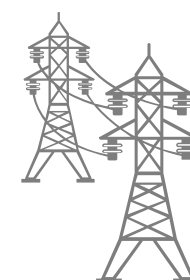
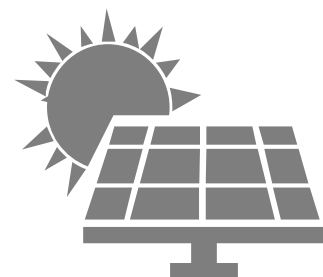
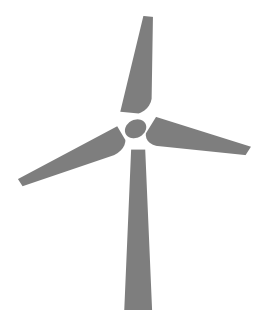




# CAMLIN

Ваша эффективность - наши технологии

## ОПЫТ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОМ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ЧЕРЕЗ МОНИТОРИНГ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ И МАГНИТНОГО ПОТОКА РОТОРА





# ПРОЕКТ С EP PRODUZIONE



**EP Produzione** является генерирующей компанией в Италии (общая мощность генерации в стране 4.3 ГВт), которая инвестирует в системы мониторинга и цифровизации. Этот проект охватывает 3 тепловые электростанции, оснащенные 10 генераторами двух разных марок.

Машины были оснащены системами мониторинга частичных разрядов и магнитного потока ротора; 3 машины имели проблемы с вибрацией лобовых частей обмотки, поэтому эти 3 машины также были оснащены системой мониторинга вибрации лобовых частей обмотки статора.

**EP Produzione** входит в состав чешского энергетического холдинга EPH GROUP, который владеет и управляет энергетическими предприятиями в Чехии, Словакии, Германии, Италии, Великобритании, Польше и Венгрии. Деятельность холдинга охватывает генерацию электроэнергии, транспортировку, хранение и распределение натурального газа. Ключевой транспортер российского газа в Европе. Общая мощность генерации в Европе 105 ТВт (6-е место в Европе).

