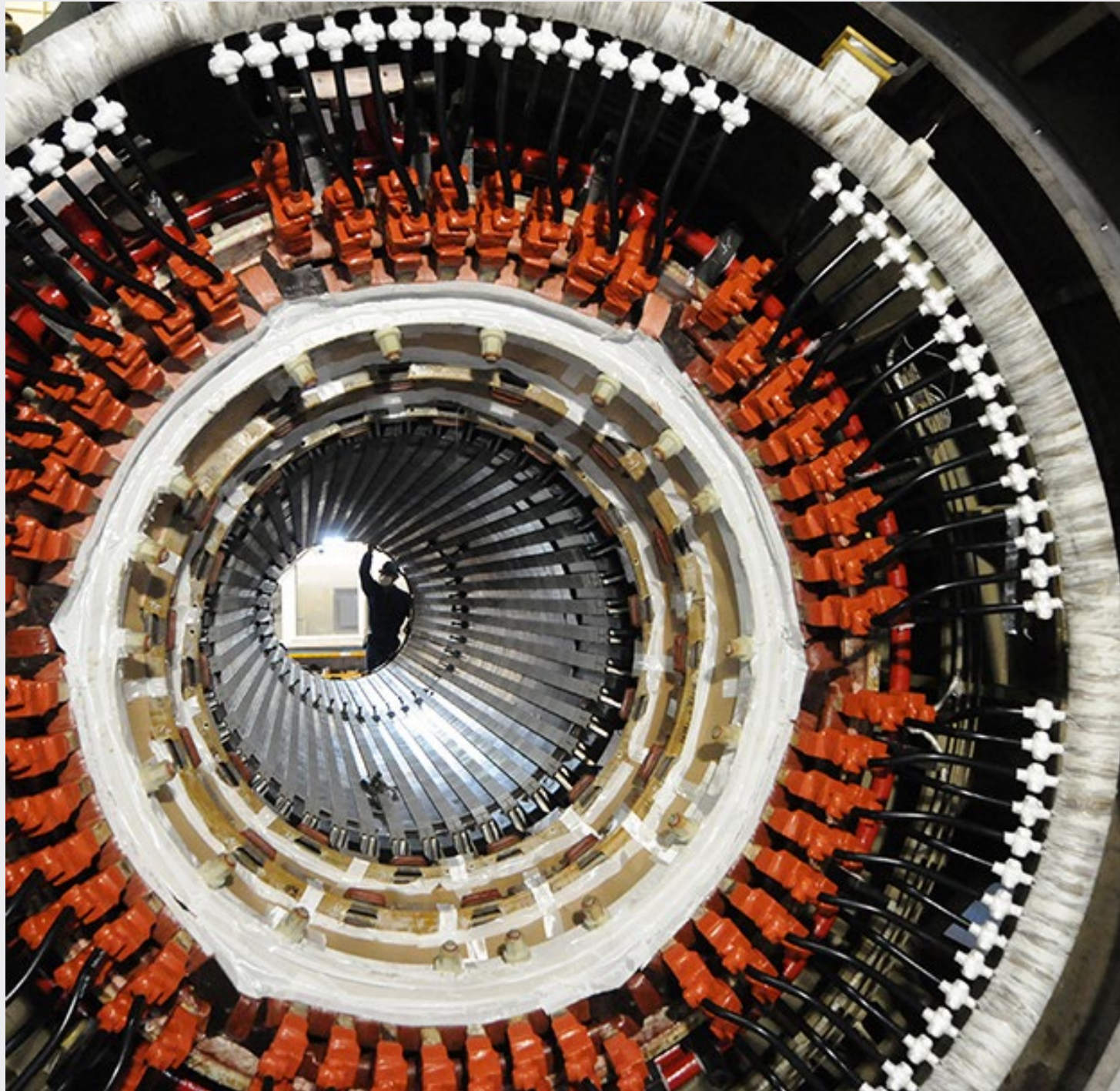


# ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ. КОНТРОЛЬ СТАТОРНОЙ ОБМОТКИ ПО УРОВНЮ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ



ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭНЕРГОПРОГРЕСС**

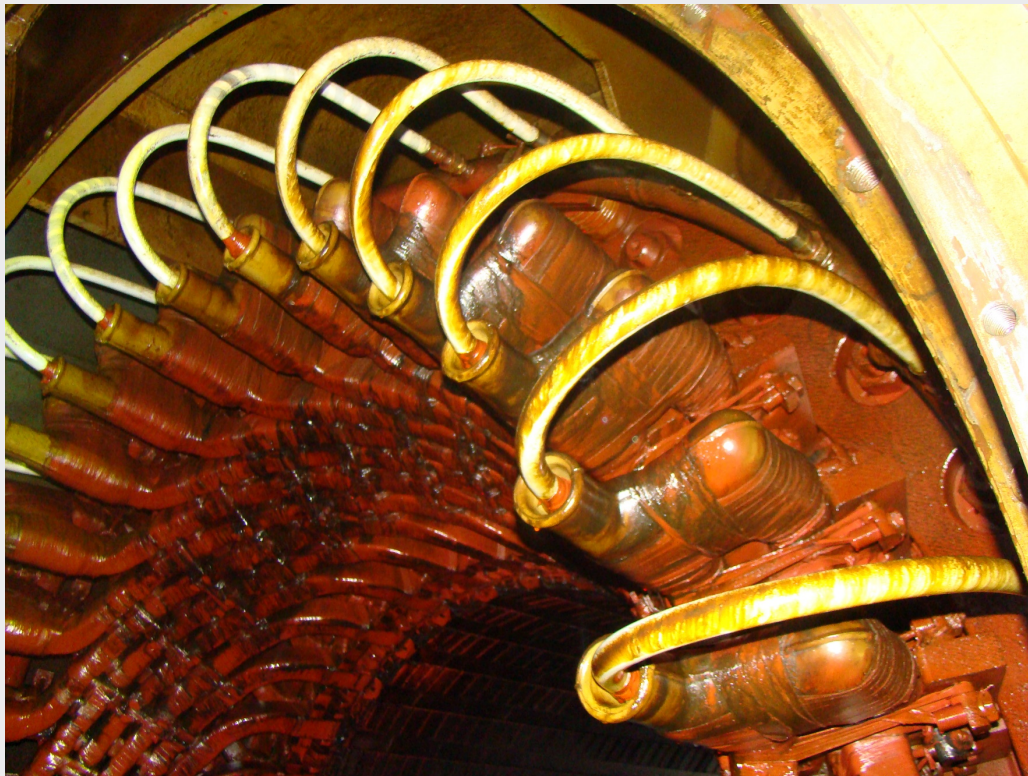
Республика Татарстан





## ЦЕЛЬ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Определение технического  
состояния

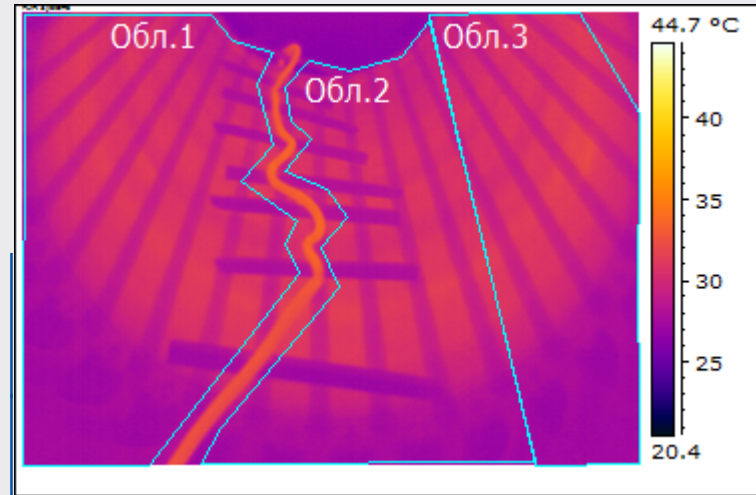


- Рекомендации по режимам работы
- Устранение дефектов и неисправностей
- Безаварийная работа
- Продление срока службы

# ОСНОВНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

## ОБЪЕМ И НОРМЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

РД 34.45-51.300-97



- Высоковольтные испытания
- Испытания на нагревание
- Испытания активной стали
- Контроль состояния изоляции обмотки статора методом измерения интенсивных частичных разрядов
- Испытание активной стали статора генератора дополнительным электромагнитным методом с пониженной индукцией
- Испытание витковой изоляции
- Поузловое обследование генератора с применением технических эндоскопов



# ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ СТАТОРНЫХ ОБМОТОК НА ГЕНЕРАТОРАХ УСТАНОВЛЕНА “on-line” СИСТЕМА– IRIS Power

- Тип датчиков
  - эпоксидно-слюдавые EMC-16 кВ
- Емкость 80 пФ
- Анализатор частичных разрядов типа TGA-B



# КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ СТАТОРНЫХ ОБМОТОК ПО УРОВНЮ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Станции	Типы генераторов
<ul style="list-style-type: none"><li>• Казанская ТЭЦ-2</li><li>• Филиал ТГК-16 Казанская ТЭЦ-3</li><li>• Нижнекамская ГЭС</li><li>• Заинская ГРЭС</li><li>• Уфимская ТЭЦ-2</li><li>• Кармановская ГРЭС</li><li>• Стерлитамакская ТЭЦ</li><li>• Ново-Стерлитамакская ТЭЦ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ТВВ – 320</li><li>• ТГВ – 200</li><li>• ТВФ-120</li><li>• ТВФ-100</li><li>• ТВФ-63</li><li>• ТВФ-60</li><li>• СВ 1470/149</li></ul>

