

## PowerOPTI

# Система мониторинга и система оптимизации мощности АЭС

Атомная электростанция постоянно генерирует большое количество данных. Важной целью является их проверка, использование для управления и оптимизация.

## ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОСТЬ

Увеличение поставки мощности в сеть, наблюдение за достигнутым состоянием.

## ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛА

- Своевременное обнаружение скрытых дефектов и ухудшение производительности, оценка долгосрочных трендов производительности критически важного оборудования – турбина, конденсатор, обменник, градирня
- Увеличение поставки мощности в сеть
- Поиск резерв и утраченных МВт
- Точный расчет тепловой мощности реактора в режиме реального времени, снижение неустойчивости при определении величины при сравнении с настоящим состоянием

## КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

- (1) Робастная проверка в режиме реального времени и уравнение измерения помощью математической модели, обоснованной на законах сохранения массы и энергии:
  - Распознавание, идентификация и элиминация крупных погрешностей измерения
  - Уточнение измеренных данных
  - Точный подсчет неизмеренных данных и KPI (ключевой показатель производительности для оборудования / процесса); мощность реактора, проток охлаждающей воды,
- (2) Диагностика состояния оборудования и оптимизация термодинамического цикла в режиме реального времени помощью высокоточных эмпирических моделей (цифровые близнецы). Сравнение актуального состояния с предполагаемым состоянием (моделью) для заданных значений эксплуатации:
  - Турбина, конденсатор, обменник
  - Градирня, контур охлаждения



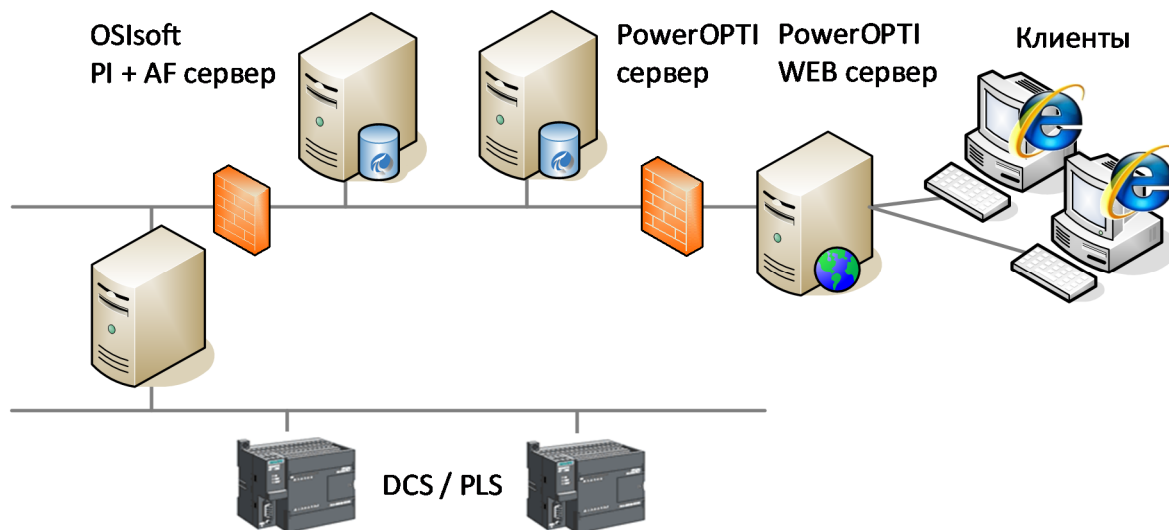
## Погрешность эмпирических моделей к потерям мощности

Оборудование	Начало обнаружения	Надежное обнаружение	Потери мощности
Конденсатор	↑ 0,1 кПа	↑ 0,2 кПа	↑ 0,5 кПа → потери 5 МВт / 1000 МВт турб.
Турбина	↑ 1,0 МВт	↑ 2,0 МВт	= обнаружение потер
Градирня	↑ 0,2 °C	↑ 0,4 °C	↑ 1,0 °C → потери 3 МВт / 1000 МВт турб.

## ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

<b>(1) Доверье к измеренным величинам</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Обнаружение, идентификация и элиминация помех измерения</li> <li>Увеличение погрешности измеренных данных, данные взаимосвязаны</li> </ul>
<b>(2) Детальная съемка технологического процесса и состояния оборудования</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Расчет неизмеренных данных и KPI</li> <li>Обнаружение нестандартных состояний и скрытых не использованных информации</li> </ul>
<b>(3) Наблюдение &amp; диагностика оборудования</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Оценка состояния оборудования и своевременное обнаружение неисправностей</li> <li>Наблюдение за производительностью процесса и поиск утраченных МВт</li> </ul>
<b>(4) Оптимизация технологического процесса &amp; прогнозирование</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Увеличение мощности, поставляемой в сеть, 1 – 2 МВт для блока 1000 МВт</li> <li>Точное планирование поставки электрической мощности</li> </ul>

### Пример структуры с использованием компонентов OSIssoft



## ПРИМЕНЕНИЕ – ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- Разработка проверенной модели; обнаружение крупных погрешностей и ошибок
- Разработка диагностических моделей; обнаружение неисправностей оборудования
- Опытная эксплуатация, поиск утраченных МВт
- Оптимизация холодного конца турбины; увеличение электрической мощности

## КОНКРЕТНЫЙ ПРОЕКТ АЭС (2000 МВт) С РЕАКТОРАМИ ВВЕР 2015 – 2017

Оптимизация потока охлаждающей воды в конденсатор турбины	Увеличение мощности о 2 МВт Увеличение выручки о 360.000 USD/1 год
Своевременное обнаружение неисправностей конденсатора турбины	Элиминация снижения мощности 1,5 МВт Элиминация финансовых потер 120.000 USD/3 месяца
Оценка деградации вставок градирен	Элиминация снижения мощности 3,5 МВт Элиминация финансовых потер 560.000 USD/3 месяца