Ваша эффективность - наши технологии

# ПАРК ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ EP PRODUZIONE

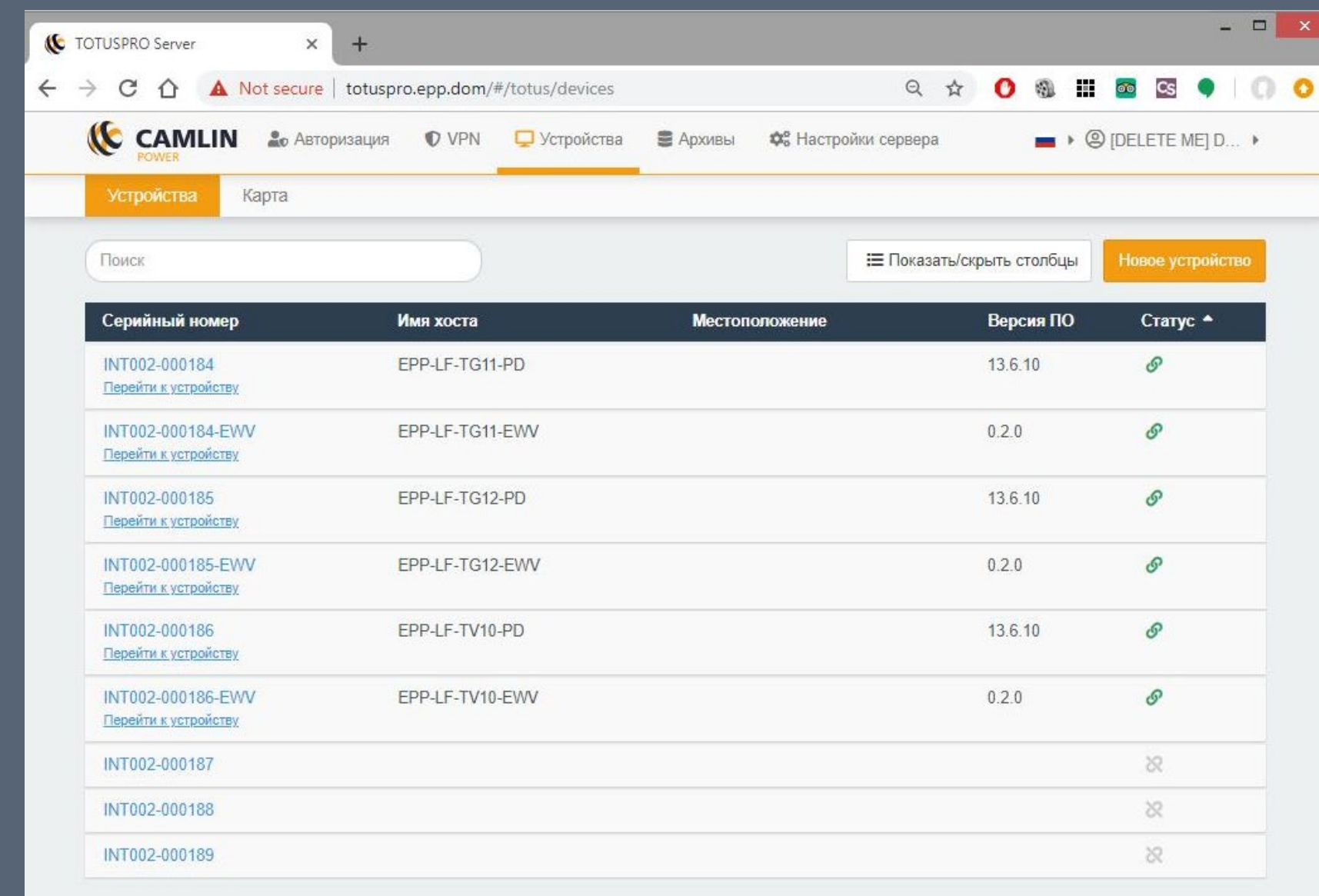
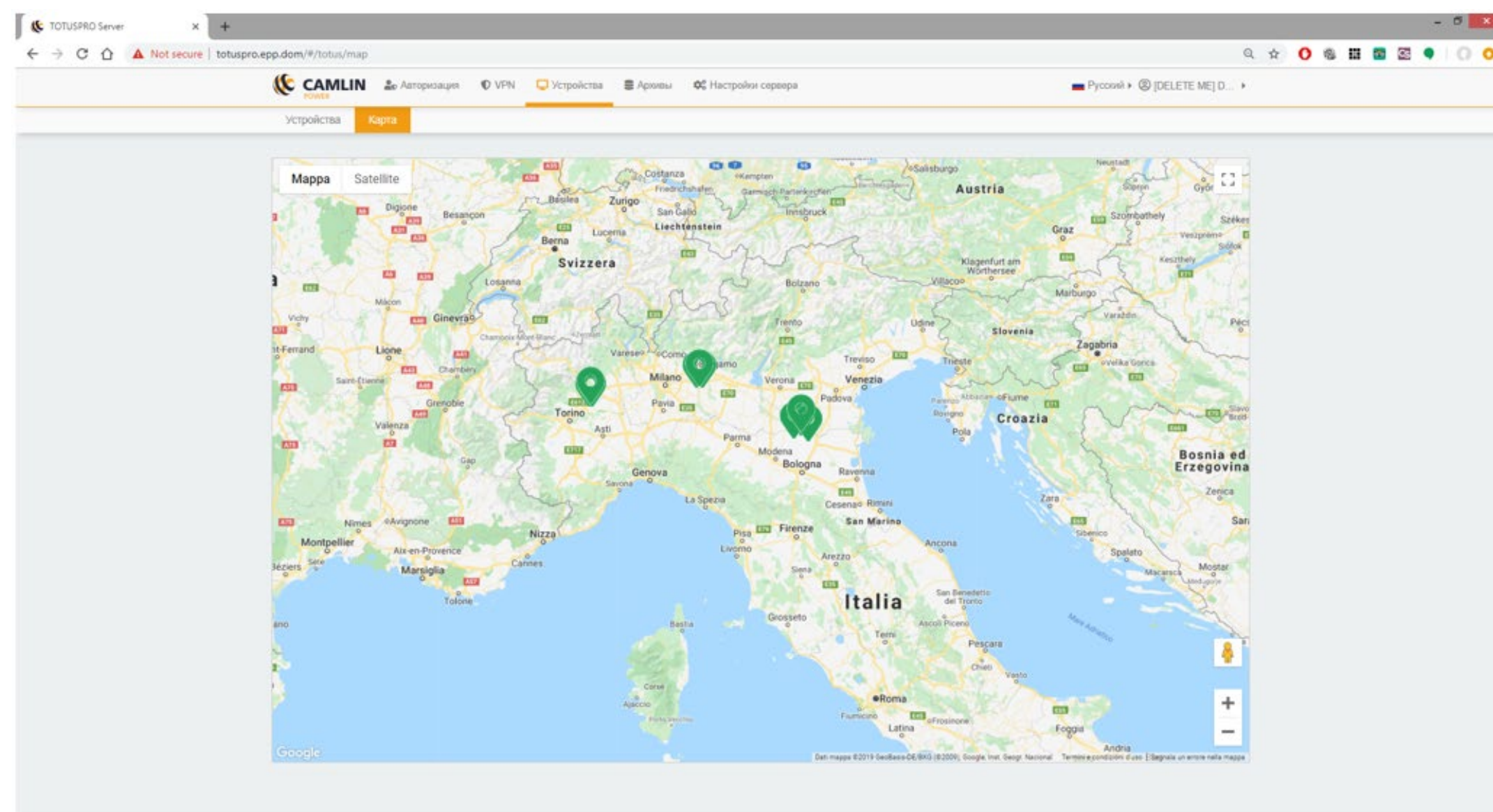
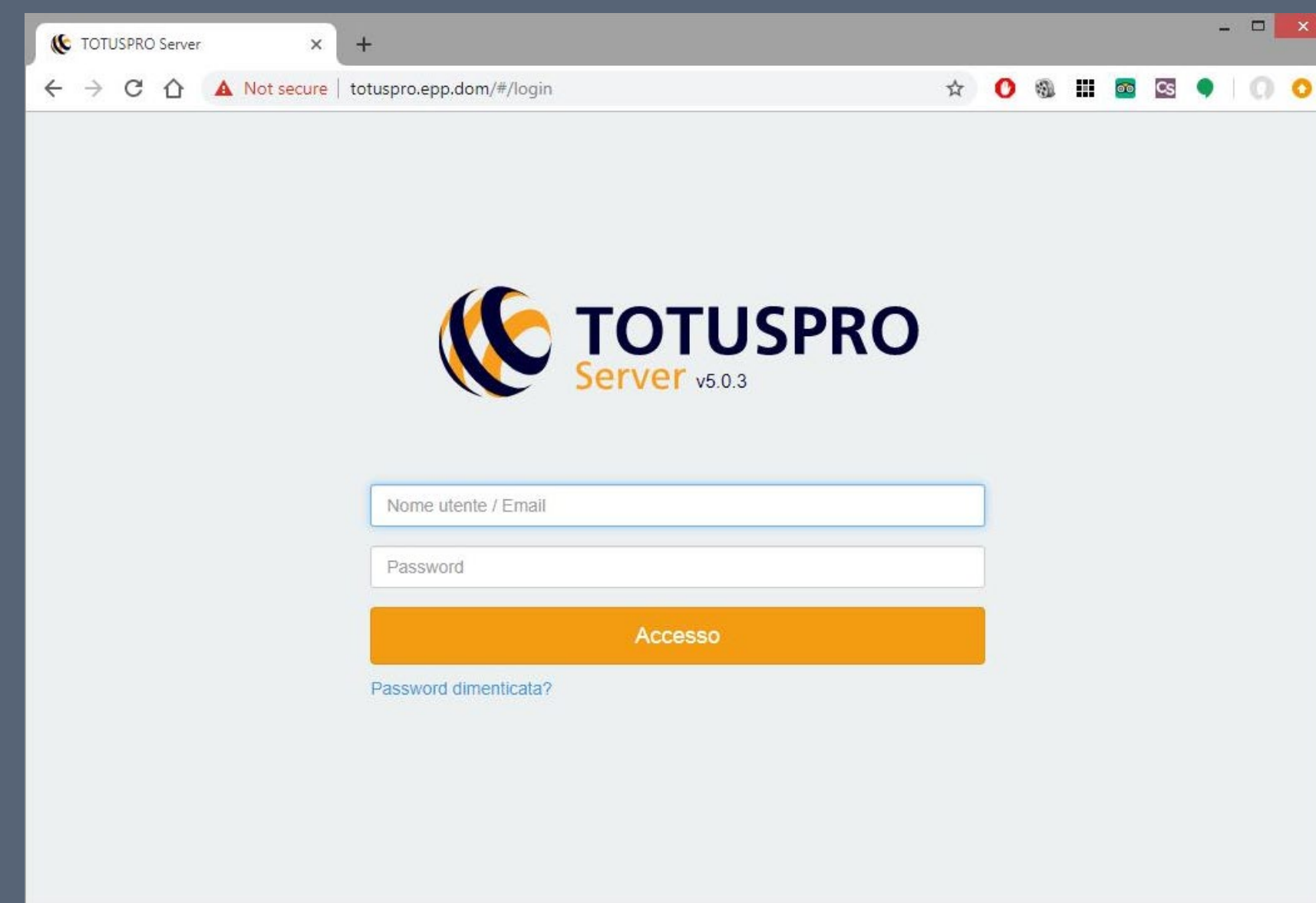
№	Машина	Местоположение	Год выпуска	Мощность, МВА	Охлаждение*
1	TV10	Livorno Ferraris	2007	296	Воздушное
2	TG11	Livorno Ferraris	2007	300	Воздушное
3	TG12	Livorno Ferraris	2007	300	Воздушное
4	TV5	Tavazzano	1979	370	Водяное, водородное
5	TGA	Tavazzano	2003	318	Водородное
6	TGB	Tavazzano	2003	318	Водородное
7	TV1	Ostiglia	1966	370	Водородное, Водородное
8	TGA	Ostiglia	2002	318	Водородное
9	TV2	Ostiglia	1973	370	Водородное, Водородное
10	TGC	Ostiglia	2002	318	Водородное

\* - если указано 2 типа охлаждения, то первое относится к прямому охлаждению, второе к непрямому.  
Если указан один тип охлаждения, это относится к прямому охлаждению.  
Прямое охлаждение относится к обмоткам статора. Непрямое – к машине целиком.



