



Оптические сенсоры постоянного тока
для электролизной промышленности



1 Научно-Технический Центр

- **Дата основания:** Декабрь 2010
- **Акционер:** АО РОСНАНО
- **УК:** 863 000 000 руб.
- **Продукция:** Оптические измерительные трансформаторы тока на основе эффекта Фарадея, электронные трансформаторы напряжения и комбинированные трансформаторы до 750 кВ
- **Назначение:**

Измерение постоянного тока до 600 кА DC

Измерение переменного тока до 190 кА AC

Оптические трансформаторы тока для Цифровых подстанций МЭК-61850-9-2 (AC, HVDC)



Олег Рудаков
Генеральный директор



Давид Кишиневский
Зам. Генерального директора



Максим Янин
Технический директор



к.ф.-м.н. Николай Старостин
Директор ИЦ



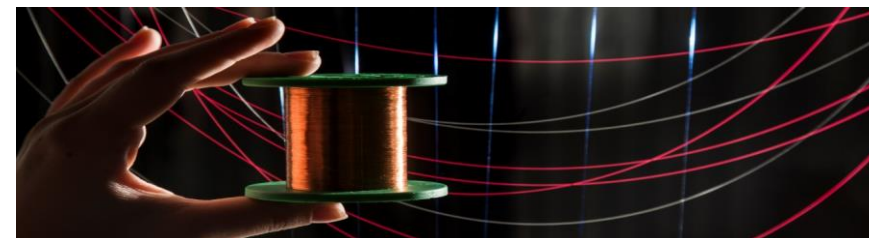
к.ф.-м.н. Пржиялковский Ян
Начальник оптико-измерительной лаборатории



■ **Производство и офис:** Москва, Россия



■ **НТЦ:** Инновационный центр «Сколково», Москва, Россия





Научно техническая база и НТЦ Профотек

■ Ключевые моменты развития оптических технологий АО «Профотек»:

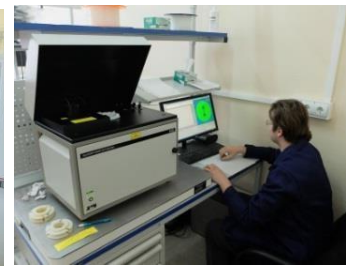
- 1975 Институт физики РАН и Институт радиотехники и электроники (ФИРЭ) разрабатывают анизотропное, поляризующее и магнито-чувствительное волокно – «spin-волокно»

- 2002 NxtPhase поставила первые оптические трансформаторы в сети в качестве пилотных проектов

- 2005 ФИРЭ приступает к исследованиям, когда первые оптоволоконные трансформаторы уже работали в США.

- 2010 В Москве, создается «Профотек» – производитель серийных оптических измерительных трансформаторов тока.

- 2020 «Профотек» встаёт в один ряд с производителями трансформаторов как ABB, Alstom и Artech





Преимущества оптических трансформаторов



№	Параметр	Шунты	Датчик Холла	Оптический сенсор Фарадея
1	Температурный диапазон	-40°C... +50°C	-30°C... +50°C	-40°C ... +60°C
2	Диапазон измерений постоянного тока DC	≤ 15 kA	≤ 600 kA	≤ 600 kA
3	Класс точности прибора	0.5-1.0 %	0.2-1%	≤ 0.1 %
4	Длина кабельной трассы	-	...	Не ограничена, м
5	Габариты шины	240×310×100 мм	любые	любые
6	Независимость от температуры окружающей среды	✗	✗	✓
7	Иммунность к сторонним ЭМ полям	✗	✗	✓
8	Отсутствие обязательно калибровки на месте	✗	✗	✓
9	Отсутствие точного позиционирование датчика	✗	✗	✓
10	Вариация выходных интерфейсов	75mV	0-5 V 4-20 mA	0-1V 1..10kHz Импульсный 0..20 mA Modbus Сухой контакт
11	Мобильная версия прибора	✗	✗	✓
12	Межповерочный интервал, лет	2	2	8
13	Наработка на отказ, лет	99000	100000	138000
14	СПИ, лет	12	5	25



