



# AEM Electrolyser

Техническая презентация

28 Октября 2020

Санкт-Петербург, Россия



# Команда

Enapter - международная команда из 100 инженеров в области электрохимии и IT

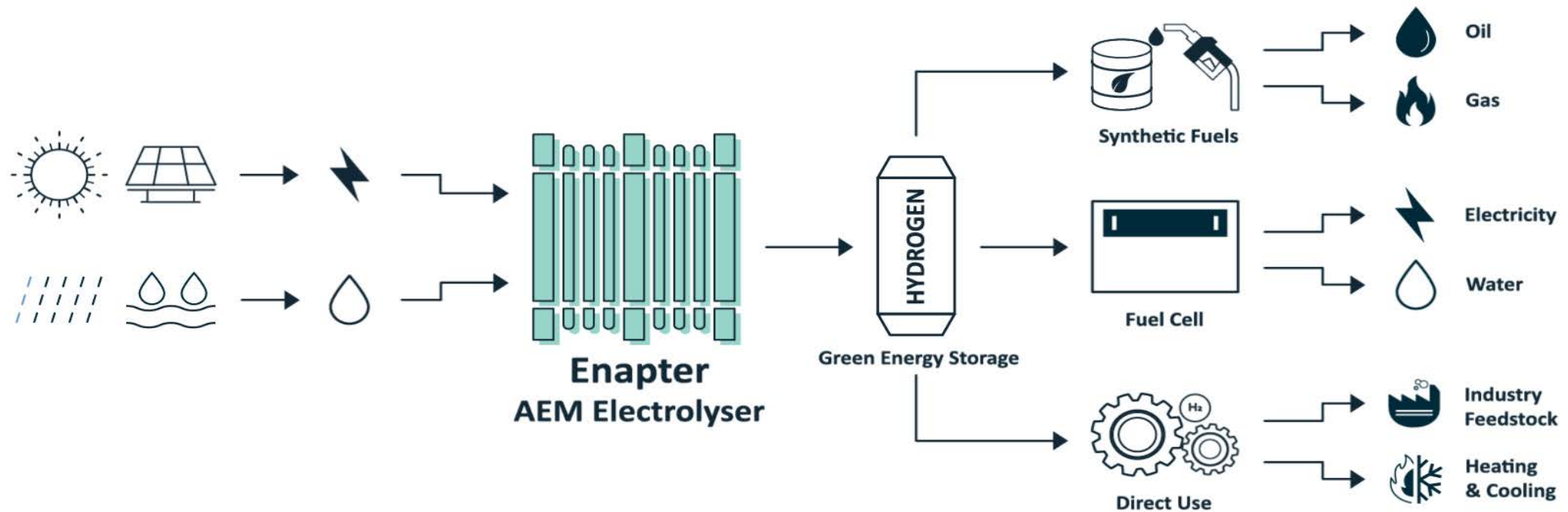


## Офисы



# Enapter AEM Electrolyser

С 2010 года команда Enapter проектирует и производит патентованные AEM (Anion Exchange Membrane) электролизеры



## EL 500

Доступен с 11/2017

10 Units



- ≡ Отдельные модули управления и модули электролизеров
- ≡ Сложность установки и поддержки
- ≡ Все 4 стороны шкафов должны быть открыты для доступа и вентиляции
- ≡ 15,900 Евро

## EL 2.0

Доступен с 01/2019

8 Units



- ≡ **Единый модуль** упрощает установку и обслуживание
- ≡ **Охлаждение через фронтальную панель** делает системы стекируемыми и экономит место
- ≡ Интеграция с **Enapter EMS**, удаленный мониторинг и управление через приложение
- ≡ Новый стек **40% меньше**
- ≡ 11,000 Евро

## EL 2.1

Представлен 02/2020

7 Units



- ≡ **Повышенная эффективность! 8%** меньше потребление энергии. Уменьшено потребление в режиме ожидания.
- ≡ Обновлен дизайн для упрощения **быстрой замены устройств (hot-swap)**
- ≡ Новая электроника, редизайн ПО, возможность обновления по воздуху (**OTA**)
- ≡ 9,000 Euro