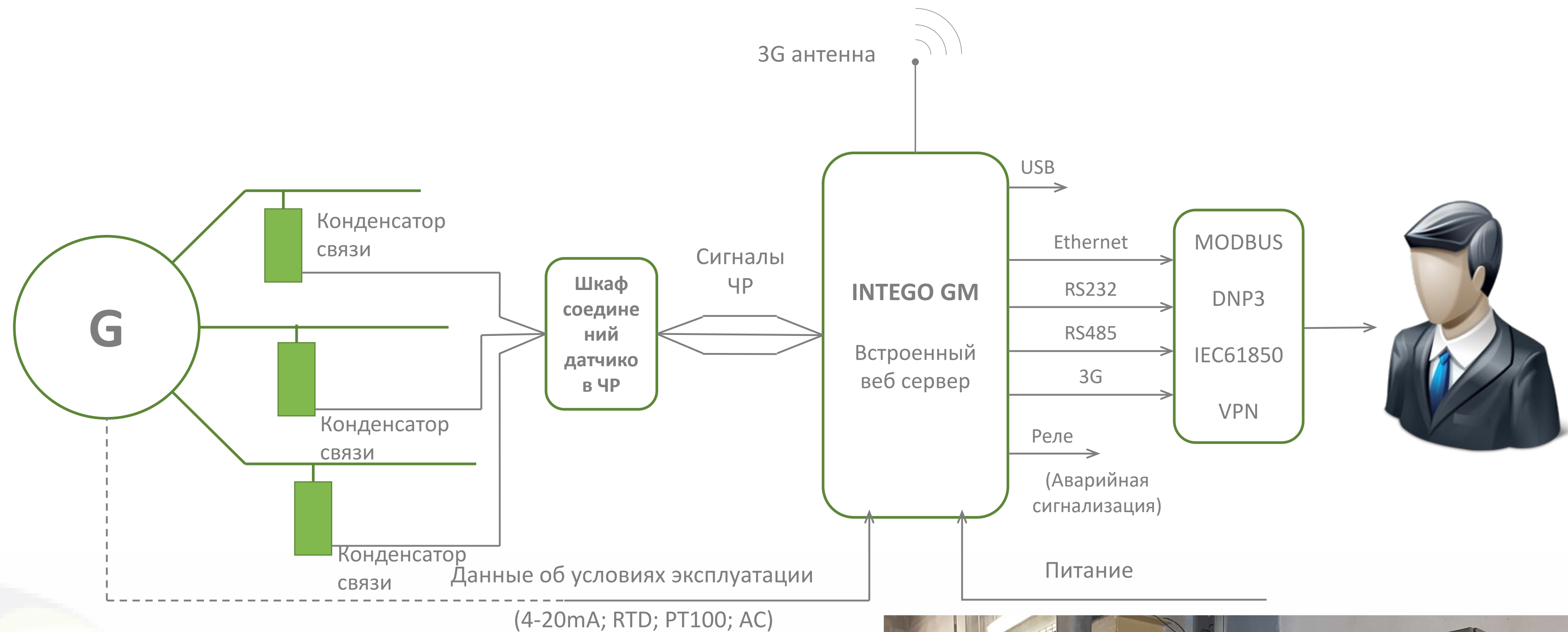
# СЕРВЕР TOTUSPRO

- ☪ Системы мониторинга подключены к корпоративной сети предприятия
- ☪ В головном офисе предприятия развернут сервер TOTUSPRO
- ☪ Все данные от систем мониторинга, включая состояние аварийной сигнализации, доступны через web
- ☪ Email-оповещения о срабатывании аварийной сигнализации





# АРХИТЕКТУРА INTEGO GM



Внешние входы:  
3 токовых петли  
4 температуры  
1 АС  
6 цифровых

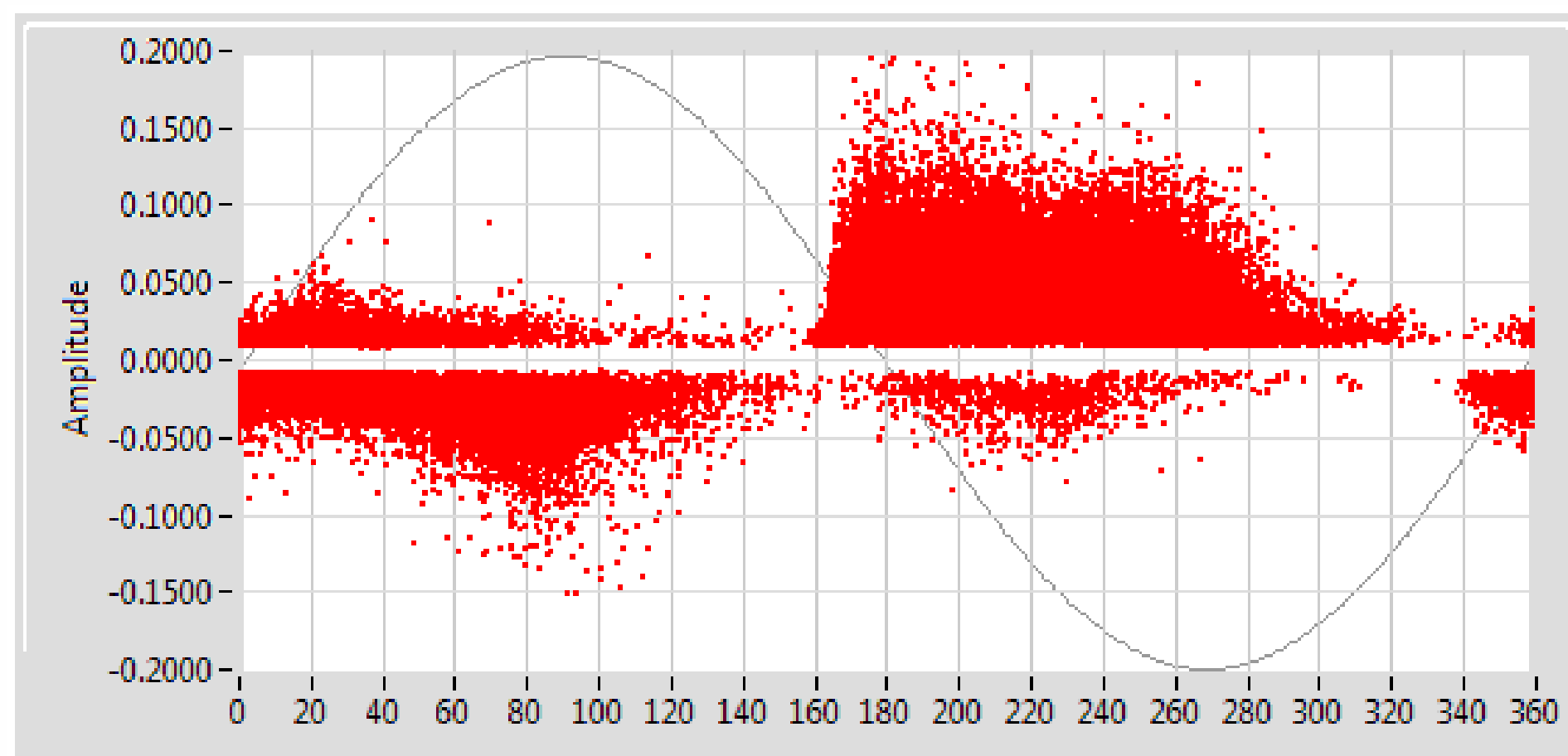
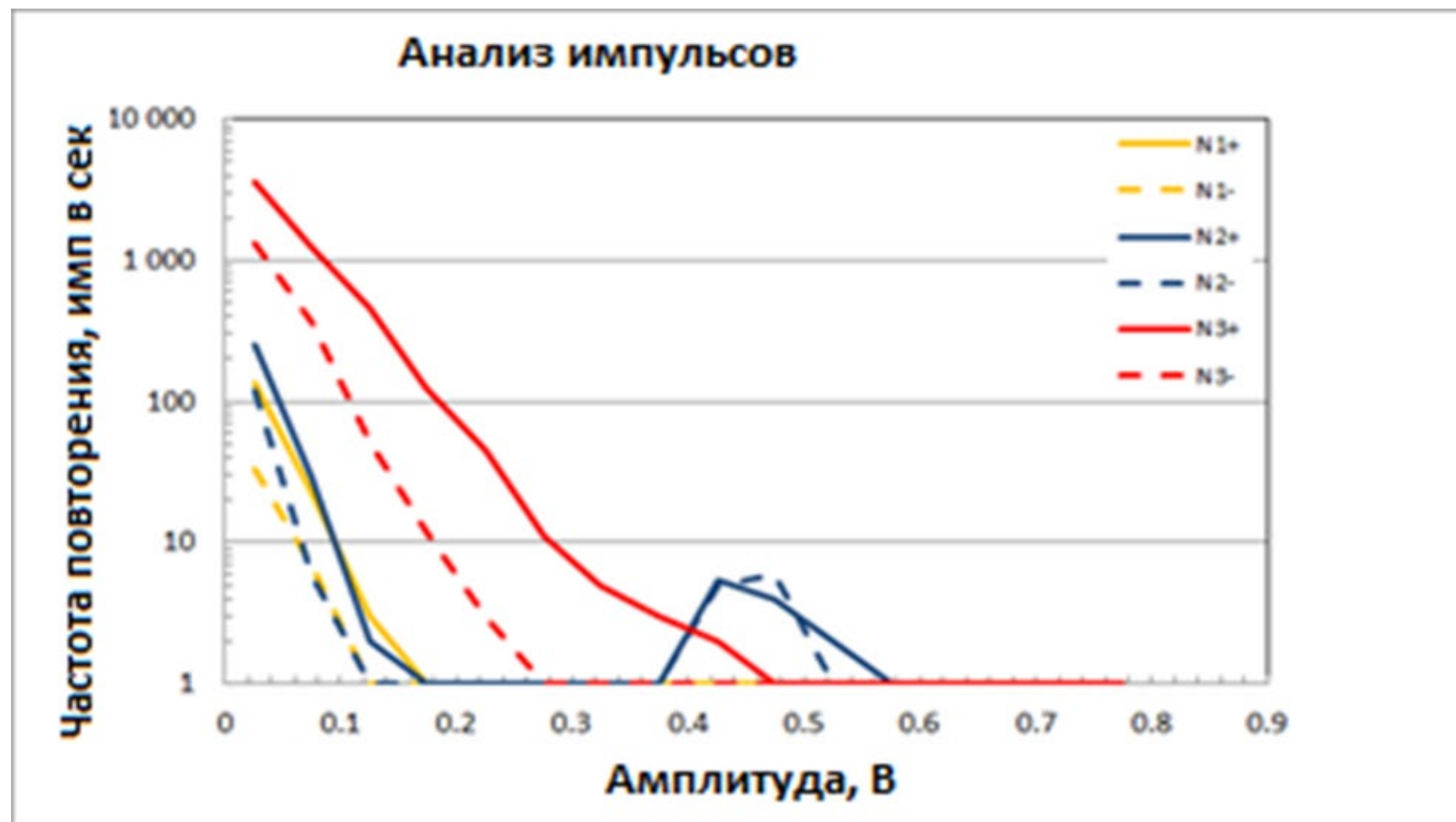
Активная мощность  
Температура обмотки  
Влажность  
...