ПРИБОР: ТРАНСФОРМАТОР ТОКА ЭЛЕКТРОННЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ

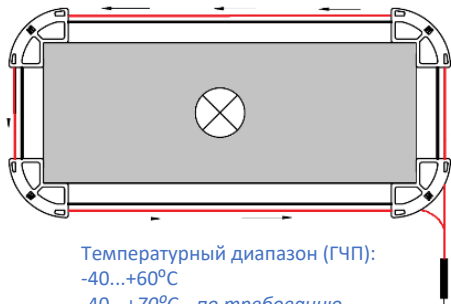
С ГИБКИМ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ (ТТЭО-Г-П)

ТТЭО-Г-П



Варианты выходов

Температурный диапазон (ЭОБ):
+10...+40°C



Температурный диапазон (ГЧП):
-40...+60°C
-40...+70°C – по требованию

ЭОБ – Варианты исполнения интерфейсов	
FREQ	3 x Частотный выход (1..10kHz)
	1 x Миллиамперный выход (0..20mA - 0.2%)
	1 x Modbus
	1 x Импульсный интегральный выход (Nimp/kA*s)
	Частота обновления прил.: 40mS
mA	4 x Миллиамперный выход (4..20mA – 0.2%)
	1 x Modbus
	3 x Сухой контакт: Перегрев
	Перегрузка
	Обратный ток
	Частота обновления прил.: 40mS
FAST	2 x Частотный выход (10kHz)
	2 x Миллиамперный выход (0-20..mA - 0.2%)
	1 x Modbus
	1 x Выход низкого напряжения (0-1V 0.2%)
	Частота обновления прил.: 0.5mS
МЭК-61850-9-2	Цифровой стандарт IEC 61850-9-2LE SV
	IEC 61850-8-1
	Частота дискретизации SV80; SV256;
	Синхронизация 1PPS optical. IEEE 1588-2008 (PTPv2);
	Резервирование PRP

ГЧП – гибкая чувствительная петля	
Номинальный ток DC (Ir)	до 350 kA до 600 kA по запросу
Точность	0.2, 0.1, 0.05