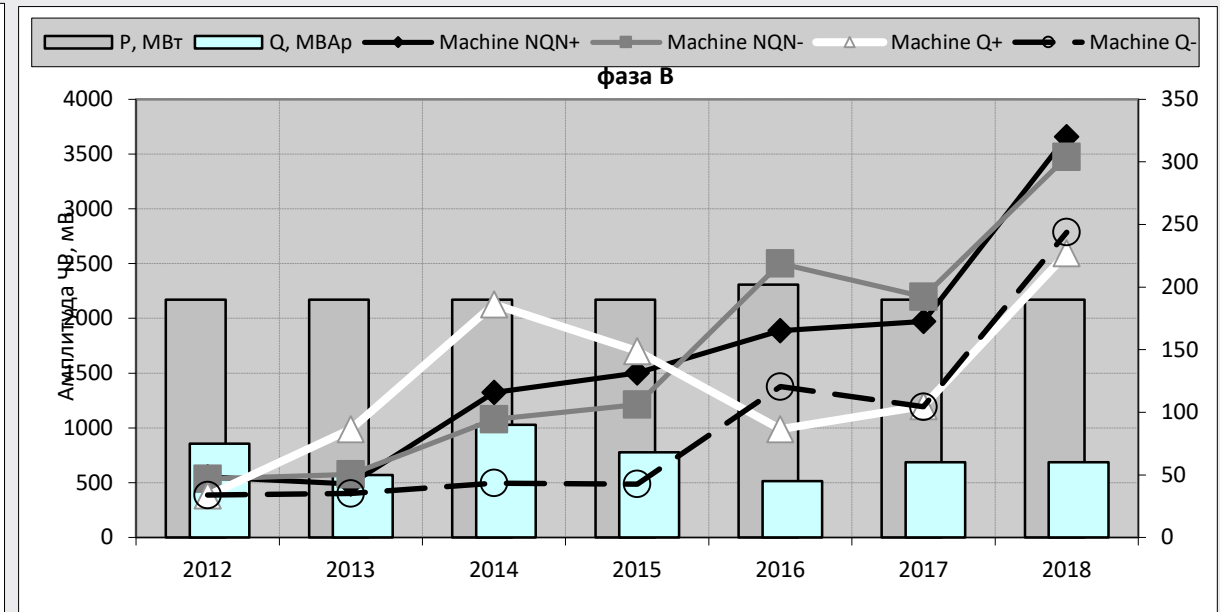
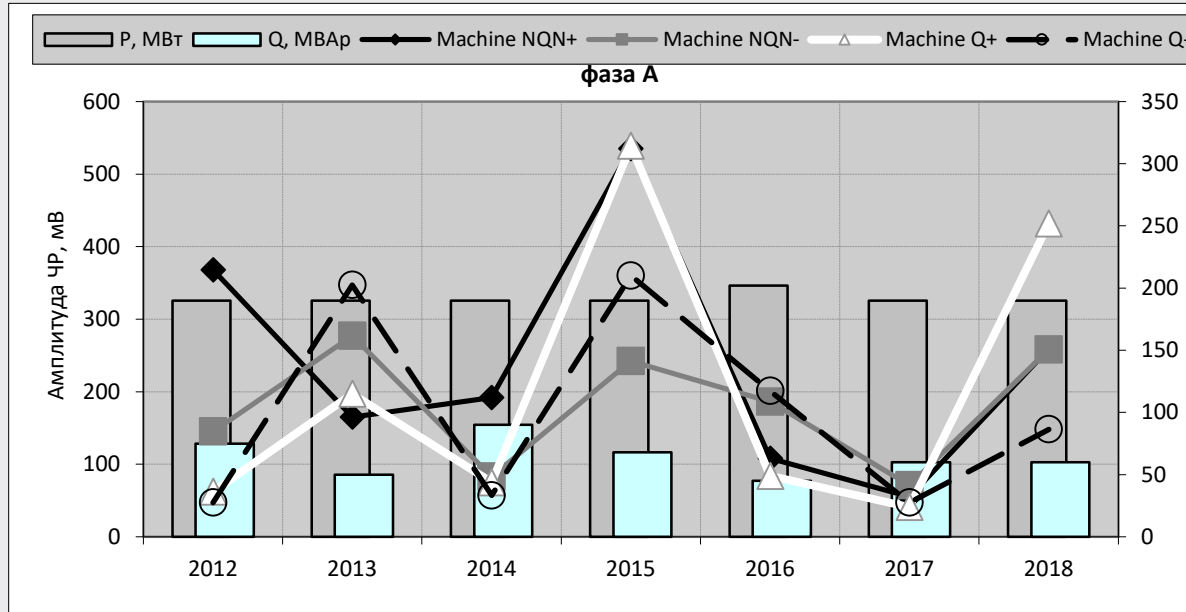


# ТУРБОГЕНЕРАТОР

- Тип – ТГВ-200М
- Завод изготовитель – ГП «Электротяжмаш»
- Год выпуска – 1979
- Номинальное напряжение– 15,75 кВ
- Номинальный ток – 8630 А
- Изоляция статорной обмотки – термореактивная
- Система охлаждения – водяное непосредственное



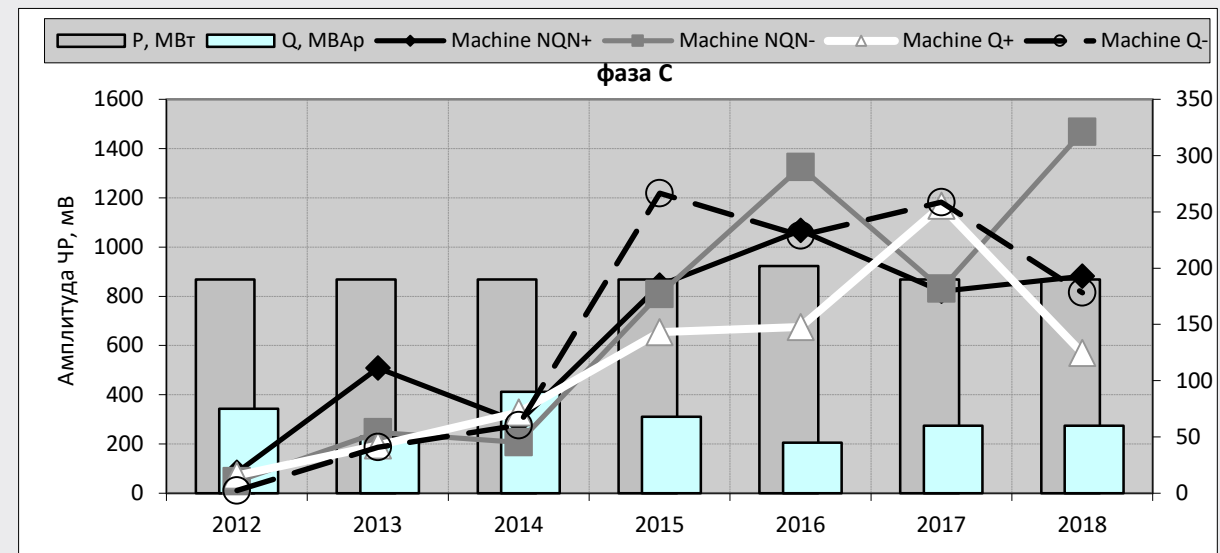
# ДИНАМИКА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ ЧР 2012–2018 ДО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА



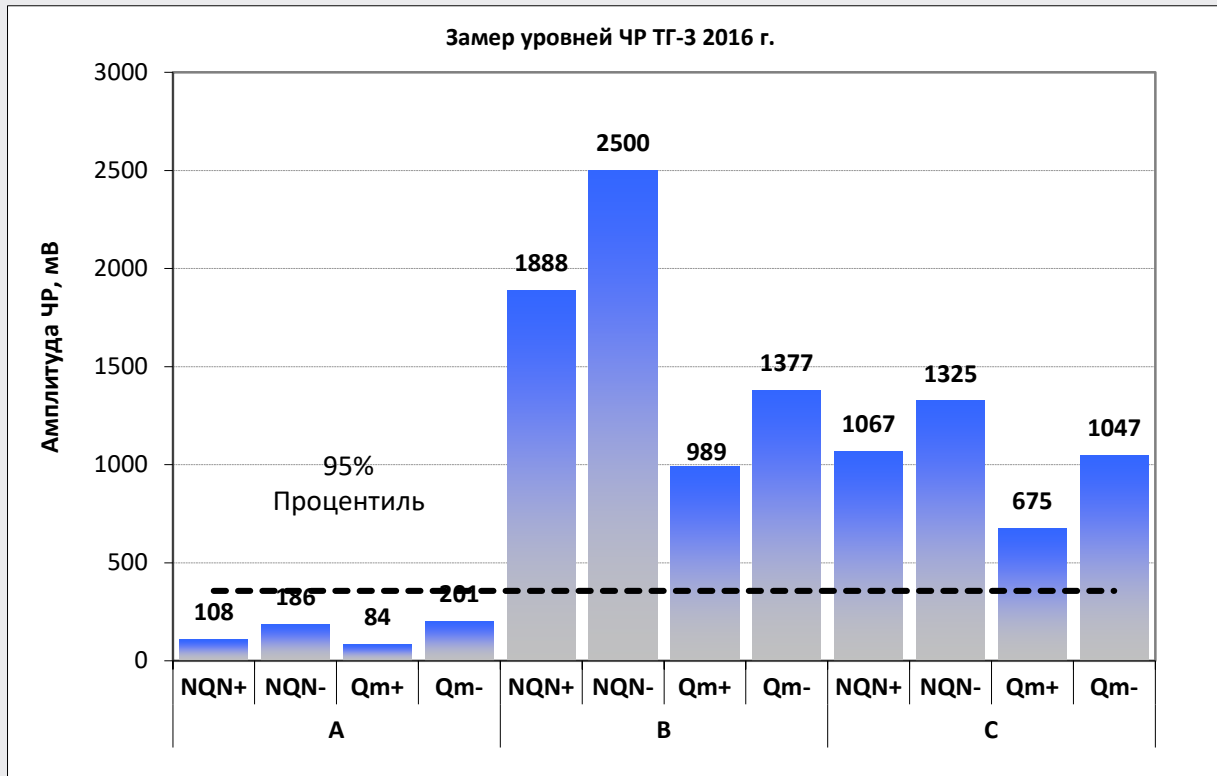
- Динамика развития ЧР отстраивается по величинам NQN и Qm.