# The Product - Electrolyser EL 2.1

**Производительность**  
500 NL/час (0.5 Nm<sup>3</sup>/hr)

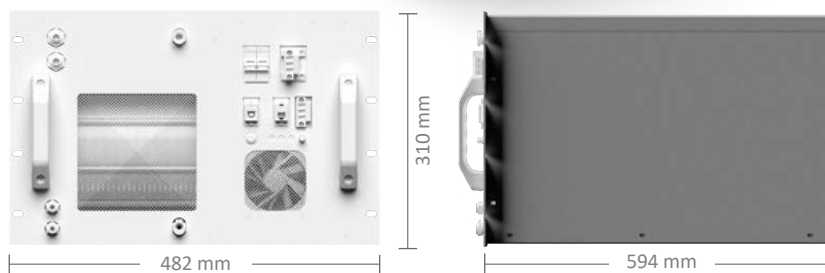
**Эффективность**  
4.4 кВтч для 1 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>

**Чистота водорода**  
~99.9%

**Мощность**  
2.2 кВт

**Качество воды**  
<20 µS/см

**Выходное давление**  
35 бар



**EL 2.1**

Производство началось в  
Марте 2020



Директива 2006/42/CE

EN ISO 12100 – 1

EN ISO 12100 – 2

ISO 13849

EN 61010

EN 61000-6-3

EN 61000-6-2

ASME B31:12

# The Product - Dryer DRY 2.1

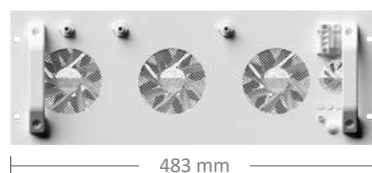
**Производительность**  
до 2,5 м<sup>3</sup>/час