Легкость
монтажа



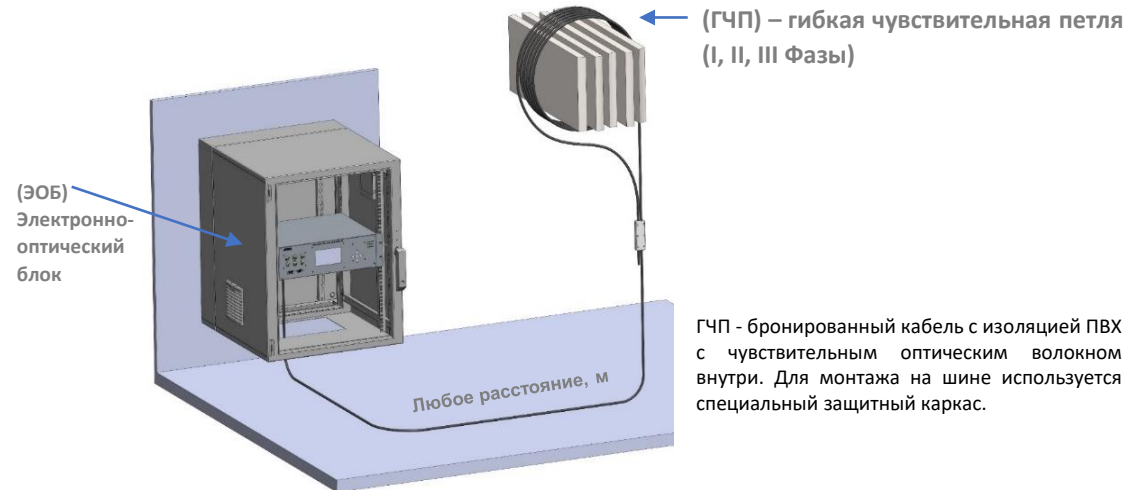
25 лет



Отсутствие
температурного
дрейфа



Независимость к
наведенным ЭМ
полям

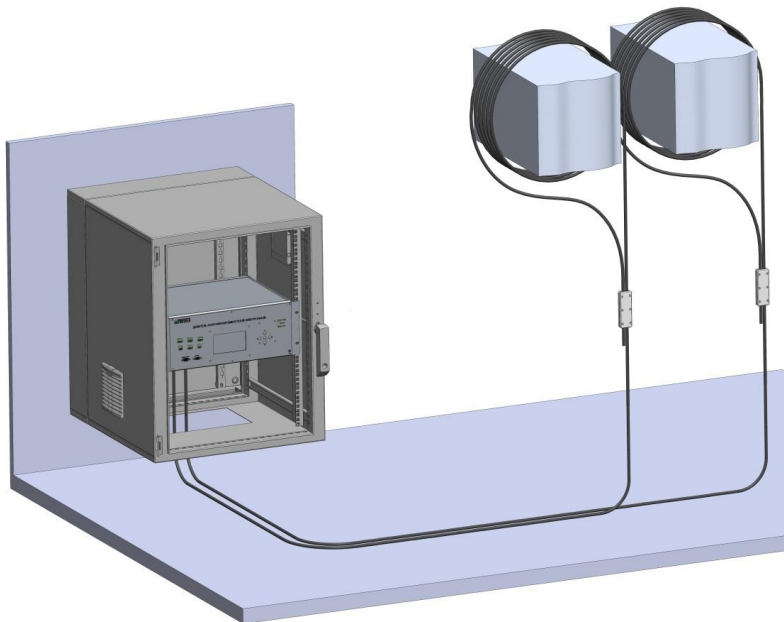


- Универсальность в установке позволяет реализовать целый ряд современных решений для защиты
- Отсутствие эффекта насыщения позволяет повысить эффективность алгоритмов защиты
- Постоянно высокая точность оптических ТТ позволяет обнаружить ряд явлений, недоступных для электромагнитных ТТ
- Возможность высокой частоты дискретизации для записи переходных процессов

Класс защиты	
ГЧП	IP65
ЭОБ	IP20
Электропитание	
Порт 2PS	110V DC или 220V DC или 110V AC или 230V AC
Энергопотребление	150W max
Физические характеристики	
ГЧП и ЭОБ вес	Однофазное исполнение, Вес ≤12 кг
ЭОБ размер	19" корпус, 3U Высота, Габариты: 390×465×220 мм
Кабель	Внешний ø 9.5мм, бронированный кабель, Мин. Радиус сгиба 200 мм