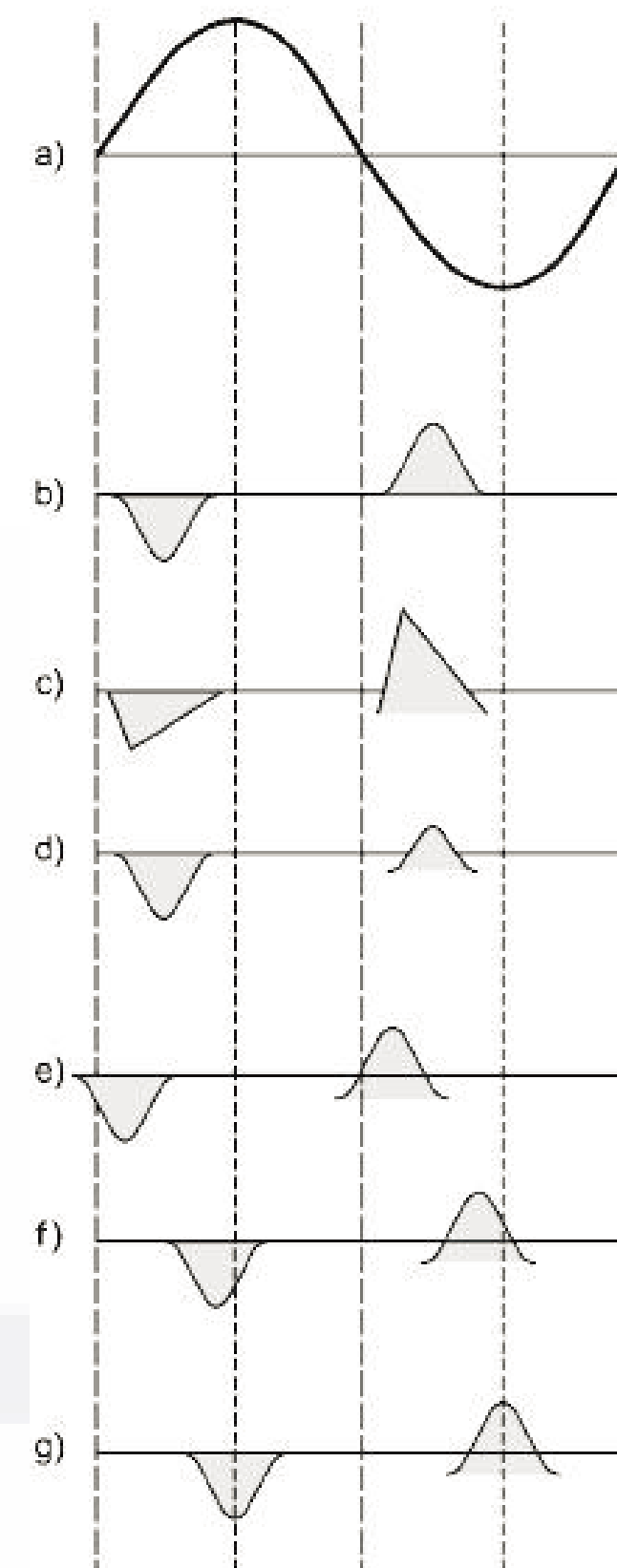
Ваша эффективность - наши технологии

# МОНИТОРИНГ ЧР

- Счетчик Стартов/Стопов
- Наработка часов
- $Q_{\max}$
- Частота повторения
- $N_{qN+}$ ,  $N_{qn-}$
- $Q_{m+}$ ,  $Q_{m-}$



Определения доступны в  
ГОСТ IEC/TS 60034-27-2-2015



Ваша эффективность - наши технологии

# СТАНДАРТЫ:

IEC 60034-27-2

IEEE Std 1434

ГОСТ IEC/TS 60034-27-2-2015

**ГОСТ IEC/TS 60034-27-2-2015 Машины электрические  
вращающиеся. Часть 27-2. Измерения частичного  
разряда на изоляции статорной обмотки включенных в  
сеть вращающихся электрических машин**

ГОСТ IEC/TS 60034-27-2-2015

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ

Часть 27-2

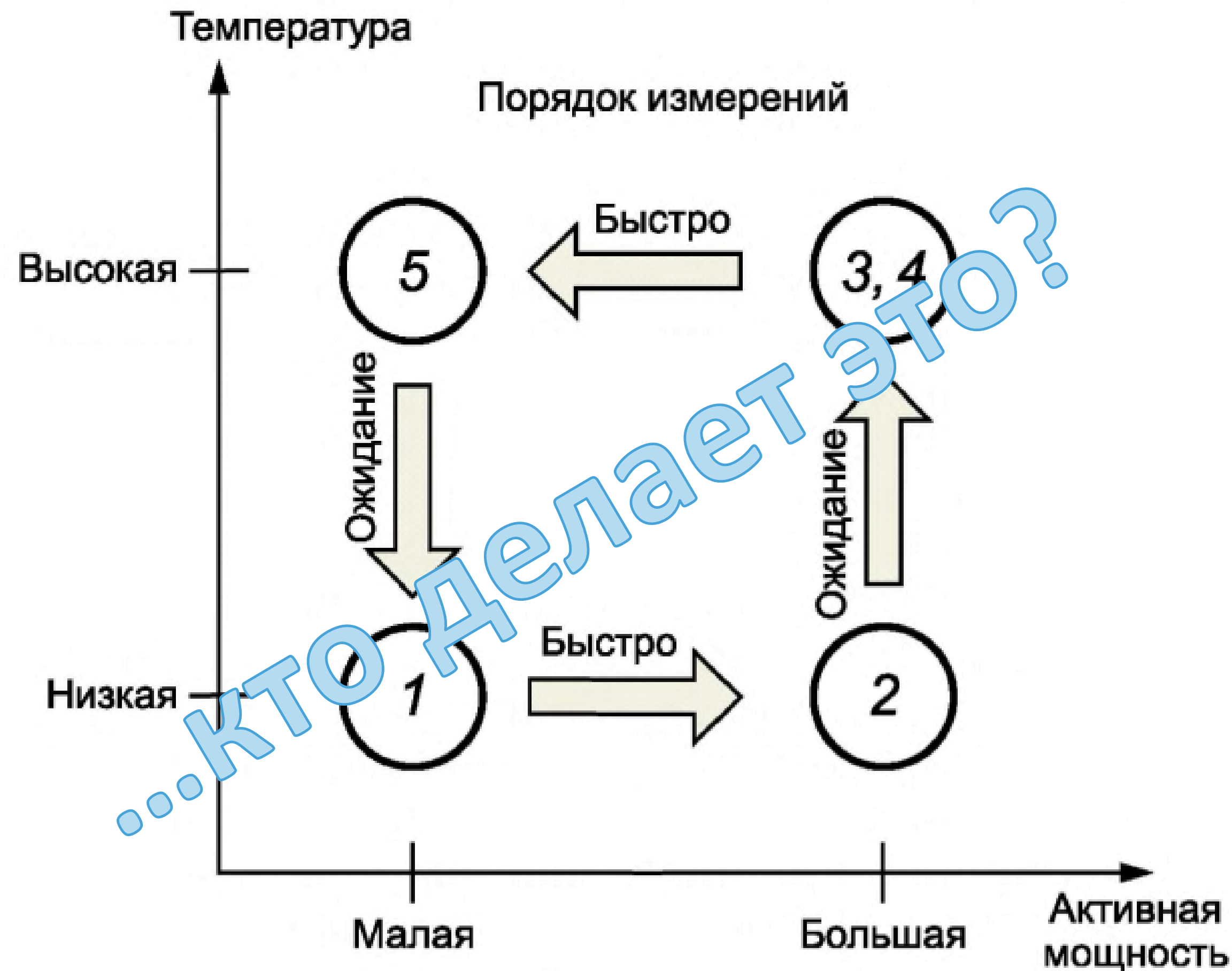
Измерения частичного разряда на изоляции статорной обмотки  
включенных в сеть вращающихся электрических машин