NQN – количество ЧР

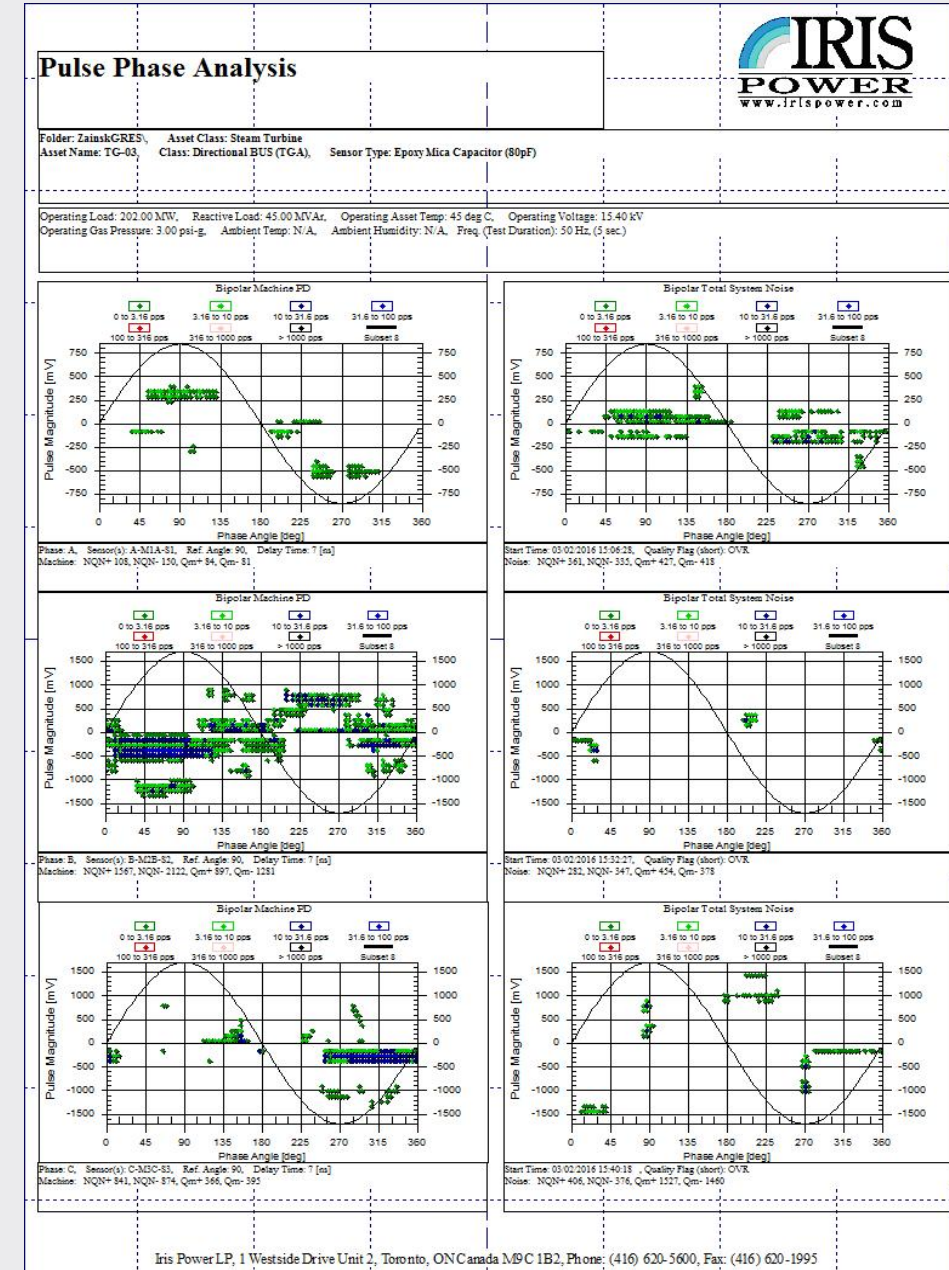
Qm – амплитуда импульсов



# ДИНАМИКА ИЗМЕРЕНИЙ ЧР 2016

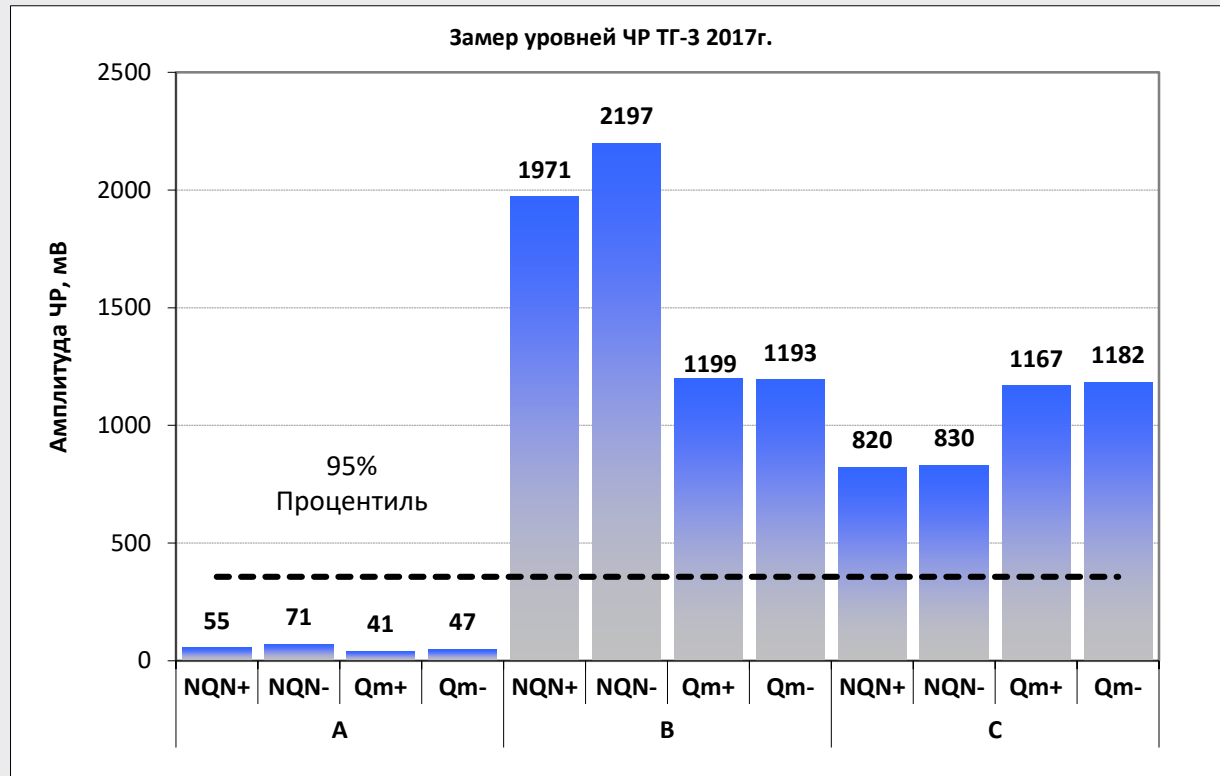


- Диаграммы уровней ЧР и распределения ЧР с привязкой к фазному углу

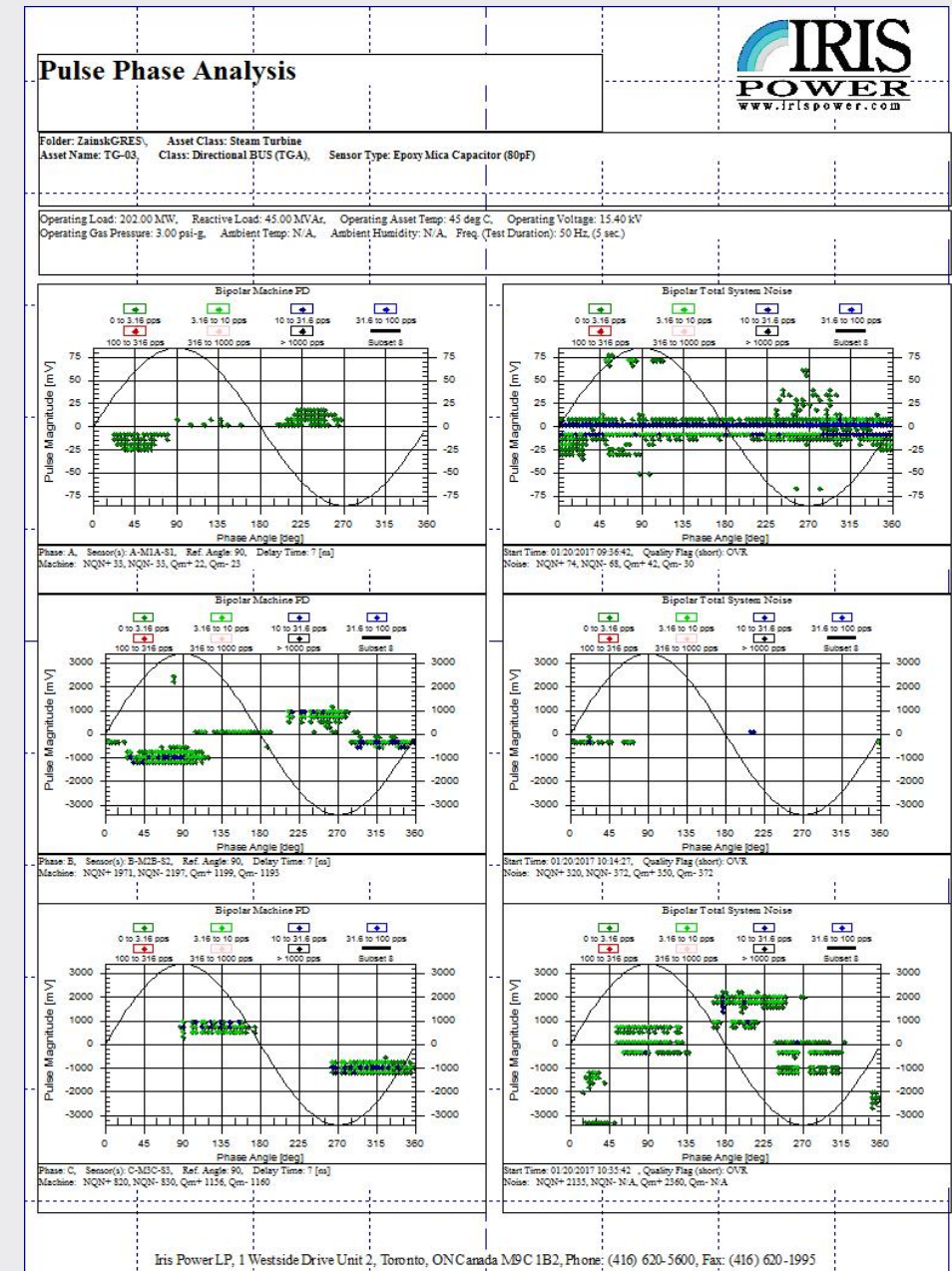




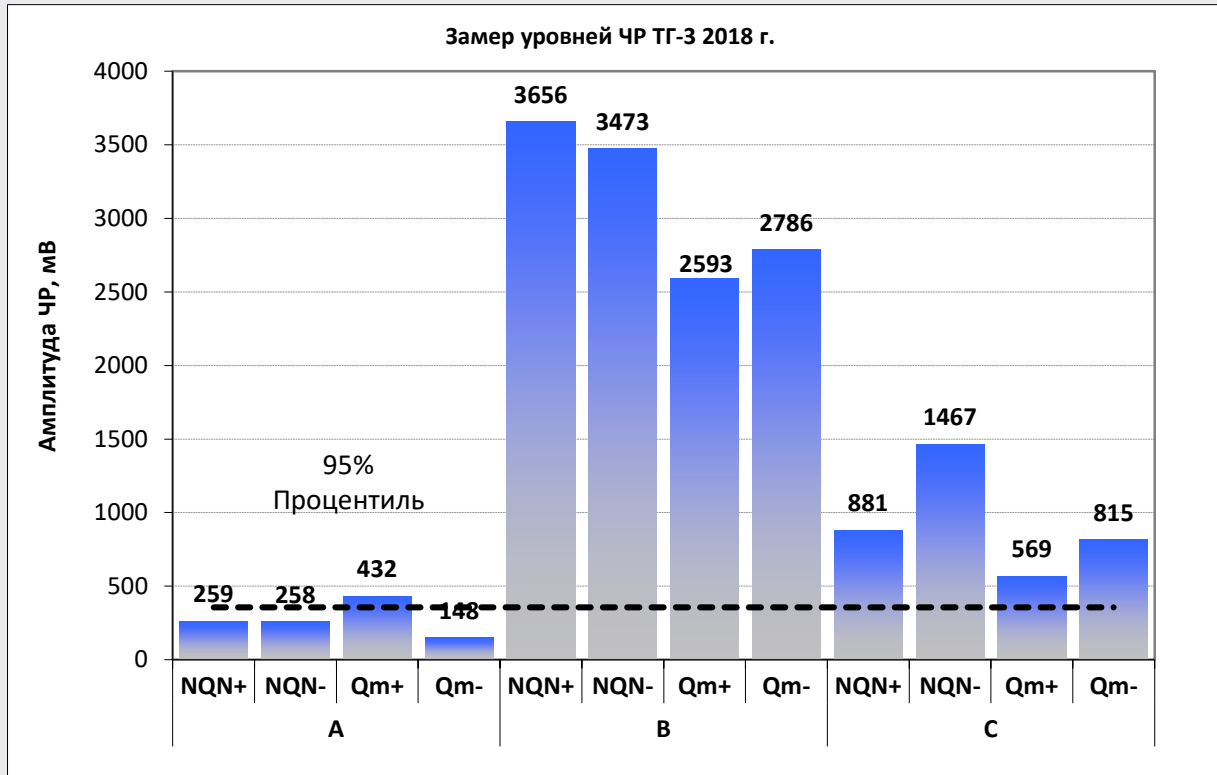