2х сенсорное Решение ТТЭО-Г-П для полного контроля выпрямительного агрегата



ТТЭО – Г – П – 2 – 25кА /200кА – 0.2

Класс точности прибора

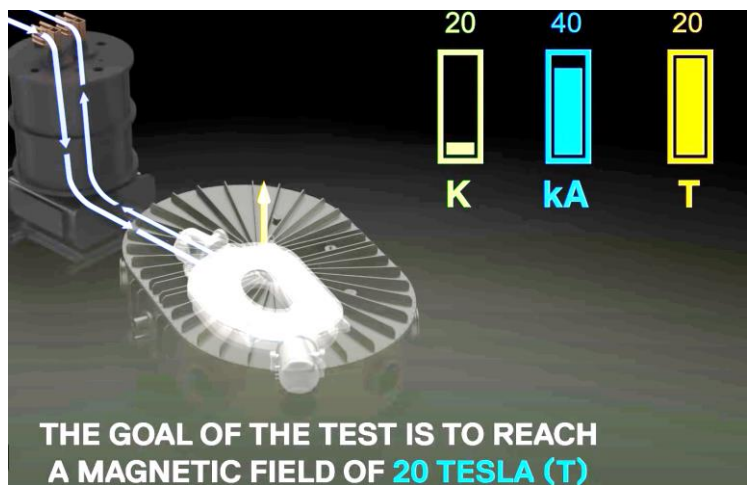
Номиналы тока 1^{го} и 2^{го} сенсора

Кол-во гибких сенсоров

Постоянный ток

с Гибкой чувствительной петлей

Трансформатор тока электронно-оптический



THE GOAL OF THE TEST IS TO REACH
A MAGNETIC FIELD OF 20 TESLA (T)



Massachusetts Institute of Technology

MIT (США)

«SPARK TOKAMAK – Energy Fusion»

Испытание реактора

по синтезу энергии



Мобильное решение ТТЭО-Г-П

Корпуса контейнеров изготовлены из полиэтилена методом ротационного формования, металлическая рама (стойка) монтирована на амортизаторах. Степень защиты по классу IP66 - пыленепроницаемость и защита от прямо направленных струй воды. Температурный диапазон эксплуатации от -65°C до +70°C.

Отличительные особенности:

- 2 съёмные крышки: фронтальная и тыловая
- Приспособление для вертикального складирования
- 2 Ручки для переноски, ролики

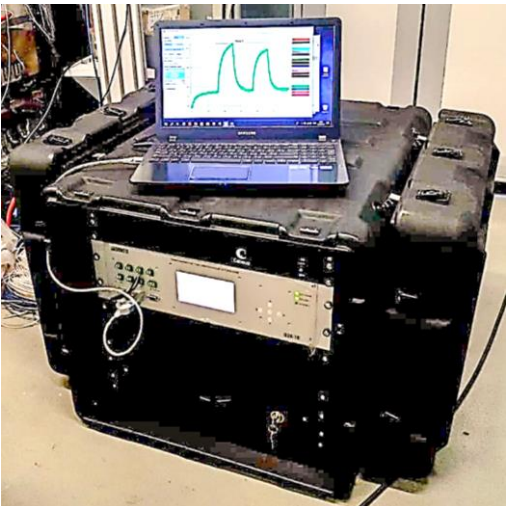


Высота / глубина стойки Unit, mm	Внешние размеры, мм Ш x Г x В	Вес, кг
6U /449	569 x 674 x 375	26 кг

Высота / глубина стойки Unit, mm	Внешние размеры, мм Ш x Г x В	Вес, кг
9U /508	714 x 775 x 584	32

Комплектация:

- | | |
|--------------------|---|
| ▪ ТТЭО-Г-П | 1 шт. (Выходы: FREQ mA FAST IEC-61850-9.2) |
| ▪ ГЧП | 1 шт. (20...25м) |
| ▪ Крепежный каркас | 1 шт. |
| ▪ Ноутбук | 1 шт. (опционально) |
| ▪ Переходник MOXA | 1 шт. |
| ▪ Защитный корпус | 1 шт. (Версии: 6U 9U) |





Решения для хлорной промышленности



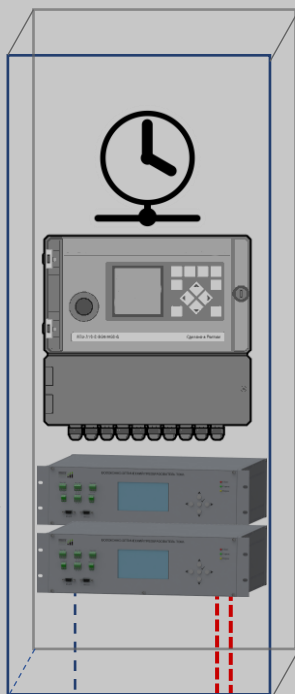
- АРМ Диспетчера
- АСУТП
- 1. Ток каждого плеча ВА
- 2. Суммарный ток Серии