**Степень очистки**  
>99.999%

**Точка росы (после сушки)**  
-70 °C

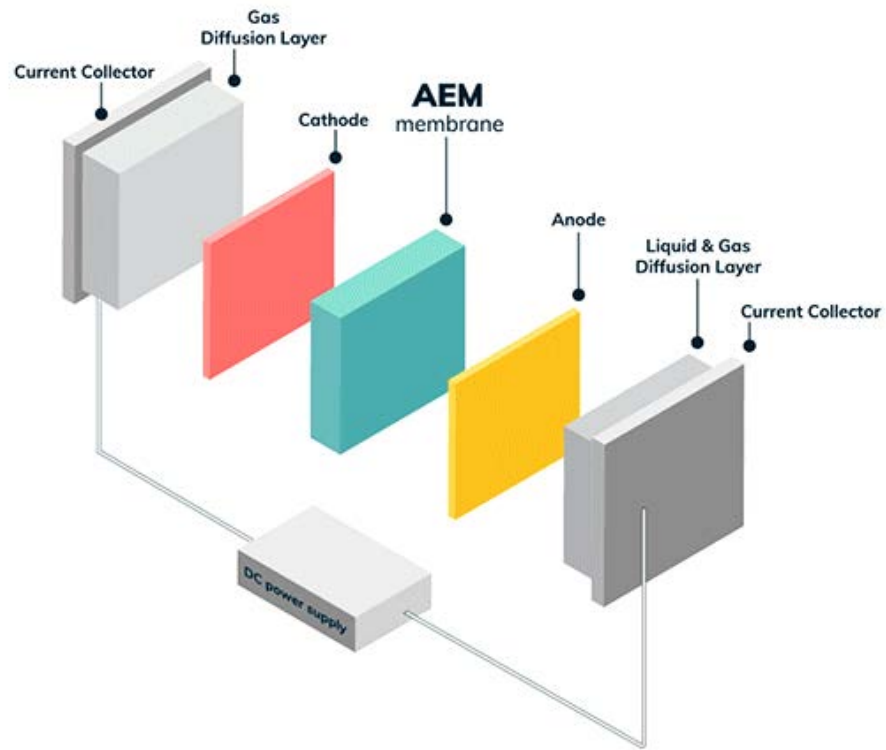
**Мощность**  
375 W

**Входное напряжение**  
AC 200-240 Vac,  
50/60 Hz



**DM2030**  
До 4 электролизеров

**DM1030**  
До 2 электролизеров

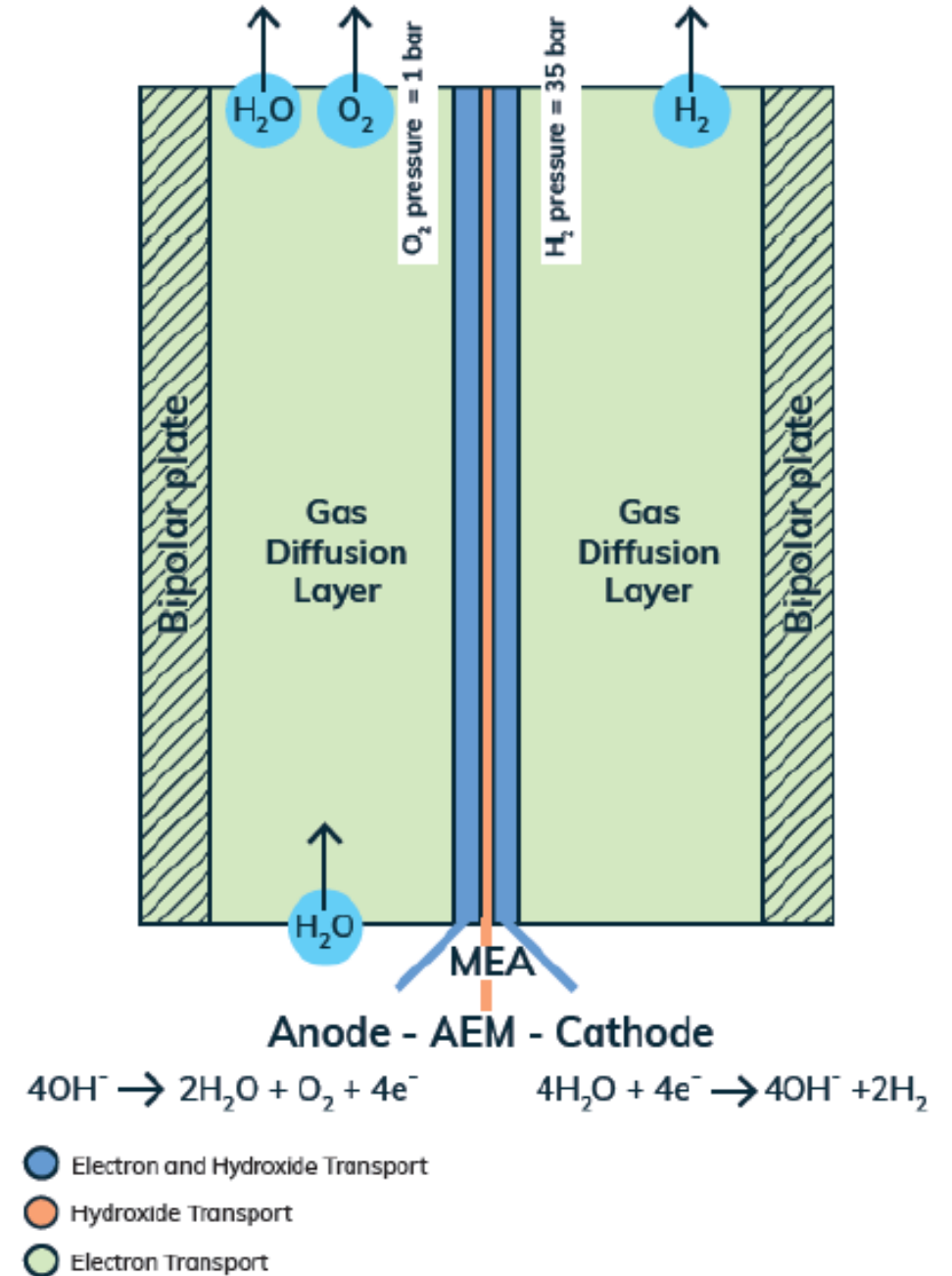


## AEM Technology

- Без драгоценных металлов
- Низкая цена
- Высокая эффективность
- Простота использования
- Срок службы >30.000 часов

# H2 Production

- Стек состоит из нескольких щелочных ячеек, соединенных последовательно;
- Водород производится из воды, проникающей через мембрану с «анодной» половины ячейки;
- «Анодная» половина ячейки наполняется 1% раствором электролита (гидроксид калия, KOH);
- «Катодная» половина ячейки остается сухой;
- Чистый (~99,9%) водород производится под давлением 35 бар;
- В процессе генерации водорода, очищенная вода доливается на «анодной» половине ячейки.