# ДИНАМИКА ИЗМЕРЕНИЙ ЧР 2017



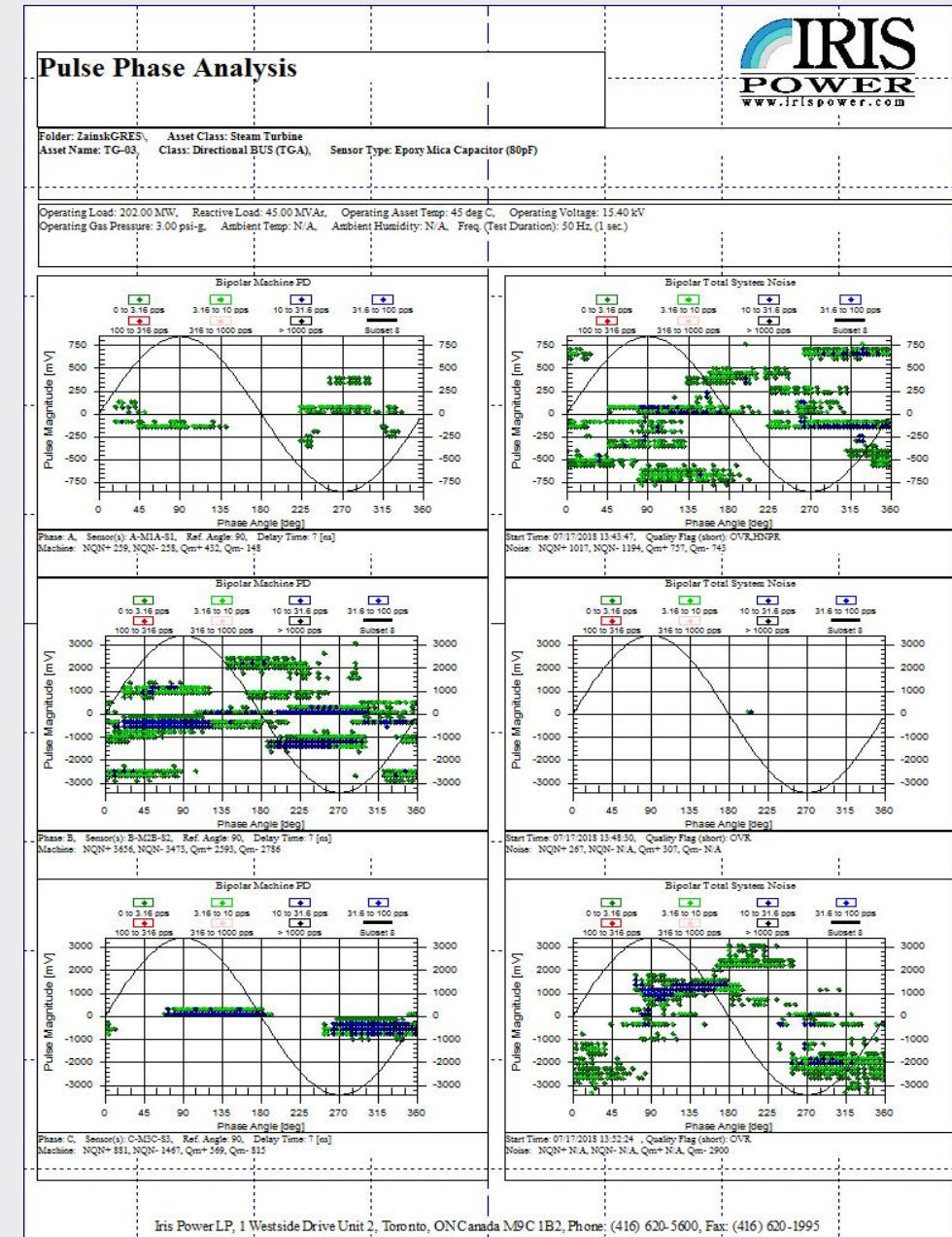
- Диаграммы уровней ЧР и распределения ЧР с привязкой к фазному углу



# ДИНАМИКА ИЗМЕРЕНИЙ ЧР 2018



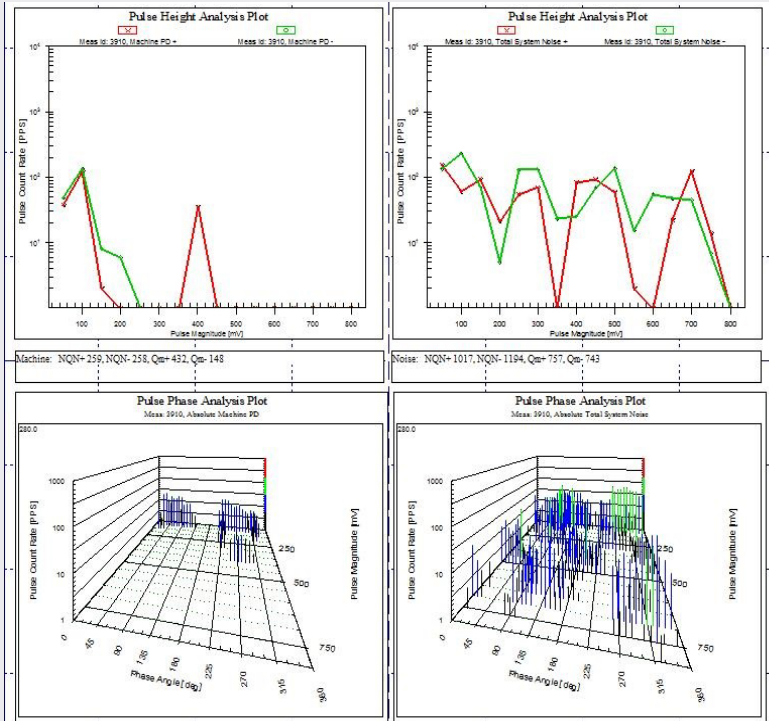
- Диаграммы уровней ЧР и распределения ЧР с привязкой к фазному углу