СОЕВ

УСПД

Электролизер №1

Электролизер №2

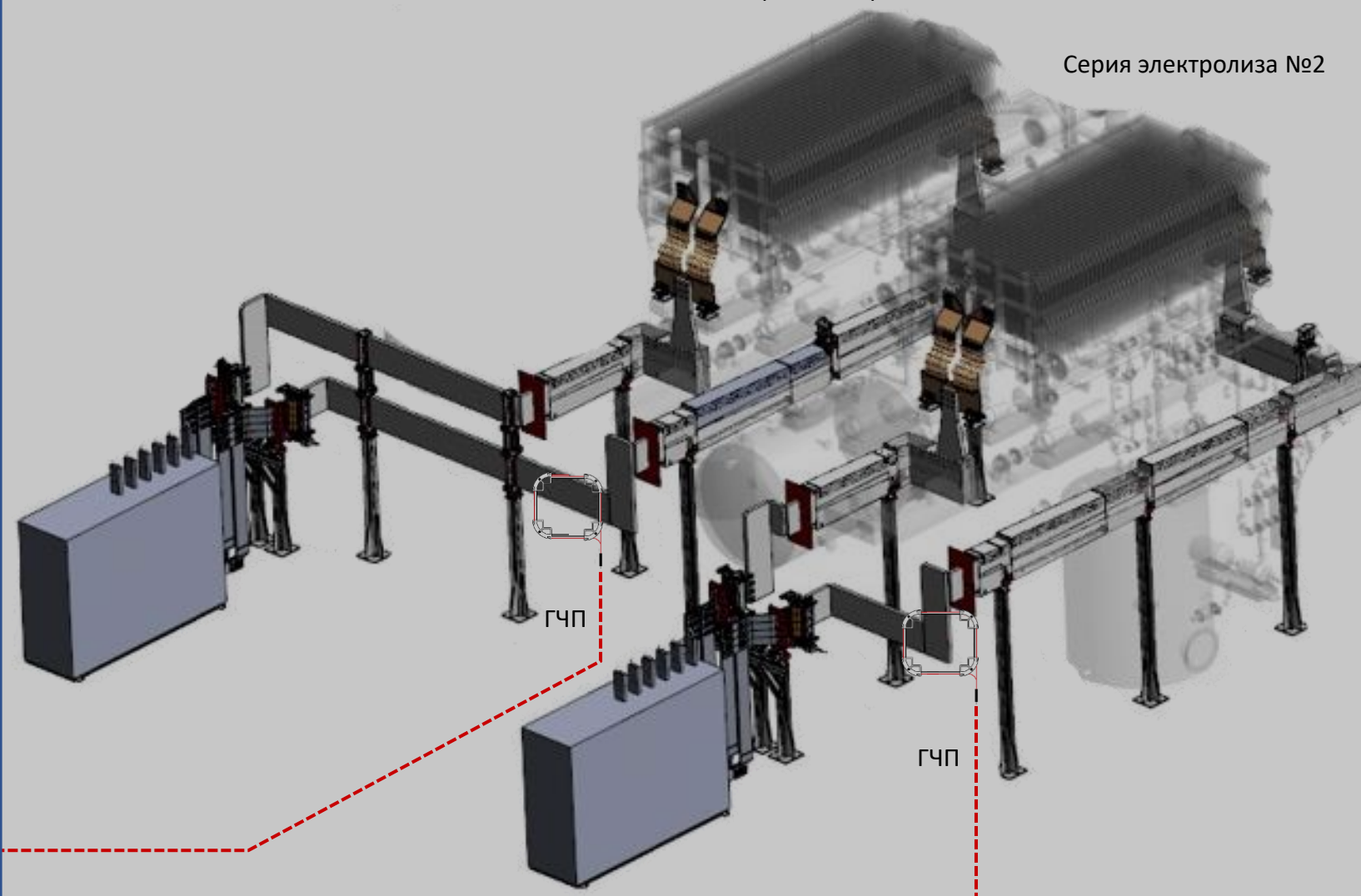


Диспетчерская

до 1200 м

Серия электролиза №1

Серия электролиза №2



Цех



Эффекты от применения и Экономика

Эксплуатация

- A. Повышение производительности по **CL** за счет более оптимальной настройки режима ВА
- B. Экономия из-за исключения времени ремонта и вынужденных простоев за счет надежности оптической системы измерения
- C. Возможность резервирования системы измерения путем внедрения логического модуля переключения измерительных каналов
- D. Уход от шунтов и сумматоров, как вследствие упрощение системы и повышение её класса точности и надежности
- E. Удобство мониторинга производительности выпрямительного агрегата и электролизеров на АРМ диспетчера
- F. Официальное средство измерения с интервалом поверки 1 раз в 8 лет.

За счет снижения простоев при оптической системе измерений
Расчетные данные

Т – Фонд времени

Тк - календарный	8760	час/год	365д*24ч