Rotating electrical machines. Part 27-2. On-line partial discharge  
measurements on the stator winding insulation of rotating electrical  
machines

**Частичные разряды могут сильно  
зависеть от условий эксплуатации**

- 🌀 Образование расслоений и микропор при воздействии температуры (обратная зависимость)
- 🌀 Состояние полупроводникового покрытия от температуры (прямая зависимость)
- 🌀 ЧР в пазах в зависимости от нагрузки (прямая зависимость)

# ГОСТ IEC/TS 60034-27-2-2015



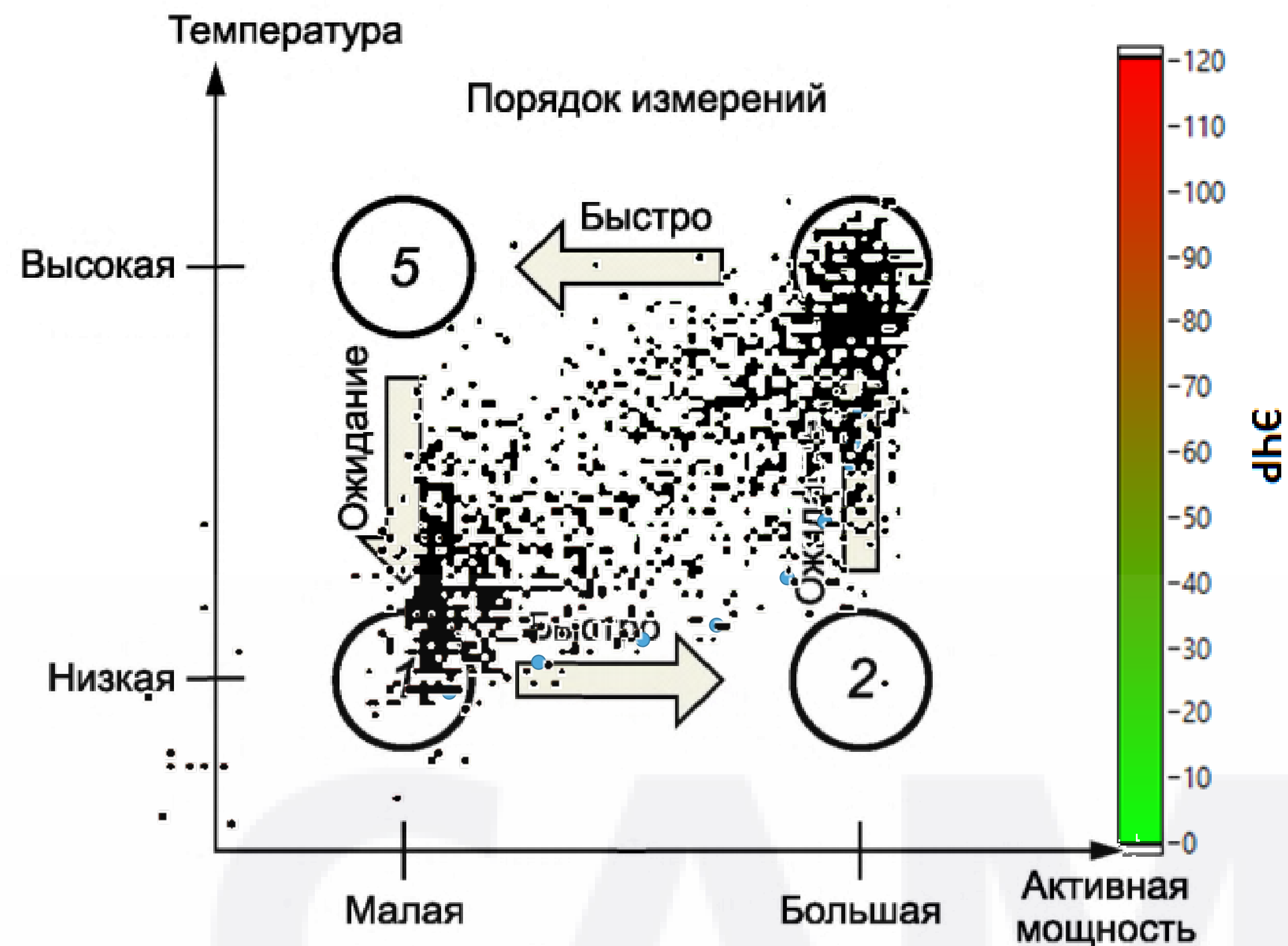
Процедура предусматривает испытание при всех основных сочетаниях нагрузки и температуры

Это позволяет лучше идентифицировать механизмы износа,

**НО...**



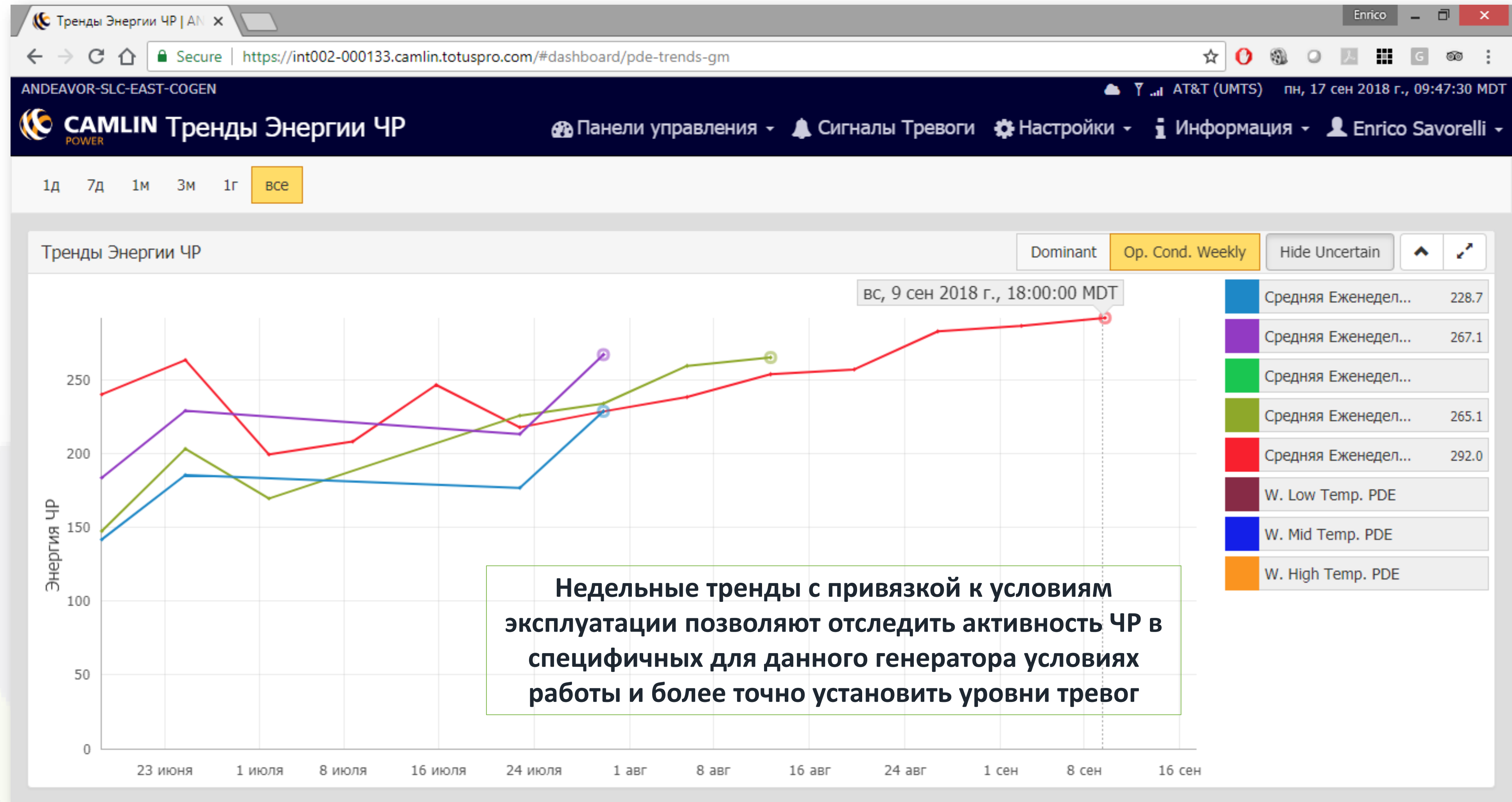
# КАРТА ЭНЕРГИИ ЧР (ЭЧР)