# AEM Properties

## Механические

- Большое значение Модуля Юнга и предела текучести
- Устойчивость к проколам
- Низкая газопроницаемость
- Термостойкость
- Низкое поглощение воды

## Химические

- Стабильность к окислению
- Стабильность к щелочи
- Микрофазное разделение

## Электрохимические

- Высокая проводимость OH-
- Низкая электронная проводимость
- Низкий ток замыкания
- Большой поток воды

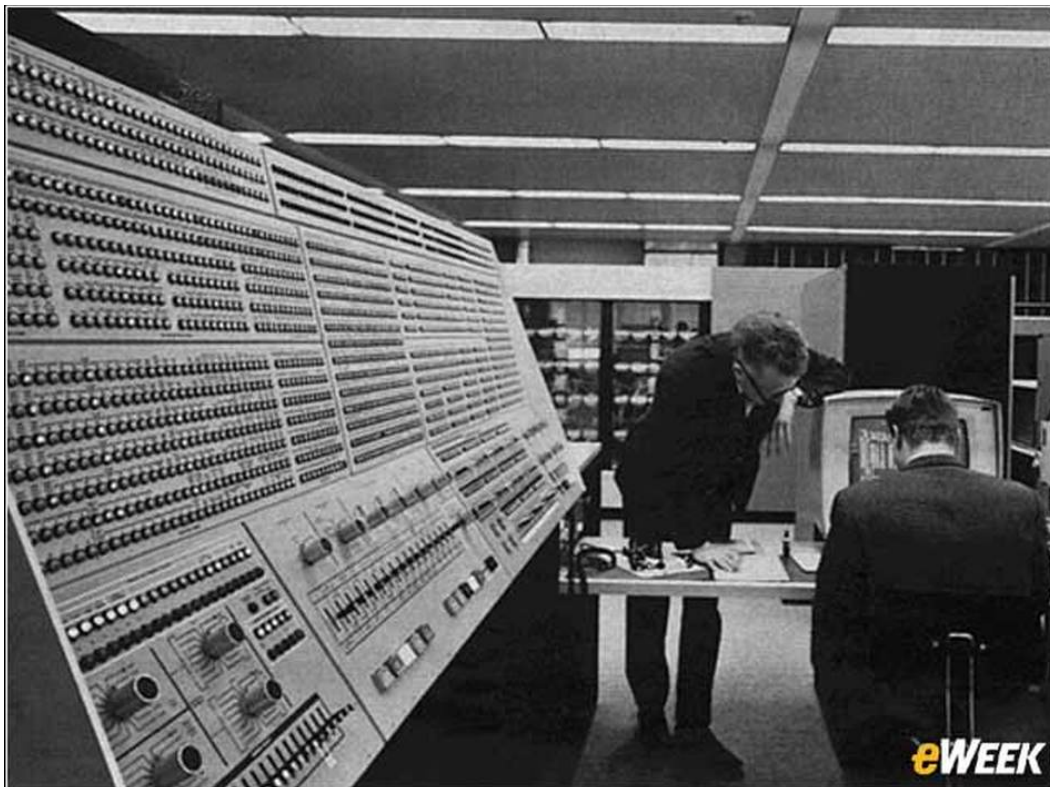
	Высокая чистота H2	Выходное давление	Потребление (кВтч/Нм3 H2)	Щелочной электролит	Дорогостоящие компоненты	Драгоценные металлы	Компактность
 Enapter AEM	✓	35 bar	4.4	✗	✗	✗	✓
PEM	✓	30 bar	5.4	✗	✓	✓	✓
Alkaline	✗	atm	4.6	✓	✗	✗	✗



## МЫ ДУМАЕМ ОБ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРЕ КАК О БЫТОВОМ УСТРОЙСТВЕ

Никакие устройства не имели наиболее быстрого сокращения стоимости в истории экономики, чем товары массового производства.

Мы будем массово производить электролизеры.