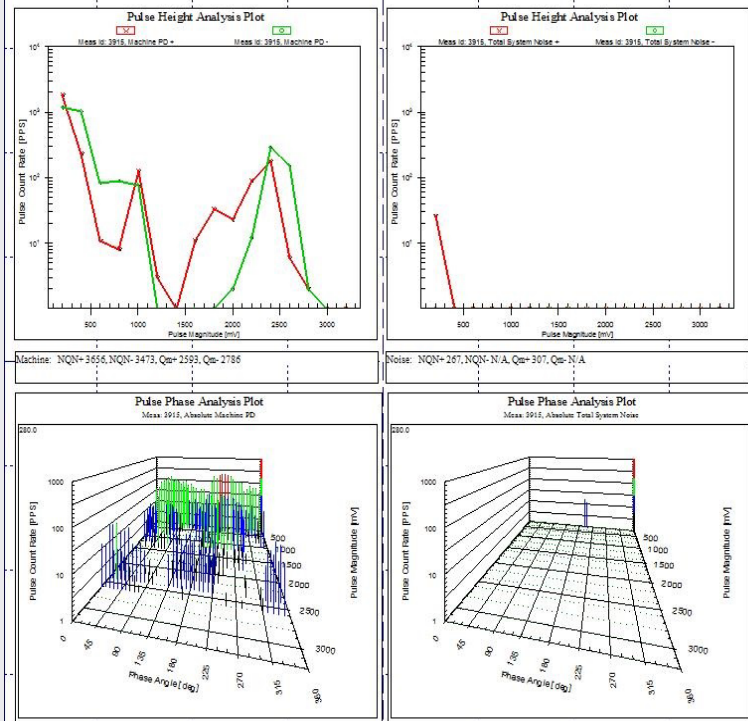


# АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧР 2018

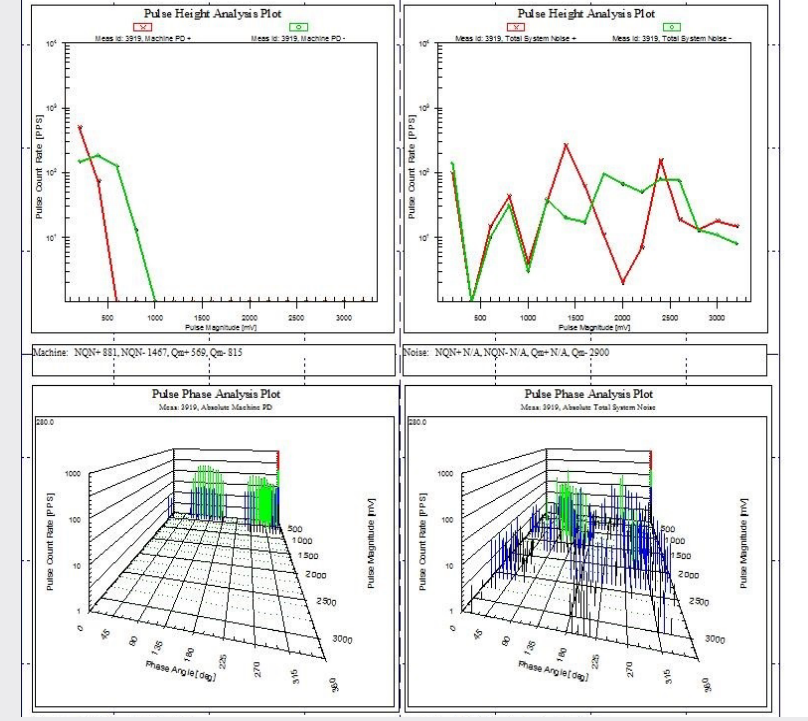
Фаза «А»



Фаза «В»

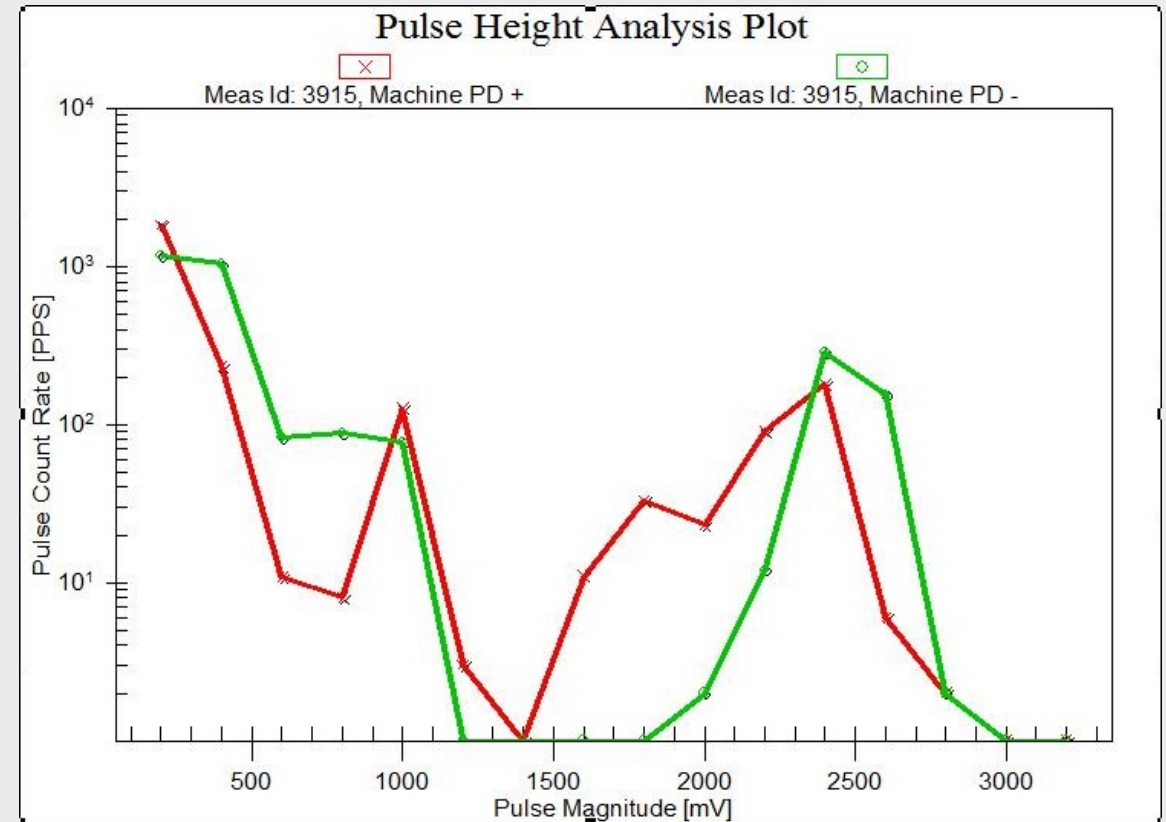
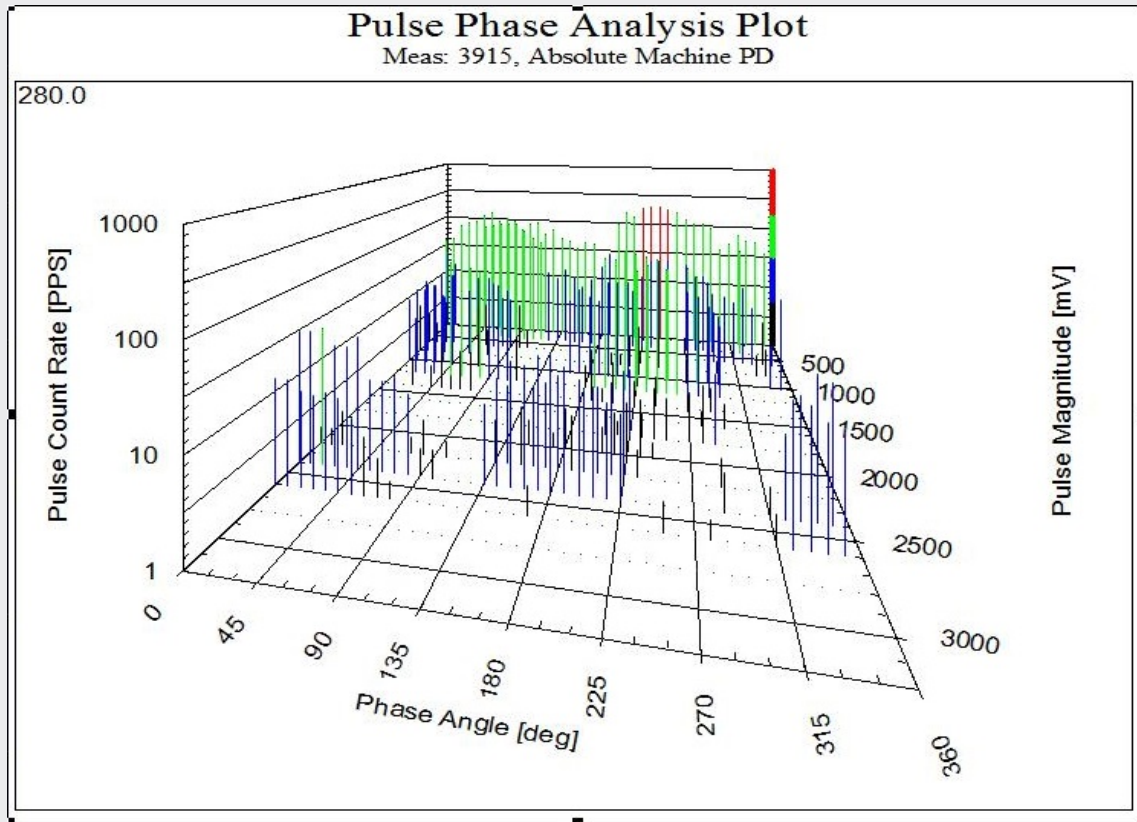


Фаза «С»