Графический инструмент, показывающий корреляцию между активностью ЧР и условиями эксплуатации

Ваша эффективность - наши технологии

# ПРИМЕР ТРЕНДОВ: ЕЖЕНЕДЕЛЬНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ

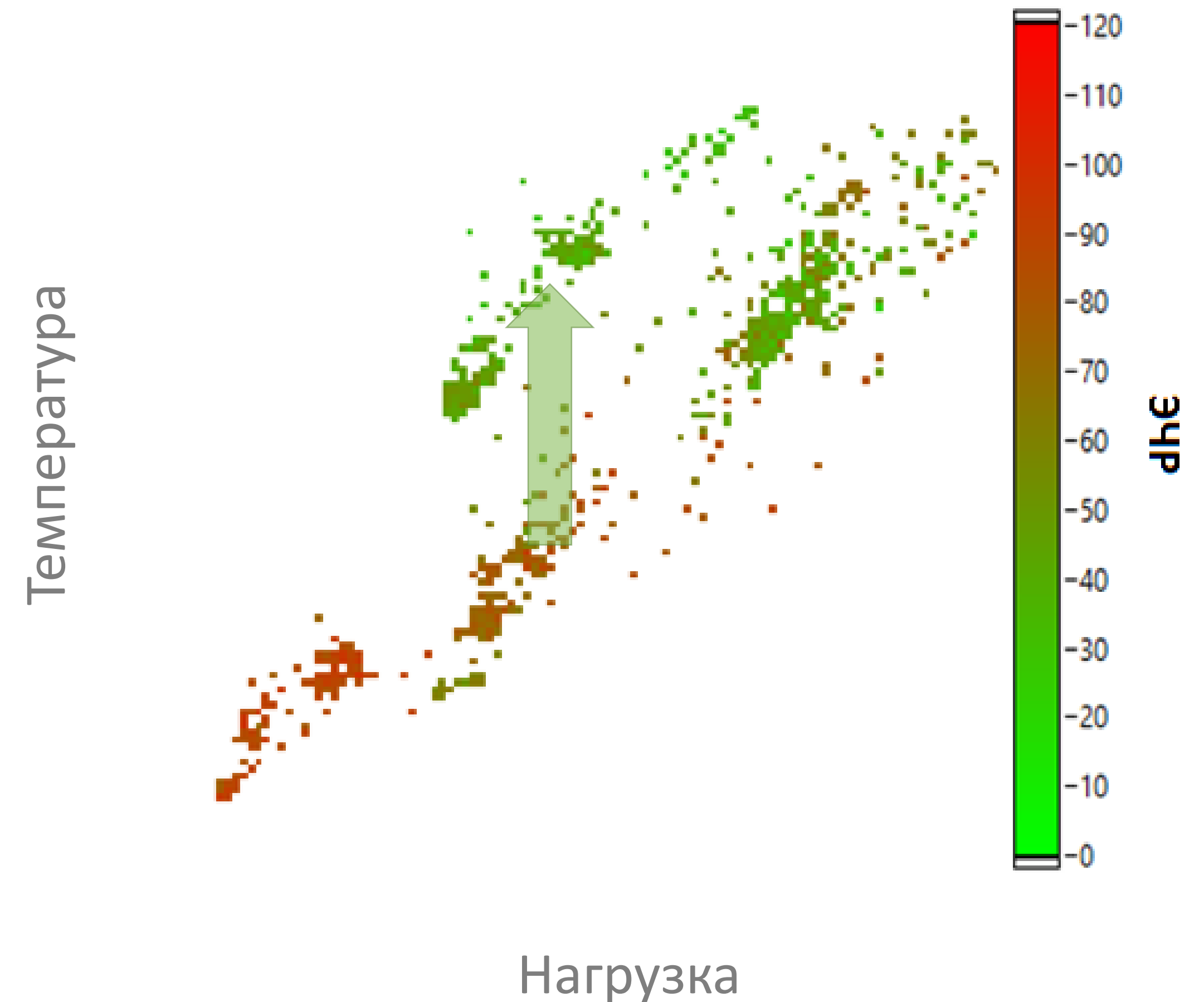


Ваша эффективность - наши технологии



# СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ: ДИАГНОСТИКА

- 200 МВА; 20 кВ; базовая нагрузка, турбо, охлаждение Н2
- В генераторе наблюдается большая активность ЧР при низкой температуре (проблемы с изоляцией стержней)
- Настройки системы охлаждения изменены с целью повышения рабочей температуры
- Точки на графике ЭЧР переместились вверх и стали зелеными!
  - Низкая активность ЧР
  - Меньше деградация изоляции
  - Дольше срок службы
- Нет необходимости в специальных знаниях по ЧР



# ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНИТОРИНГА МАГНИТНОГО ПОТОКА РОТОРА

- ☞ Требования: сигналы магнитного потока и фазового положения
- ☞ Нет необходимости в настройках
- ☞ Однолинейный выходной тренд
- ☞ Доступность данных в формате COMTRADE





