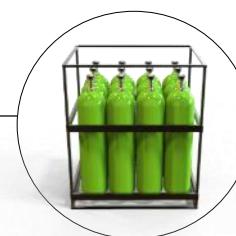
ТОПЛИВО –
ВОДОРОД

РАБОТА НА
ВОДОРОДЕ,
ПОЛУЧЕННОМ ОТ
МЕСТНЫХ
ПОСТАВЩИКОВ

40 л
150 атм.
7 кВтч



ПОЛНАЯ АВТОНОМИЯ



РАСЧЁТ ВРЕМЕНИ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАПАСОВ ТОПЛИВА



1000 Вт

+

ВОДОРОД
12 БАЛЛОНОВ



150 атм.

=

84 ЧАСА (6 НОЧЕЙ x 14 ЧАСОВ)
АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ ДЛЯ МАЛОМОЩНЫХ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

ВЫСОКАЯ
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



ОТСУТСТВИЕ ЗАПАХА,
ВИБРАЦИЙ И ШУМА



НИЗКИЕ ЗАТРАТЫ НА
МОНТАЖ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ



МЕЖСЕРВИСНЫЙ ИНТЕРВАЛ
1 ГОД



ОТСУТСТВИЕ ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КПД –
40%



РАЗМЕЩЕНИЕ
НА СТОЛБЕ

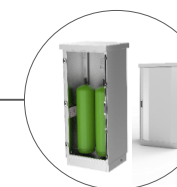
ПРОСТАЯ
УСТАНОВКА
И МОНТАЖ

НИЗКИЕ ЗАТРАТЫ НА
СТРОИТЕЛЬСТВО

ТОПЛИВО –
ВОДОРОД

РАБОТА НА
ВОДОРОДЕ,
ПОЛУЧЕННОМ ОТ
МЕСТНЫХ
ПОСТАВЩИКОВ

40 л
150 атм.
7 кВтч



ПОЛНАЯ
АВТОНОМНОСТЬ

РАСЧЁТ ВРЕМЕНИ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАПАСОВ ТОПЛИВА

ПОТРЕБИТЕЛЬ



100 W

+

ВОДОРОД

4 БАЛЛОНА x 40 л



300 атм.

=

1 МЕСЯЦ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ ДЛЯ СТАНЦИЙ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ И ДР. СИСТЕМ

ВЫСОКАЯ
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ



ОТСУТСТВИЕ ЗАПАХА,
ВИБРАЦИЙ И ШУМА



НИЗКИЕ ЗАТРАТЫ НА
МОНТАЖ И ПОДКЛЮЧЕНИЕ



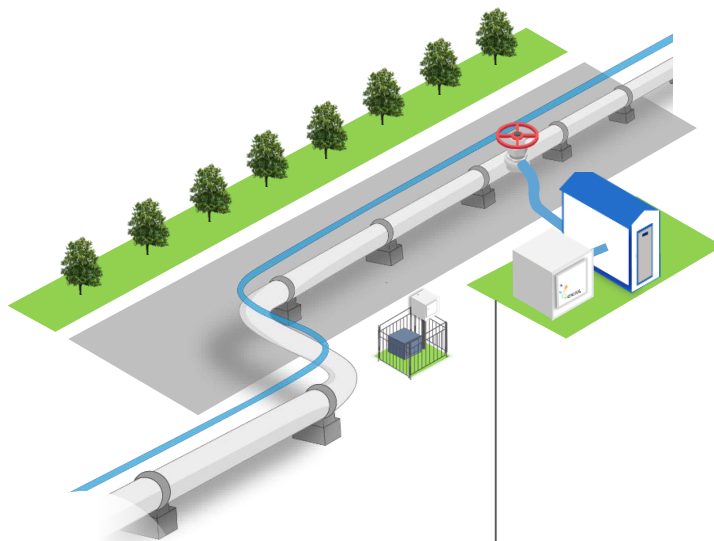
МЕЖСЕРВИСНЫЙ ИНТЕРВАЛ
1 ГОД



ОТСУТСТВИЕ ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КПД –
40%



МУЛЬТИТОПЛИВНАЯ ГИБКОСТЬ

В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА МОЖЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ПРОПАН ИЛИ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, ПОЛУЧЕННЫЙ
ОТ МЕСТНЫХ ПОСТАВЩИКОВ

НИЗКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ТОПЛИВА
0.35 нм³/кВтч

ДЛЯ СРАВНЕНИЯ: ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ
ГЕНЕРАТОР ПОТРЕБЛЯЕТ **3.33 нм³/кВтч**

НИЗКИЕ ЗАТРАТЫ НА
УСТАНОВКУ



ИНТЕГРИРОВАННЫЙ
РИФОРМЕР

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

КПД



x 9 – 12 раз

БОЛЬШЕ, ЧЕМ У
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ГЕНЕРАТОРОВ

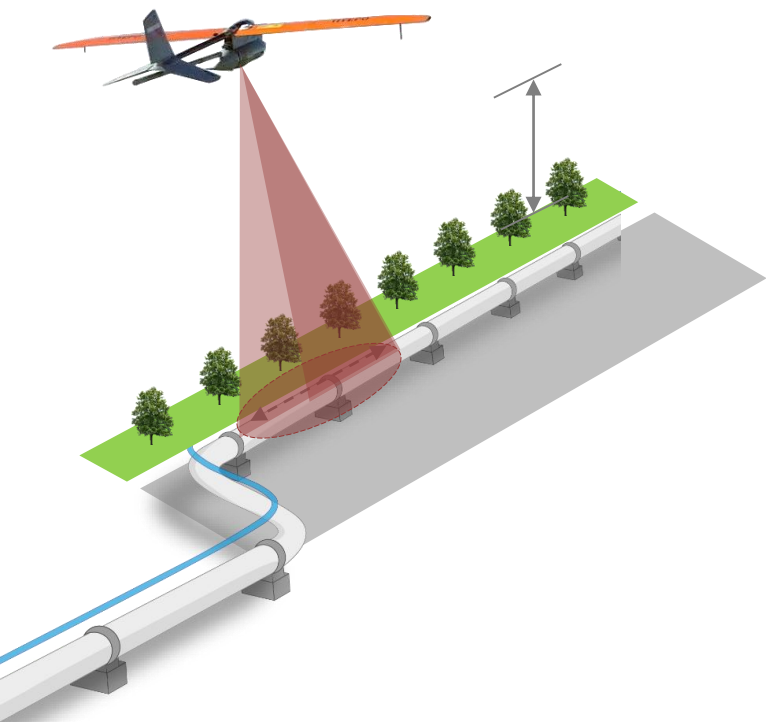


x 2 – 3
раза

БОЛЬШЕ, ЧЕМ У ДВС



СНИЖЕНИЕ ОРЕХ ЗА СЧЁТ
СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА
И ЗАТРАТ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ



КАРТОГРАФИЯ



ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА



НЕФТЕГАЗОВАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



КОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ



ЛЕСА



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПОЛЕТЫ



АГРОКУЛЬТУРА



ПОИСК И СПАСЕНИЕ



ДОБЫВАЮЩАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ПРЕИМУЩЕСТВА

- ❖ БОЛЬШАЯ ДАЛЬНОСТЬ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОЛЁТА (ДО 800 КМ/Ч)
- ❖ БОЛЬШАЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ, И, КАК СЛЕДСТВИЕ, ЛУЧШЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФОТО- И ВИДЕОСЪЕМКИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОЛЕЕ ЭНЕРГОЕМКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ







U-212 (Германия) – подводная лодка, автономность до 30 суток, ПОМТЭ+АКБ 1700 кВт



Zemships (Германия) – речной паром на 100 пассажиров, ПОМТЭ+АКБ 100 кВт



Energy Observer (Франция) – НИС 30 метров, АКБ + ПОМТЭ + солнечные панели + ветротурбины



eНано

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

МЕЛЬНИКОВ АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ
melnikov.al.pe@inenergy.ru

<http://www.inenergy.ru/>



group
inenergy

-  117036, г. Москва, проспект
60-летия Октября, 10А,
-  Тел.: +7 495 988 53 88
-  E-mail: info@edunano.ru
-  www.edunano.ru