Мэйнфрейм



IBM ПК / 1981



Обычный электролизер



Enapter EL 2.0 / 2019

# Modularity

Электролизеры Enapter легко горизонтально масштабируются для достижения нужной производительности



Модули 0.5 Нм<sup>3</sup>/час

Шкаф 2 Нм<sup>3</sup>/час

Стекируются X Нм<sup>3</sup>/час

# AEM 60 Electrolyser - Контейнерное исполнение

## Форм-фактор

20 футовый контейнер

## Производительность

30 нм<sup>3</sup>/ч ( ~64 кг/день)

## Чистота водорода

99,999% при 35 бар

## Мощность

155 кВт

## Вода

46 л/ч

Интегрированная система безопасности, электропроводка, система трубопроводов, система жидкостного охлаждения.



До 60 генераторов водорода EL 2.1 и 20 осушителей DRY 2.1.

# AEM Multicore Electrolyser – Инновационный подход

## Форм-фактор

40 футовый контейнер

## Производительность

210 нм<sup>3</sup>/ч ( ~450 кг/день)

## Чистота водорода

99,999% при 35 бар

## Мощность

1,008 кВт

## Вода

420 л/ч

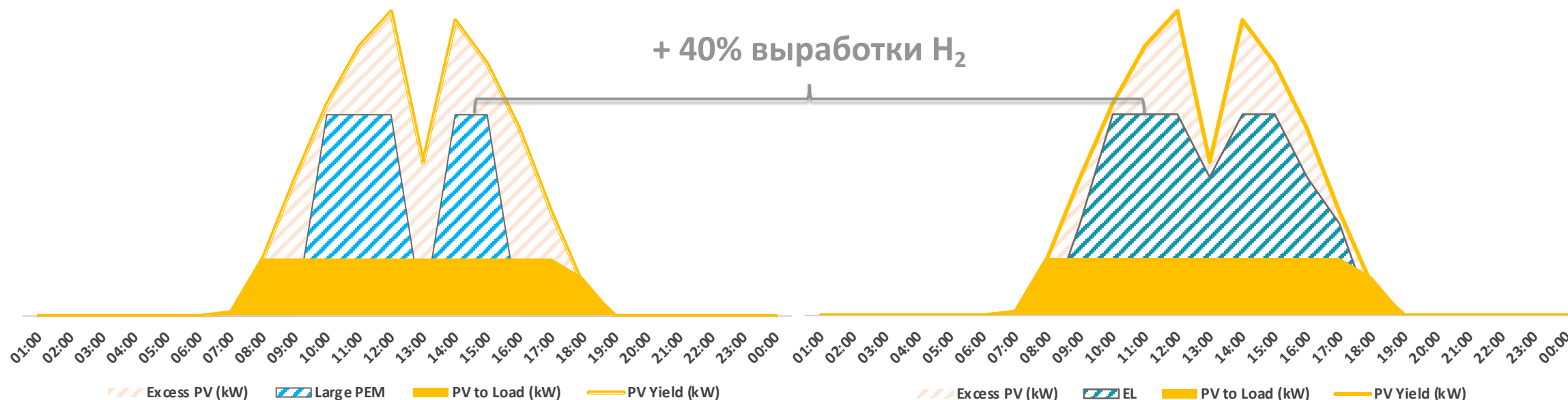
Интегрированная система безопасности, электропроводка, система трубопроводов, система жидкостного охлаждения.



До 60 интегрированных стеков 0,5 нм<sup>3</sup>/час и 20 осушителей.

# Modular Ramp-Up/Ramp-Down

Производство водорода может выполняться на части модулей или с использованием ПИД-регулятора для полного использования доступной мощности