# МАГНИТНЫЙ ПОТОК РОТОРА



Ваша эффективность - наши технологии



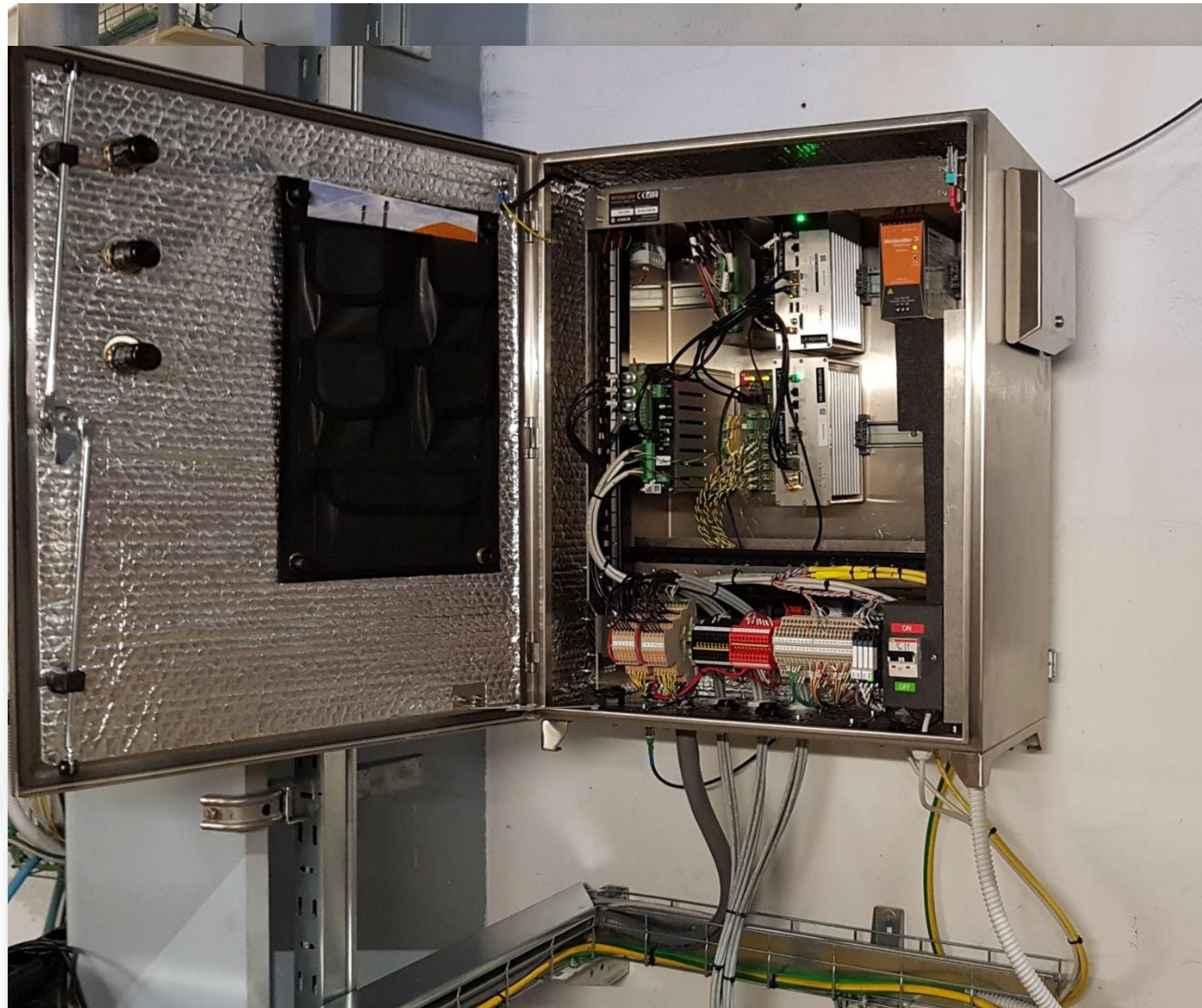
# МОНИТОРИНГ ВИБРАЦИИ ЛОБОВЫХ ЧАСТЕЙ ОБМОТОК СТАТОРА