Ткап - Время капремонтов	672	час/год	28 суток регламентированного ремонта
Трем - Время ремонтов СИ	8	час/год	ориентировочно
Твын. Прост. - Время ремонтов из-за выхода из строя СИ	8	час/год	ориентировочно
Тэ0 - эффективный базовый	8072	час/год	Тэ0=Тк-Ткап-Трем-Твын. Прост.
Тэ1 - эффективный расчетный	8088	час/год	Трем и Твын. Прост.= 0 час тк оптическая СИ выходы из строя близки к 0

Q – объем производства

V - производительность электролизера	14,3	тонн/Час
Q0 - производительность базовая	115429,6	тонн/год
Q1 - производительность расчетная	115658,4	тонн/год

$$Q = Tэ * V$$

В – выручка (Каустик)

B0 - выручка базовая	4 040 036 000 Р	Р/год
B1 - выручка расчетная	4 048 044 000 Р	Р/год

$$B = Q * P$$

ΔB - прирост выручки	8 008 000 Р	Р/год
-----------------------------	--------------------	--------------

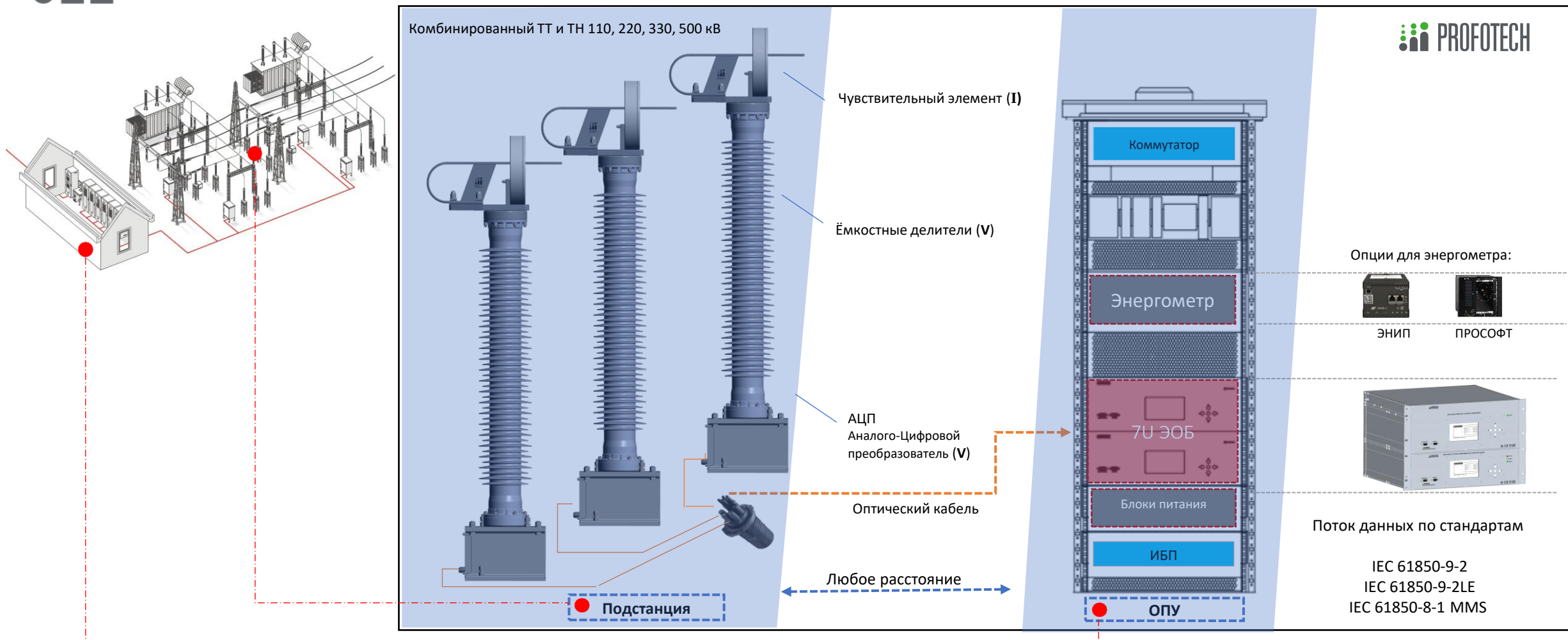
за счет увеличения фонда рабочего времени из-за отсутствия простоев и ремонтов