1 x PEM EL

5 x Modular AEM EL





## Планируемая цена в течение 5 лет

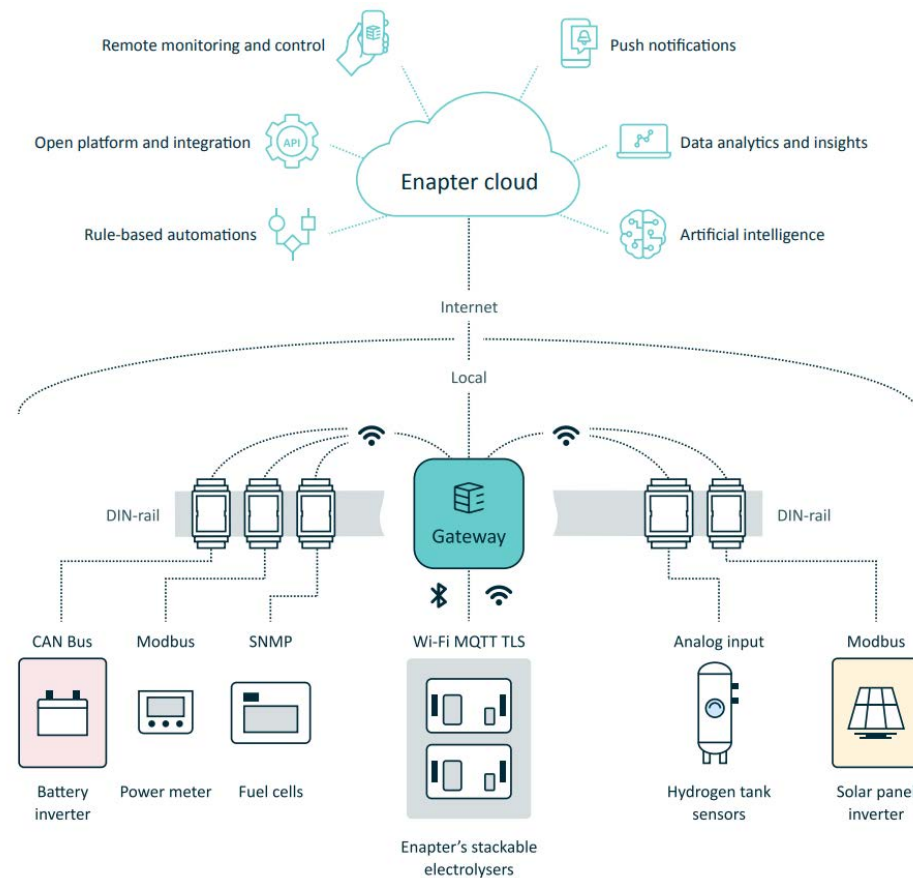
**1.50 € / кг**

Enapter стремится свести капитальные затраты на производство экологически чистого водорода до уровня, позволяющего конкурировать с ископаемым топливом.

Для этого необходимо массовое производство.

# Energy Management System

Собственная система управление энергией и удаленного мониторинга



# Enapter Gateway



Операционная система Enapter Gateway основана на Linux.

Enapter Gateway агрегирует данные со всех датчиков и устройств энергетической системы и выполняет правила управления сформированные пользователем.

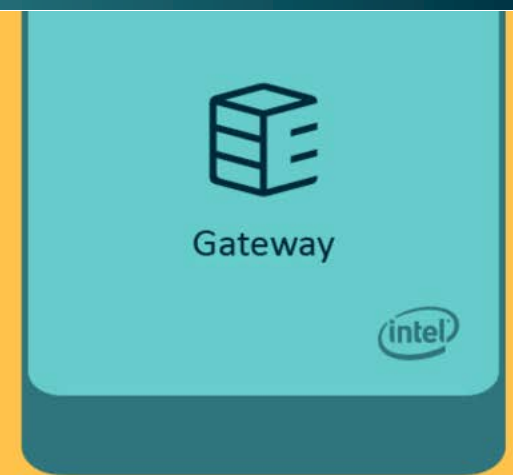


# Rule-Based Management

Система работает как единое целое при помощи Пользовательских правил.

**IF** solar irradiance is **>600 WATT/SQM** **THEN** **START** Electrolyser

**IF** battery voltage is **<48V** **THEN** **START** Fuel Cell



It's sunny now.  
Electrolyser wake up!

OK!  
I'm making hydrogen!



# 10+ Different Universal Communication Modules

Конвертация различных протоколов устройств в единый протокол управления и мониторинга



ENP-RS485

Modbus

- Battery inverters
- Charge controllers
- Irradiance sensors



ENP-RS232

Modbus

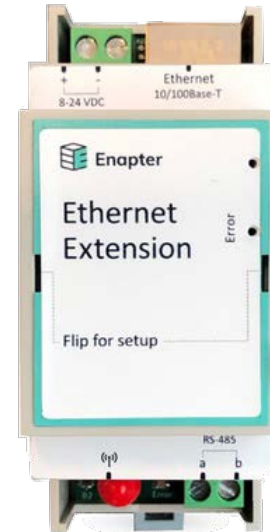
- Battery inverters
- Charge controllers
- Irradiance sensors