ЭФФЕКТИВНОСТЬ - НАШИ ТЕХНОЛОГИИ

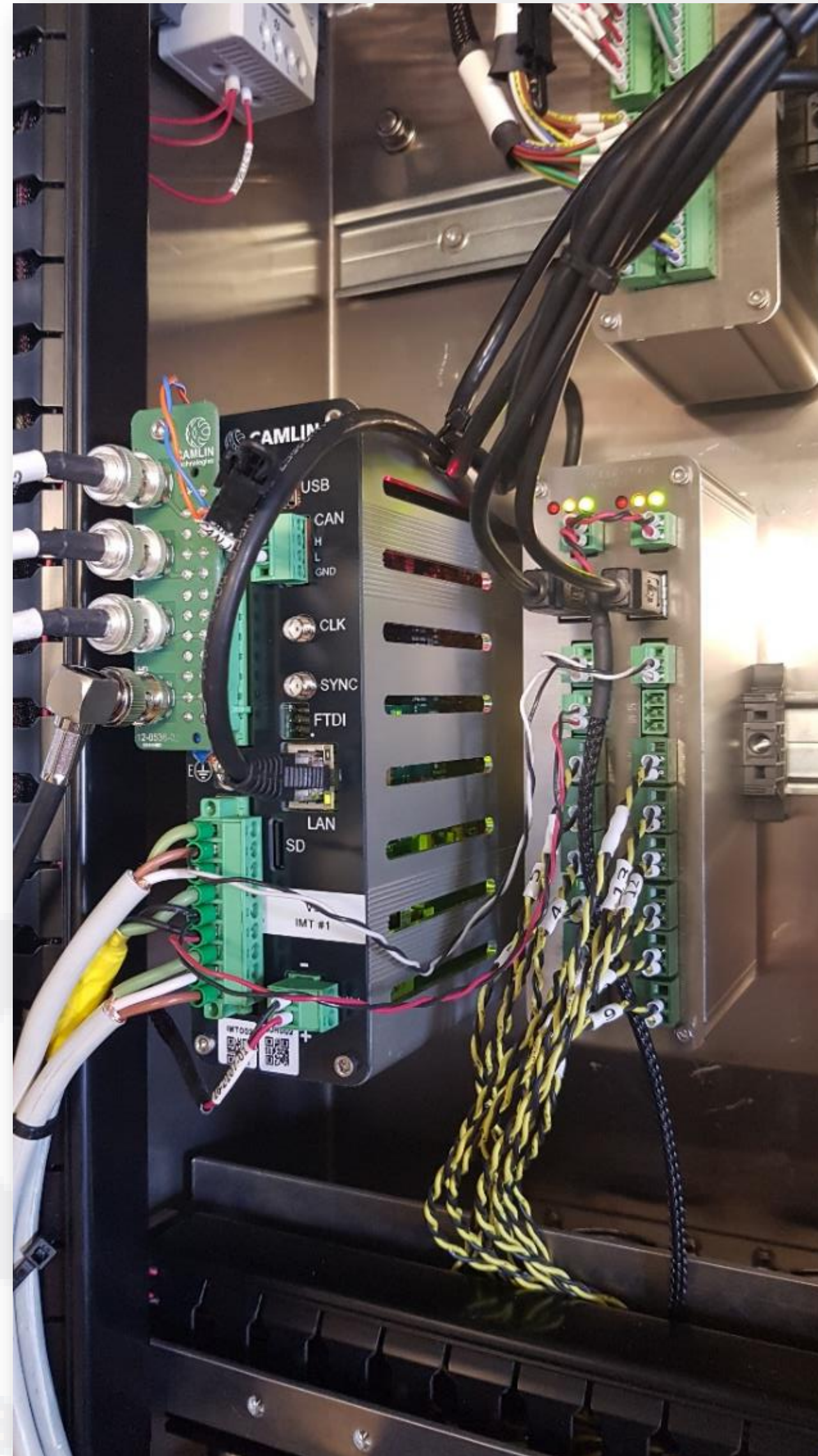


# МОНИТОРИНГ ВИБРАЦИИ ЛОБОВЫХ ЧАСТЕЙ ОБМОТОК СТАТОРА





# МОНИТОРИНГ ВИБРАЦИИ ЛОБОВЫХ ЧАСТЕЙ ОБМОТОК СТАТОРА



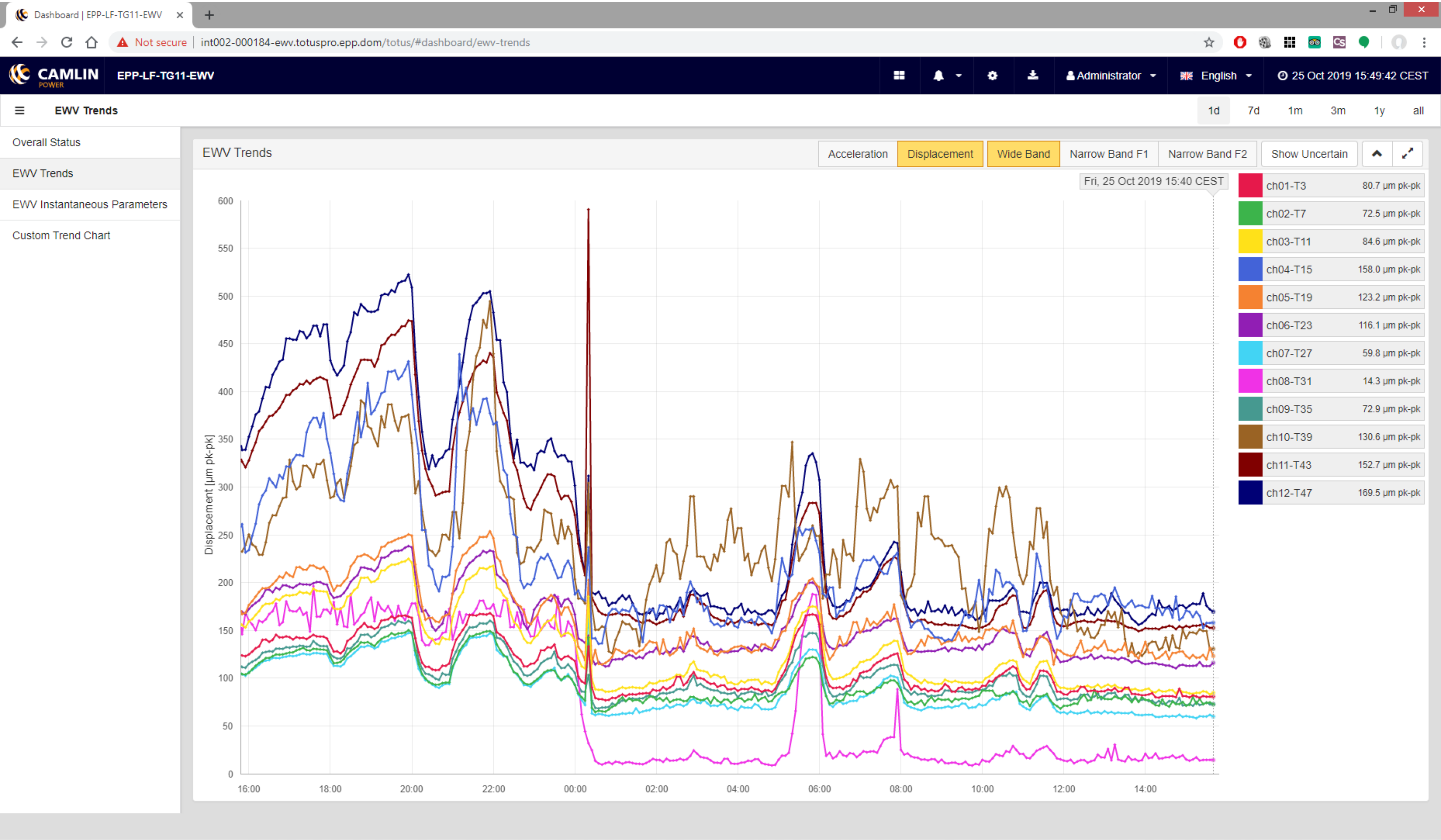
Ваша э

CAMLIN

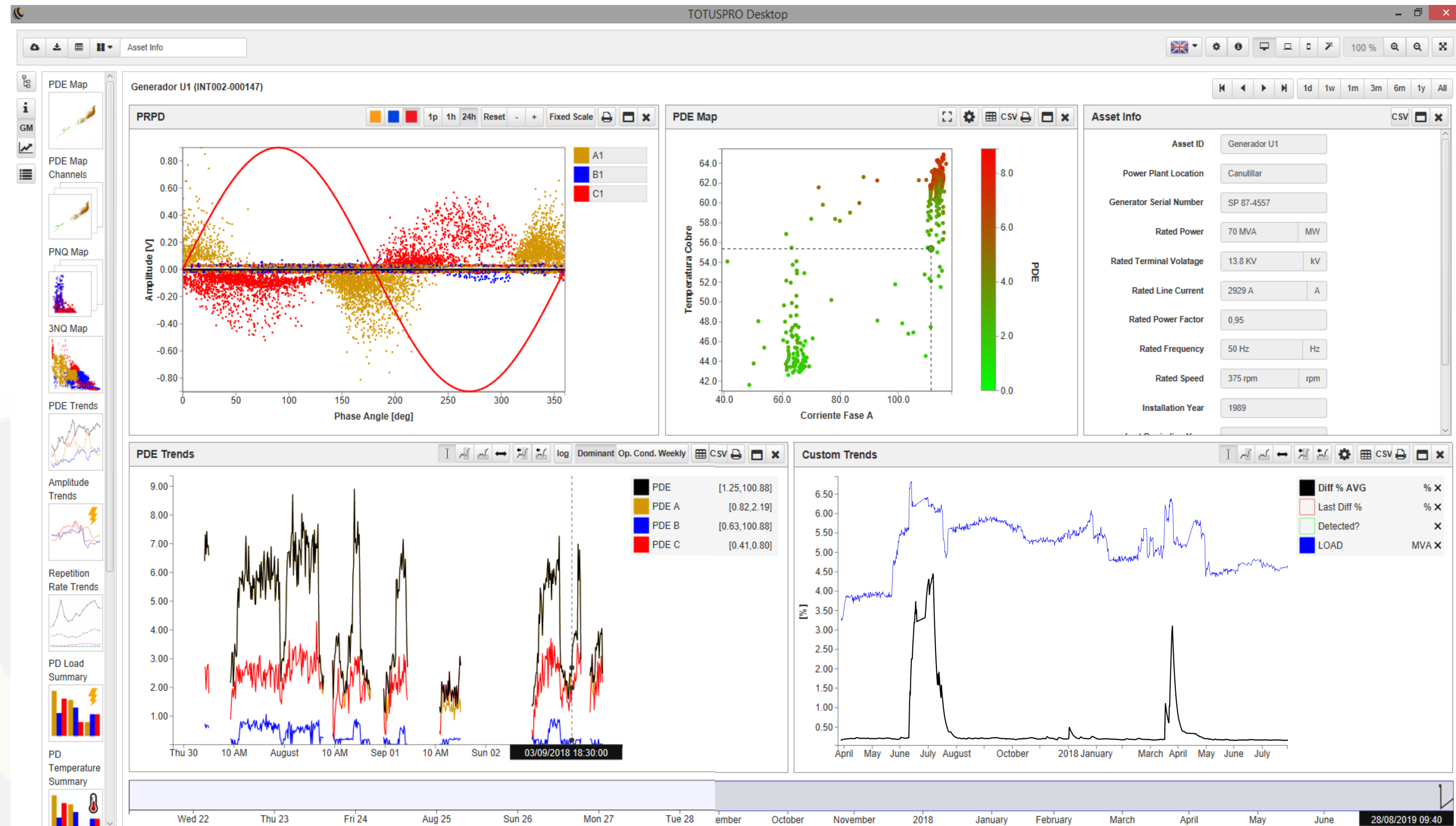
Ваша э - наши технологии



# МОНИТОРИНГ ВИБРАЦИИ ЛОБОВЫХ ЧАСТЕЙ ОБМОТОК СТАТОРА



# ОФЛАЙН ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОГО АНАЛИЗА





# ВЫВОДЫ

- **Системы мониторинга ЧР и магнитного потока ротора,**  
производящие корреляцию ЧР с УЭ, предоставляют интуитивно понятную ИНФОРМАЦИЮ
  - нет необходимости в глубокой экспертизе для интерпретации результатов
- **Карта энергии частичных разрядов (Карта ЭЧР) обеспечивает:**
  - понимание взаимосвязи между деградацией изоляции и условиями эксплуатации (IEC 60034-27-2)
  - графическое ранжирование парка
- **Система мониторинга генератора определяет:**
  - планирование технического обслуживания
  - приоритезацию и отсрочку перемотки обмоток
  - уменьшение незапланированного времени простоя

Ваша эффективность - наши технологии



# CAMLIN

## БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

Тел: +7(985)757-00-46

Эл. почта: [t.smirnova@camlingroup.com](mailto:t.smirnova@camlingroup.com)

Веб-сайт: [www.camlingroup.com](http://www.camlingroup.com)

**ООО «Кэмлин Рус»**

Российская Федерация, 119017

Москва, переулок Казачий 1-й,

дом 7, эт. 2, ком. 3

+7(985)757-00-46

**Camlin Group Ltd**

31 Ferguson Drive, Lisburn

Co. Antrim, BT28 2EX

Northern Ireland



**Цифровые технологии для будущего**

*Конфиденциально и защищено правами собственности*