- Распределение ЧР по всем фазам

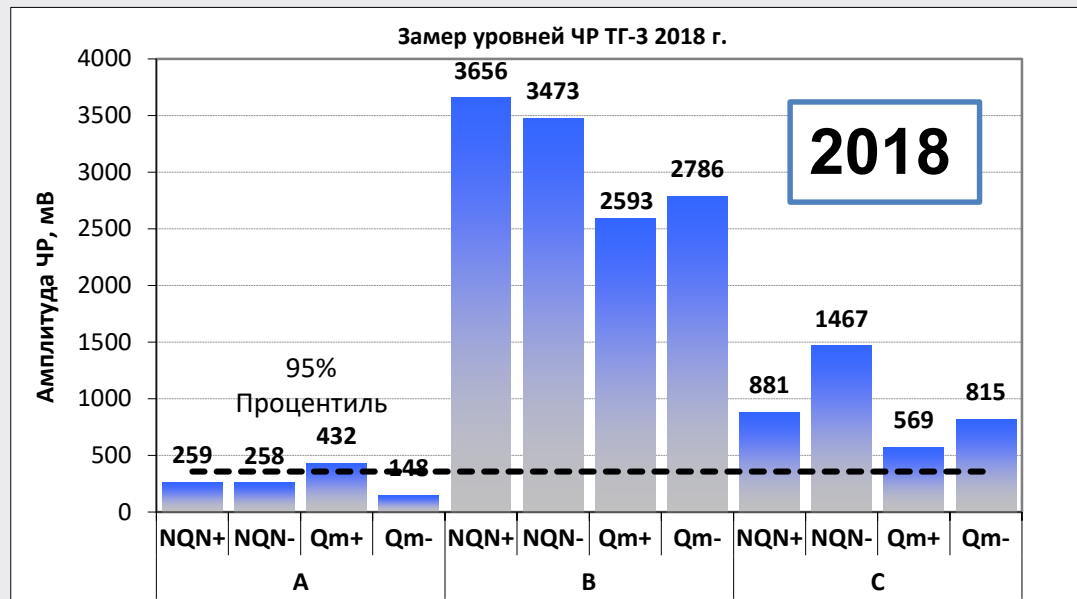
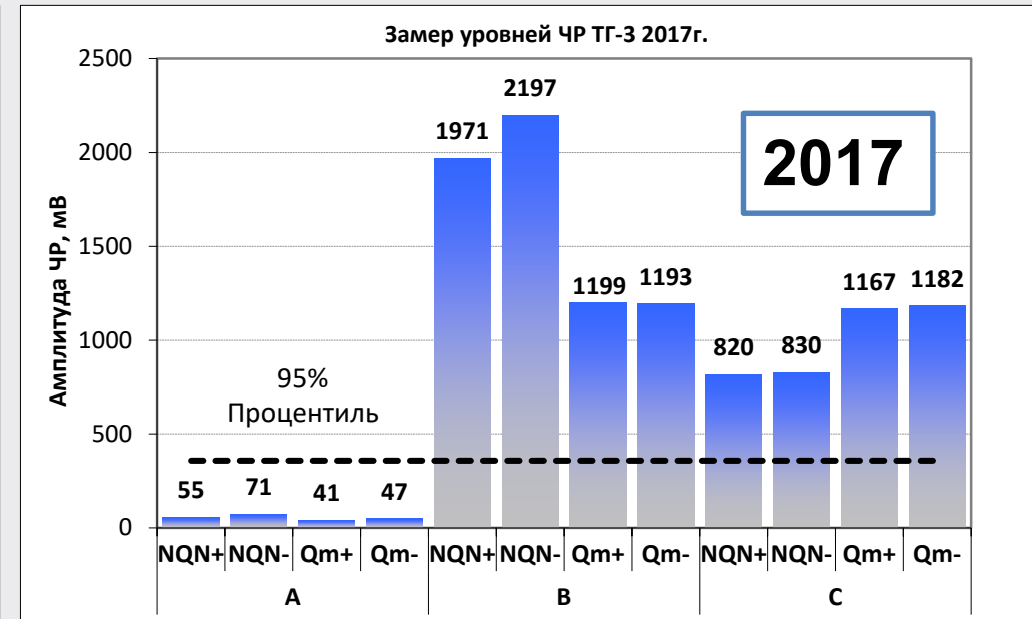
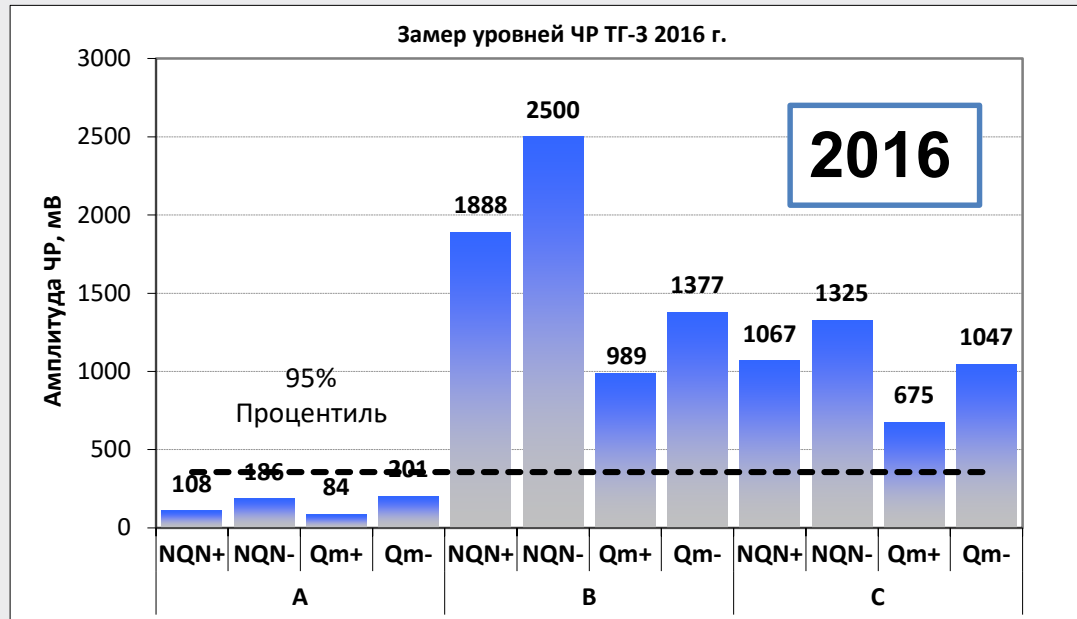
# АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧР ФАЗЫ «В» 2018



- Распределение ЧР по фазе В



# ДИНАМИКА ИЗМЕРЕНИЙ ЧР



## ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ДЕФЕКТЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОНТРОЛЯ ЧР ЗА 2018 ГОД

Основным источником разрядности является классический ЧР в пазовой части обмотки (фазовые углы  $45^\circ$  и  $225^\circ$ ). Предположительное место локализации – фазы «А и В».

Отсутствие преобладания полярности импульсов говорит о том, что большинство импульсов ЧР происходят внутри корпусной изоляции.

Ещё одним источником ЧР является разрядность из открытой дуги или коронного разряда ( $90^\circ$  и  $270^\circ$ ). Предположительное место локализации – фазы «В, С».

Например, вдоль кольцевой шины или сильно поврежденного участка между полупроводящим и выравнивающими покрытиями, которая может перетекать в межфазный ЧР в лобовой части обмотки.

- Согласно «On-line PD Interpretation –Iris|QMS|08/10|Ver. 3.2»



# КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА 2019

Измерение сопротивления изоляции обмотки статора

Фаза	До испытания			После испытания		
	R15, МОм	R60, МОм	Кабс	R15, МОм	R60, МОм	Кабс
«А»	1500	2750	1,8	1500	2750	1,8
«В»	<b>625</b>	<b>925</b>	<b>1,48</b>	<b>625</b>	<b>925</b>	<b>1,48</b>
«С»	1250	2000	1,6	1250	2000	1,6



## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА 2019

Результаты высоковольтных испытаний повышенным выпрямленным напряжением:

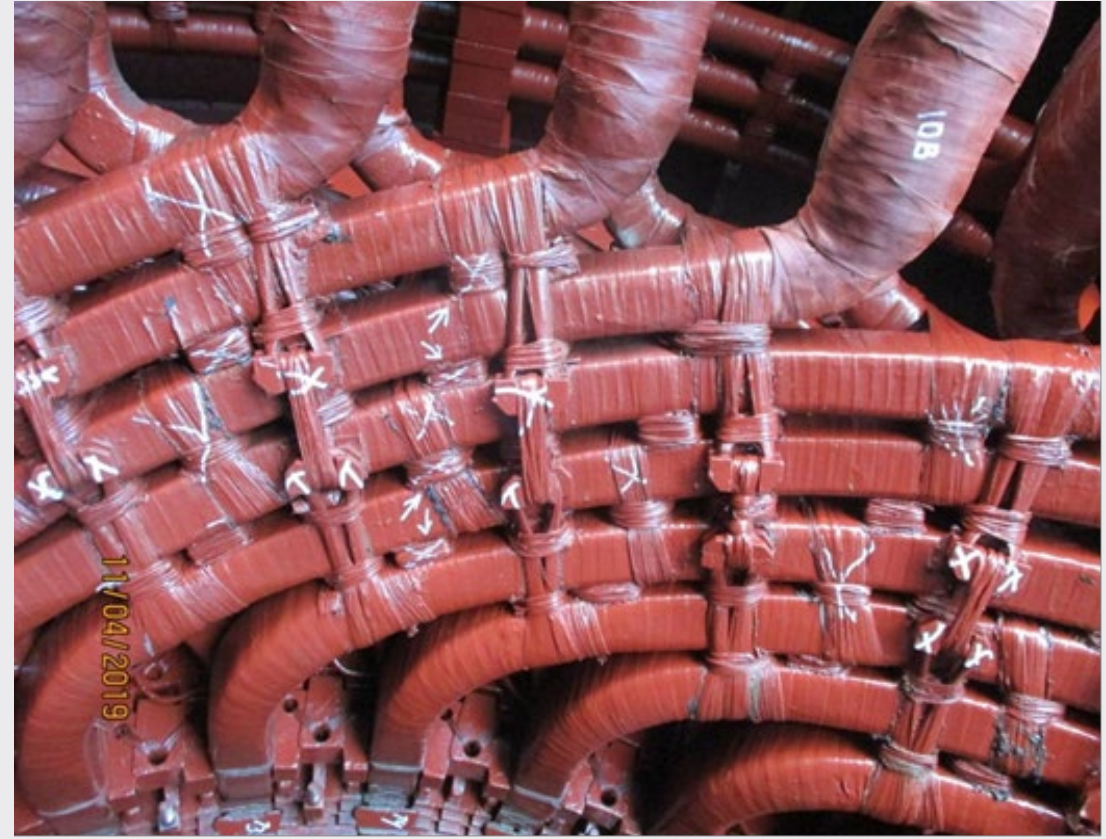
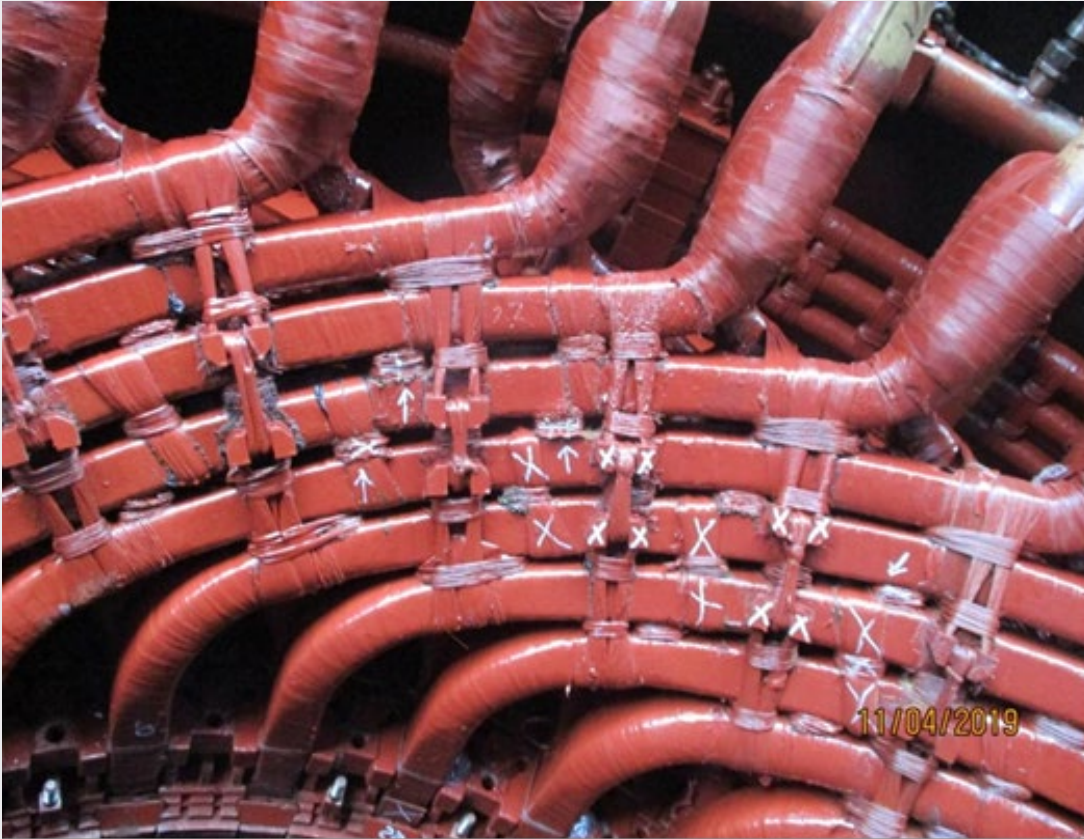
Фаза	7,1 кВ		14,1 кВ		21,2 кВ		28,2 кВ		35,3 кВ	
	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк	лут,мк
	А	А	А	А	А	А	А	А	А	А
	15 сек.	60 сек.	15 сек.	60 сек.	15 сек.	60 сек.	15 сек.	60 сек.	15 сек.	60 сек.
А	8	4	12	8	24	20	56	44	114	104
<b>В</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	-	-	-	-	-	-	-
С	12	8	28	22	42	64	144	116	-	-