ENP-CAN

CAN bus

- Battery inverters
- Charge controllers
- Irradiance sensors



ENP-ETH

Ethernet

- Battery inverters
- Fuel cells



ENP-HTE

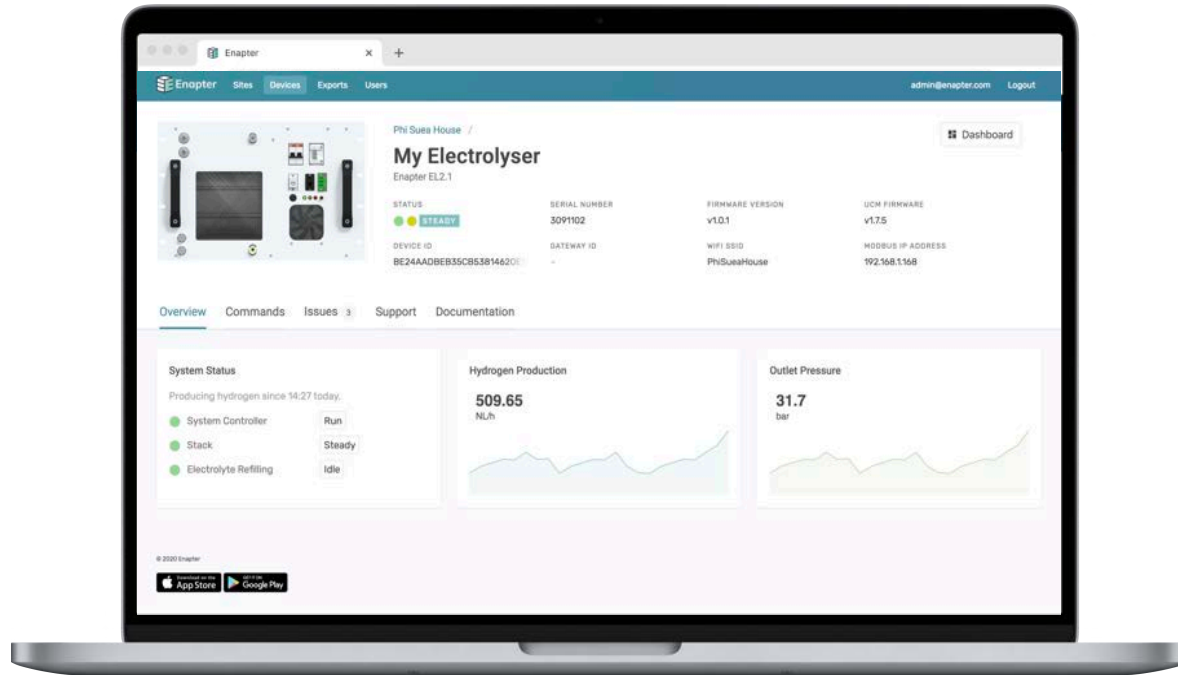
Analog Inputs

- Pressure sensors
- Temperature sensors

# Advanced Monitoring

Пользовательские интерфейсы и дашборды

Вэб - приложение



<https://cloud.enapter.com>

Мобильное приложение



# Enapter - Main R&D Facility in Pisa, Italy



Серийное производство с конца 2019. Старт производства EL 2.1 в Марте 2020.



Новые тестовые лаборатории.  
Производство увеличено в 8 раз.

## Use Cases



29

стран



89

клиентов



Накопитель энергии – Toshiba H2 One



Enapter Use Case

# POWER-TO-HEAT

In Rozenburg, the Netherlands, 8x EL 2.0 are producing green hydrogen that is used to heat a building complex.

News

Select Language ▾

Google Translate

## Netherlands: Apartment Complex in Rotterdam Municipality Rozenburg Heated with Hydrogen

By FuelCellsWorks | June 6, 2019

0

6

No Comments



In the Rozenburg district of Rotterdam, a trial is starting to heat homes with 100% hydrogen. The companies Bekaert Heating, Remeha, DNV GL, the municipality of Rotterdam, housing association Ressorst Wonen and network manager Stedin are all involved in this project.

The test is a first, because never before have houses been heated in the Netherlands with HR boilers using pure hydrogen.

When burning hydrogen gas, unlike natural gas, no CO2 is released.