Срок окупаемости приборов от 1 до 3 лет





Коммерческий учет энергопотребления



Показательный пример реализации цифрового коммерческого учета на электролизном производстве первичного алюминия на заводе РУСАЛ-КраЗ, г. Красноярск. Было установлено собственных 6 точек коммерческого учета, в 2019 году, которые демонстрируют экономию в размере 4 млн. руб. ежемесячно на оплату электроэнергии. Из-за повышения точности измерения фактического энергопотребления

Для традиционных трансформаторов и измерителей, суммарная погрешность ИИК составляет порядка 2.5% и более, тогда как Оптического цифрового 0.4% (Классы точности для ЦТН= 0,2 и ЦТТ0.2S).





Список реализованных проектов с ТТЭО-Г-П

№ Производство

- 1 РУСАЛ Красноярск
- 2 РУСАЛ Братск
- 3 РУСАЛ Саяногорск
- 4 РУСАЛ Новокузнецк
- 5 РУСАЛ Иркутск
- 6 РУСАЛ Кандалакша
- 7 РУСАЛ Богучаны
- 8 РУСАЛ Тайшет
- 9 РУСАЛ Кубал
- 10 ВСМПО-АВИСМА
- 11 Норникель
- 12 KAZZINC
- 13 ERG
- 14 РусВинил

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

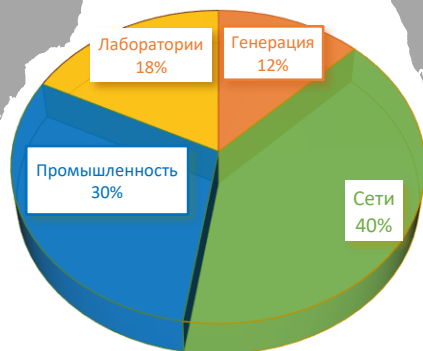
Mg/Ti

Ni

Zn

AL

Cl



В целом оборудование Профотек эксплуатируется в **9 странах** и более чем на **50 объектах**.



Опыт на применения на объектах



КЭЗ
Павлодар



РУСАЛ
Красноярск



РУСАЛ
Братск





ПРОФОТЕК®
профессиональные
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ



109316, г. Москва, Волгоградский просп. д.42



+7 (495) 775-83-39



+7 912 257 82 66 Шевченко Анатолий



info@profotech.ru

www.profotech.ru