При испытании ф.«В» при напряжении 14.1кВ через 30 сек. произошел разряд в лобовой части со стороны щеточного аппарата, на расстоянии менее 300мм от пазовой части стержня.

При испытании ф.«С» при подъеме напряжения 30кВ произошел разряд в лобовой части со стороны турбины, наблюдалось резкое возрастание тока утечки до 1000мкА.



## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА 2019



- Подвижность межслоевых колодок привела к массовой подвижности бандажных вязок в эвольвенте



## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА 2019



- Повреждение изоляции нижнего стержня ф.«В» межслоевыми колодками



## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА 2019

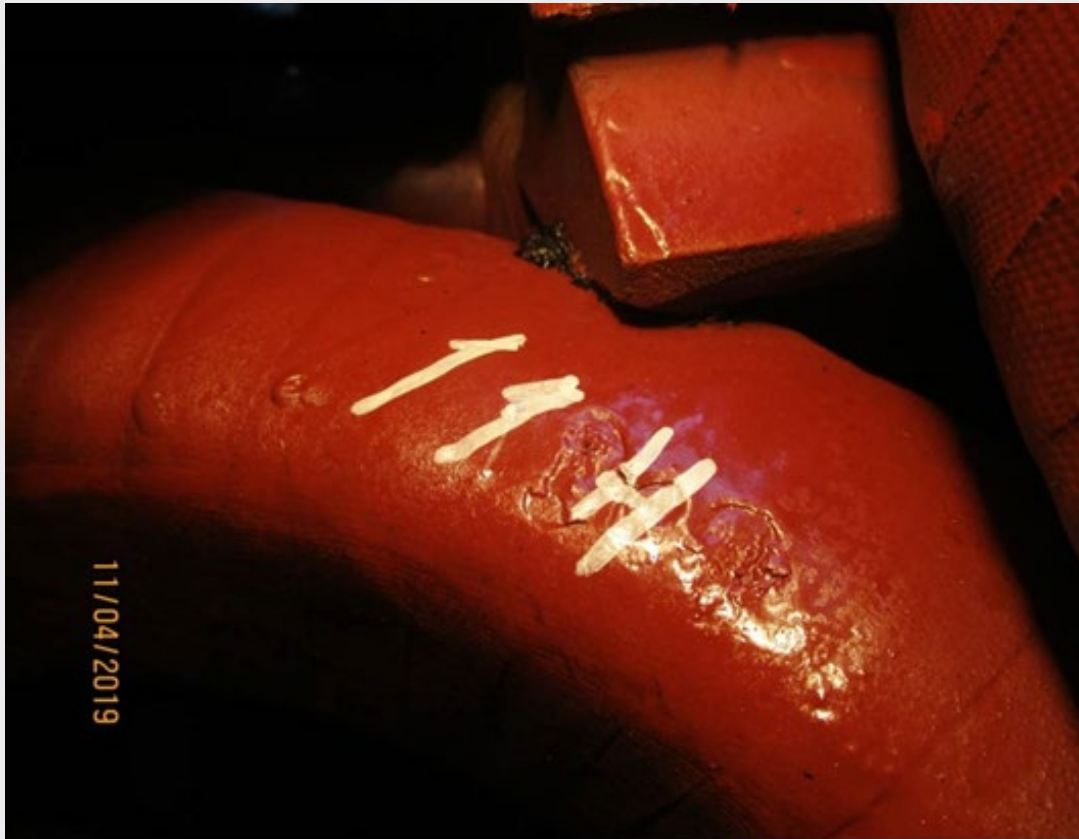


- Повреждение покровной ленты и начало истирания изоляции верхних стержней, вынутых из паза при обследовании поврежденного стержня



- Повреждение изоляции стержня посторонним предметом

## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА 2019



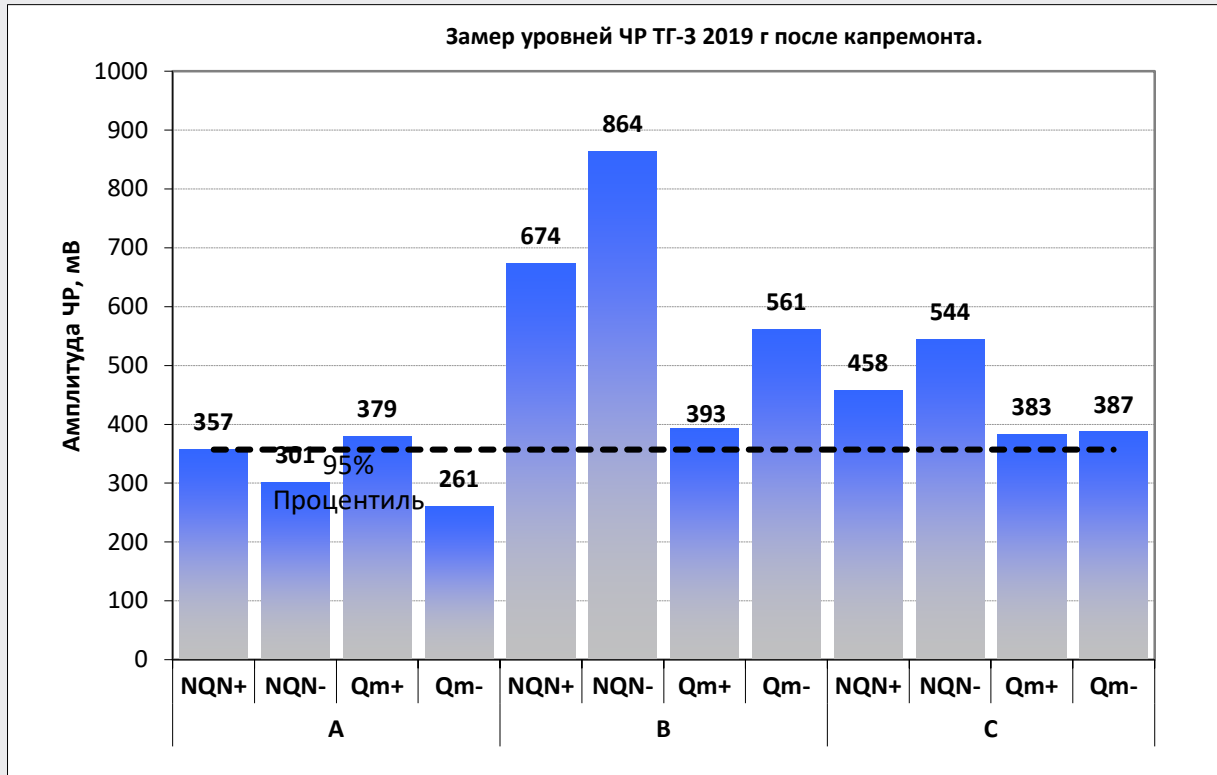
- Истирание изоляции стержня 11Н со ст. В межслоевой колодкой