Enapter Use Case

# POWER-TO-HEAT

In Rozenburg, the Netherlands, 8x EL 2.0 are producing green hydrogen that is used to heat a building complex.

News

Select Language Google Translate

# Solar-Hydrogen in Münster Now Powered by Enapter Electrolyser

0 Comments 23 0

By FuelCellsWorks | September 6, 2019



Münster, Germany – Enapter’s electrolyser now generate hydrogen just outside of Münster, Germany, as part of a residential energy storage solution.



Arno Tilsner runs the popular student magazine na dann... and started going off-grid in 2012. A solar installation on the na dann... rooftop supplied electric vehicles with power. Arno quickly understood that carbon free long-term energy storage needs to include hydrogen. In the beginning of his search, there were no matching solutions in the market. In February 2019, Arno found Enapter’s EL 2.0 and from first contact to installation it took 185 days.

Enapter Use Case

# RESIDENTIAL STORAGE

In Münster, Germany, we have recently commissioned 1x EL 2.0 in combination with a fuel cell to provide seasonal storage capabilities. Hydrogen could be use for much more than just power in the future.



# BShark's hydrogen-powered Narwhal 2 flies for 2 hours, and transmits nearly 20 miles

By Loz Blain  
September 17, 2018



VIEW 3 IMAGES 



*BShark's Narwhal 2 offers two hours endurance and 30 km range for both control and video transmission* BShark

BShark has moved mountains to bring down the price of its long-range Narwhal 2 drone. Powered by a hydrogen fuel cell, this 6.6-kg (14.5-lb) monster flies for up to two hours, transmits up to 30 km (18.6 mi) away and costs just US\$6,800, making it an attractive option for industrial inspection and surveillance applications.

Enapter Use Case

# REFUELLING

One area of application for green hydrogen is the refueling sector. We are supplying drone, car and other vehicle manufacturers with our electrolysers.

Enapter Use Case

# Mobility

Refueling stations for FCEV - Forklifts



# We are making waves



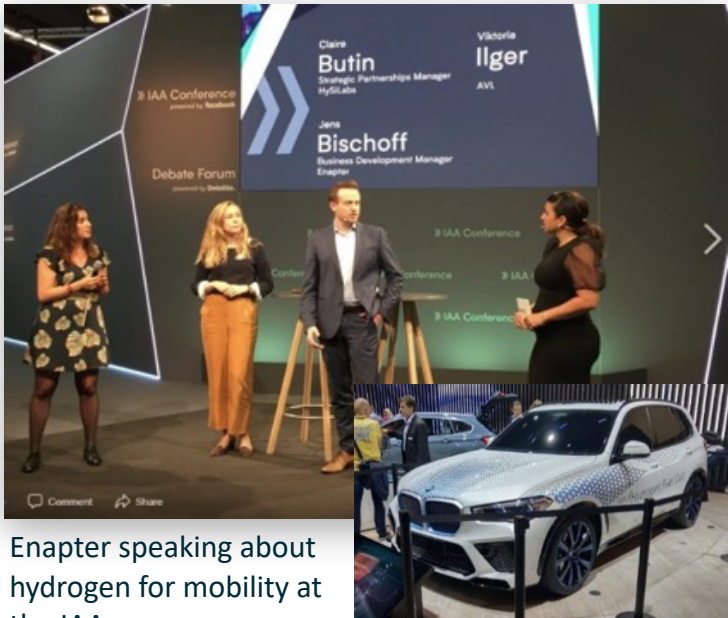
Shell NEW ENERGY CHALLENGE  
Amsterdam — 14.10.2018



Winner Start Up Award German Energy Agency  
(dena) Berlin — 08.04.2019



Winner Handelsblatt  
Energy Awards "Industry"  
Berlin — 20.01.2020



Enapter speaking about  
hydrogen for mobility at  
the IAA



Enapter speaking at the World Energy Congress 2019. We met several  
high-level contacts such as the Energy Minister of UAE



Forbes

30  
UNDER  
30

Start Up  
Energy Transition

NEW  
ENERGY  
CHALLENGE

Handelsblatt  
ENERGY  
AWARDS

pv magazine

pv magazine  
HIGHLIGHT  
2020  
STORAGE  
CLEANTECH WINNER



SEAL OF  
EXCELLENCE



**Enapter**