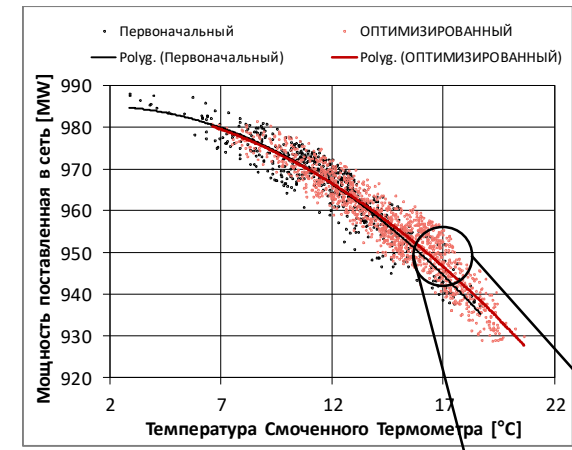
### Контактные данные

Владислав Коутник, R&D директор, T +420 602 546 823, E vkoutnik@ic-energo.eu

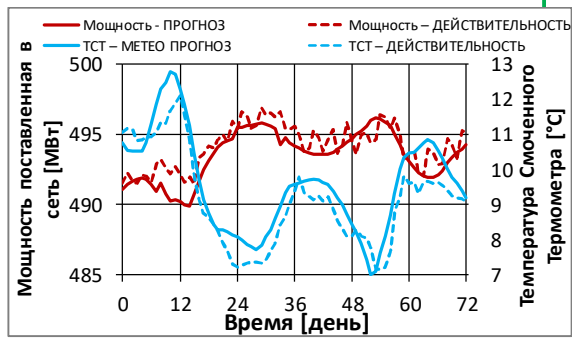
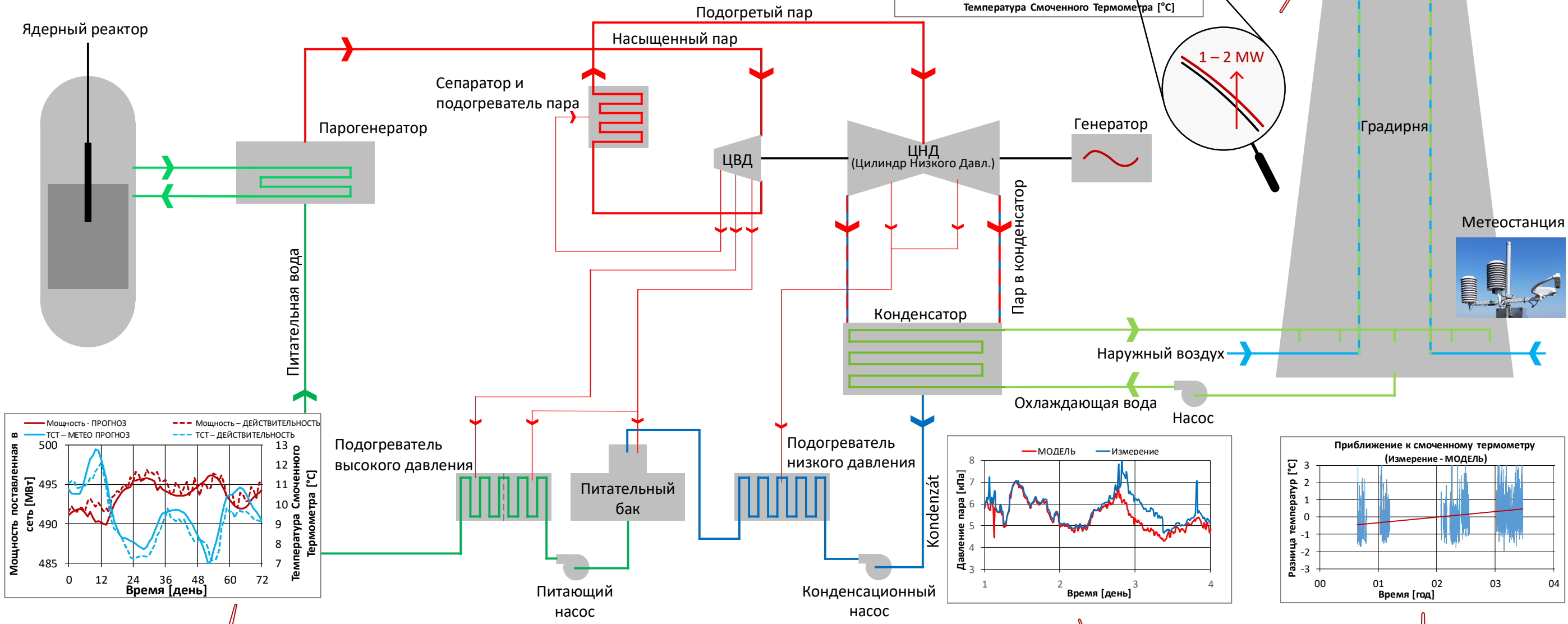
Иржи Плиска, Эксперт - консультант, T +420 602 723 934, E jpliska@ic-energo.eu

**Точный расчет мощности Реактора**  
 - Использование измерения протока и температуры ПВ  
 - Проверка датчиков первичного контура  
 - Элиминация влияния стратификации температур во верхних контурах  
 Погрешность расчета 0.5%

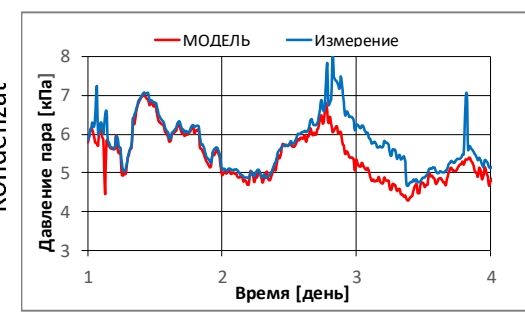
**On-line Диагностика Турбины**  
 - Своевременная тревога, проверка после сервиса  
 - Подсос воздуха, загрязнение обменников  
 - Расчет неизмеренных данных  
 Погрешность 2,0 МВт (1,0 МВт)



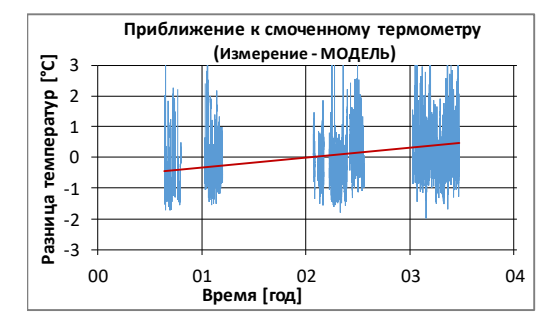
**Оптимизация холодного конца турбины**  
 Увеличение мощности 1000 МВт блока ↑ 1 МВт (2 МВт)



**On-line Наблюдение & диагностика Блока**  
 - Точный прогноз мощности блока  
 - Поиск утраченных МВт  
 - Увеличение коэффициента эффективности  
 Погрешность прогнозирования 1000 МВт блока 2,0 (1,0) МВт



**On-line Диагностика Конденсатора**  
 - Своевременная тревога  
 - Подсос воздуха, загрязнение  
 Погрешность 0,2 кПа (0,1 кПа)



**Off-line Диагностика Градири**  
 - Загрязнение и повреждение вставок  
 - Планирование сервиса  
 Погрешность 0,4 °C (0,2 °C)