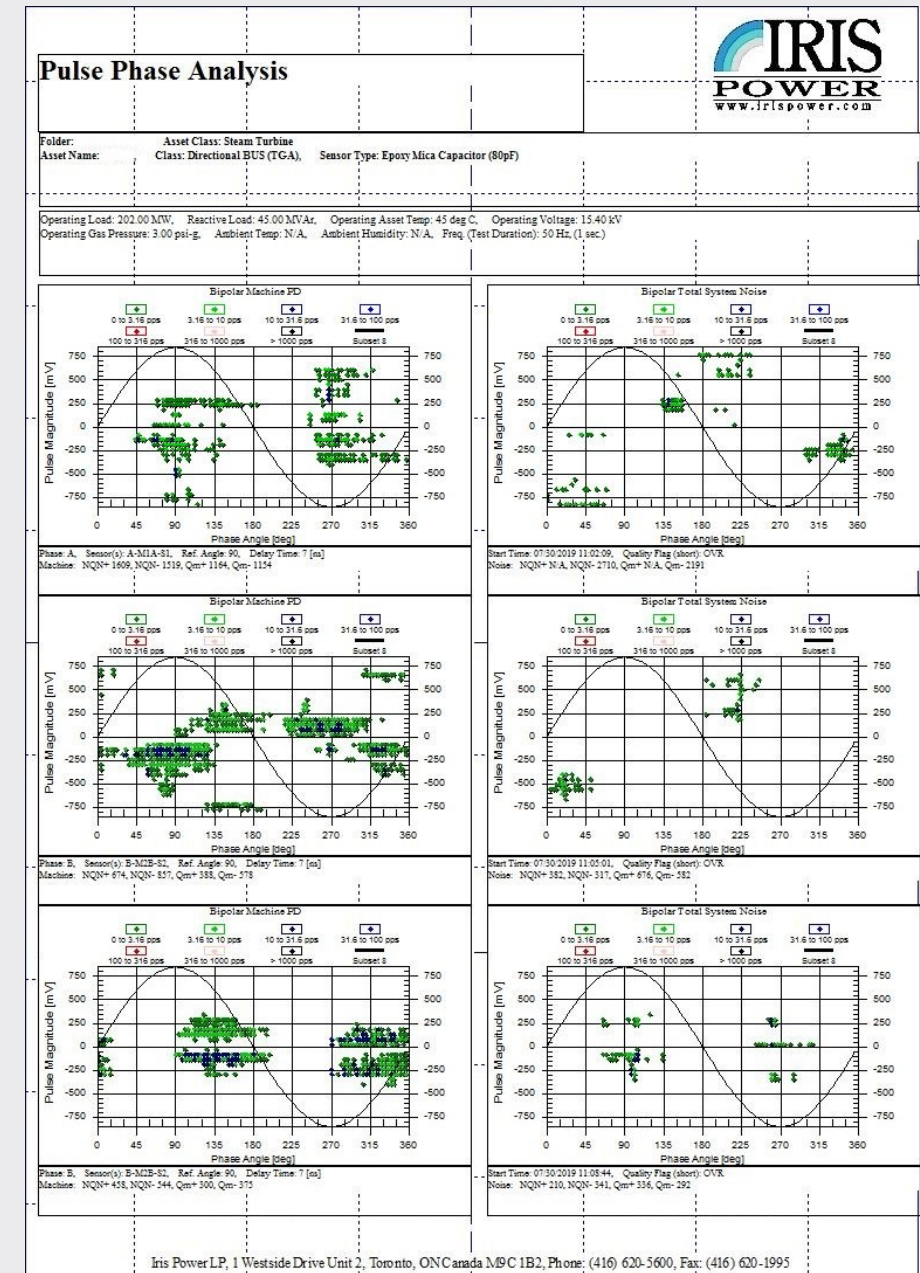
- Снятие и истирание изоляции стержня 16Н со ст. В межслоевой колодкой



# ИЗМЕРЕНИЯ ЧР 2019 ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

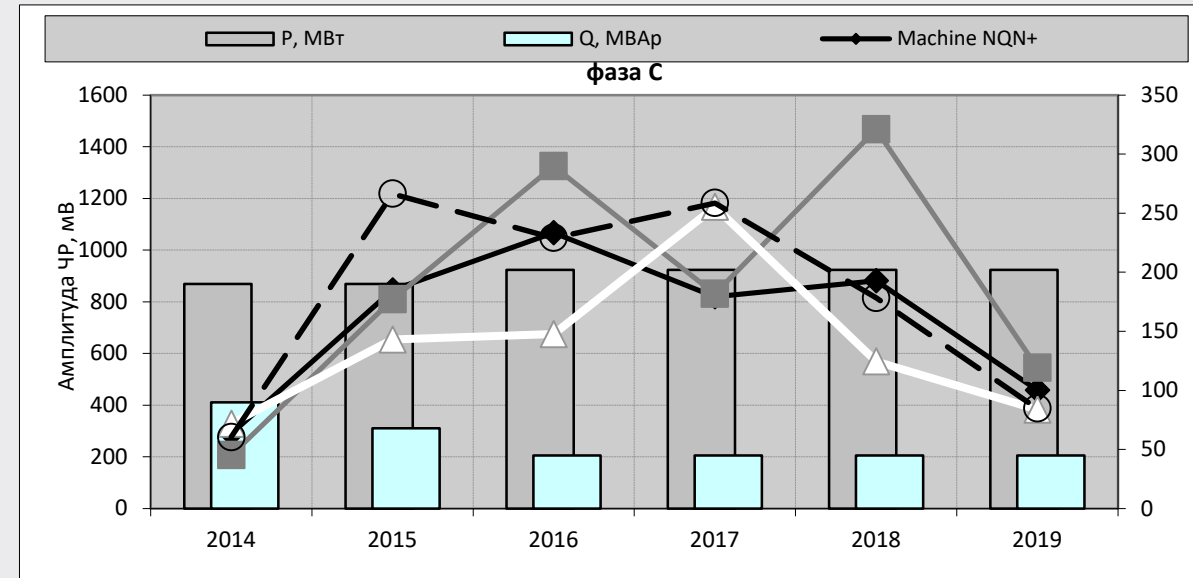
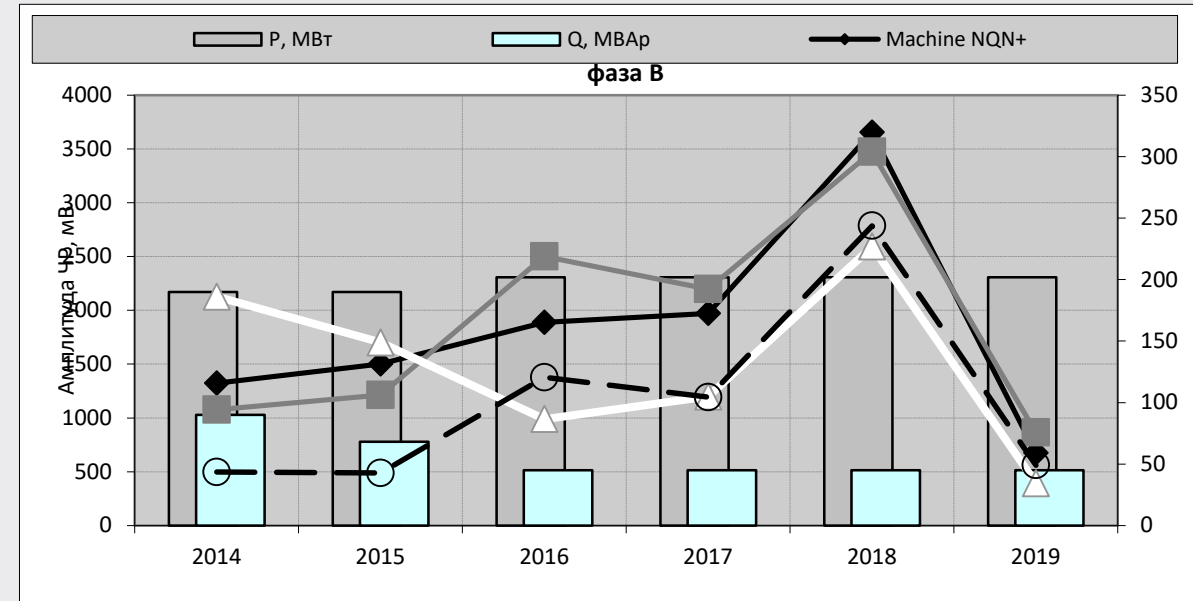
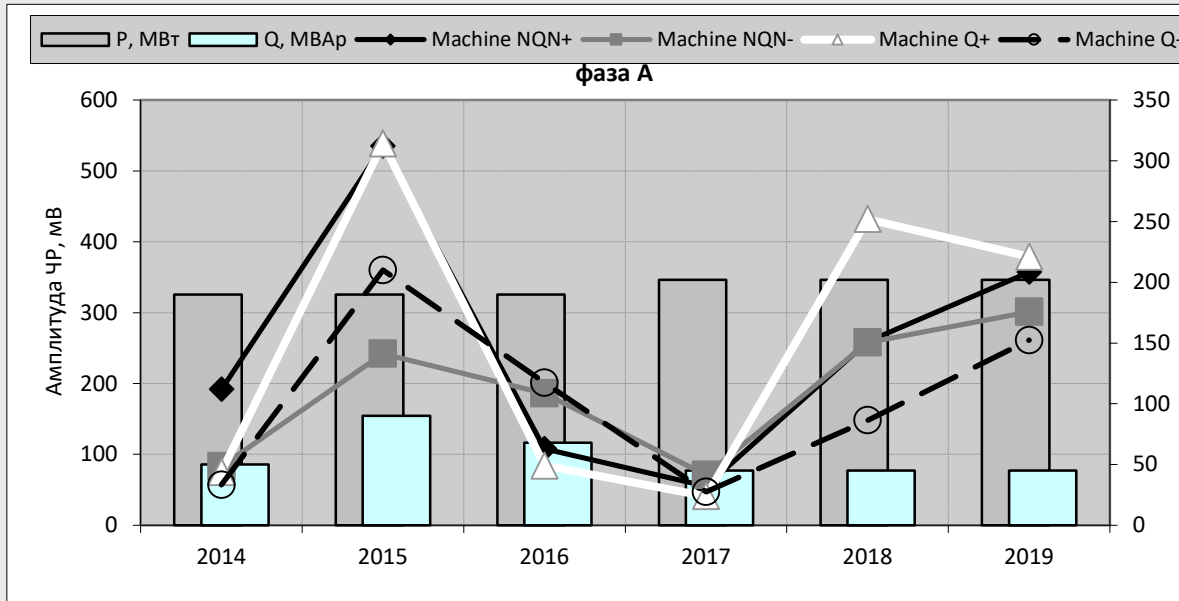


- Диаграммы уровней ЧР и распределения ЧР с привязкой к фазному углу





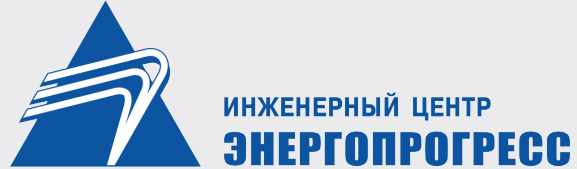
# ДИНАМИКА ИЗМЕРЕНИЯ ЧР 2014–2019 ПОСЛЕ КАПРЕМОНТА



- Динамика развития ЧР отстраивается по величинам NQN и Qm.

NQN – количество ЧР

Qm – амплитуда импульсов



## ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ!

---

### **Инженерный центр «Энергопрогресс»**

420044, г. Казань, ул. Волгоградская, 34

тел.: +7 (843) 200-02-59

факс: +7 (843) 520-28-78

[inbox@eprog.tatenergo.ru](mailto:inbox@eprog.tatenergo.ru), [eprog.ru](http://eprog.ru)