



WANO

GLOBAL LEADERSHIP IN **NUCLEAR SAFETY**



WANO

GLOBAL LEADERSHIP IN NUCLEAR SAFETY

Круглый стол АО РАСУ

«Эволюция автоматизации АЭС: от реле до цифровых технологий»

Дмитрий Вадимович Чичикин

Московский Центр ВАО АЭС

Руководитель направления Поддержка новых энергоблоков

Научно-техническая конференция посвященная 65-летию атомной энергетики и первой в мире АЭС «История, традиции, опыт, знания и кадры Атомной Энергетики как ресурсы развития в 21 веке»

26-27 июня 2019 г.

г. Обнинск, Россия

Максимально повышать безопасность и надежность АЭС во всем мире, прилагая совместные усилия для оценки, сравнения с лучшими достижениями и совершенствования эксплуатации посредством взаимной поддержки, обмена информацией и использования положительного опыта



МИССИЯ ВАО АЭС

Энергоблоки АЭС в мире

449 энергоблоков в Эксплуатации

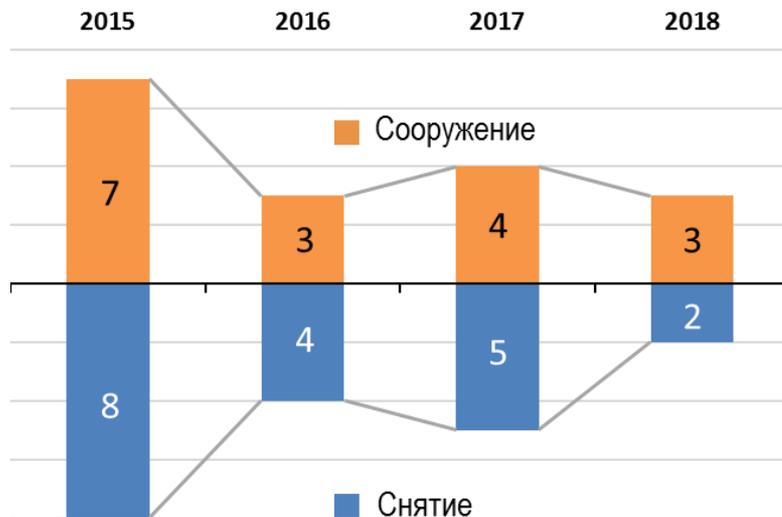
54 энергоблоков в стадии Сооружения

86 энергоблоков Планируется к строительству

176 энергоблоков Снятых с эксплуатации

328 энергоблоков старше 60 лет должны быть выведены из эксплуатации в период с 2030 по 2050 гг.

Количество сооружаемых и снятых с эксплуатации энергоблоков с 2015 по 2018 гг.



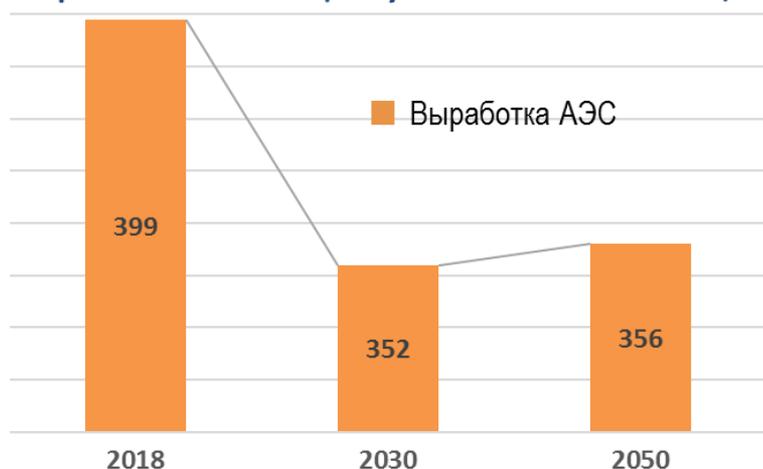
Прогнозируемая выработка электроэнергии в мире с 2015 по 2050 гг. по источникам энергии (в трлн кВт*ч)



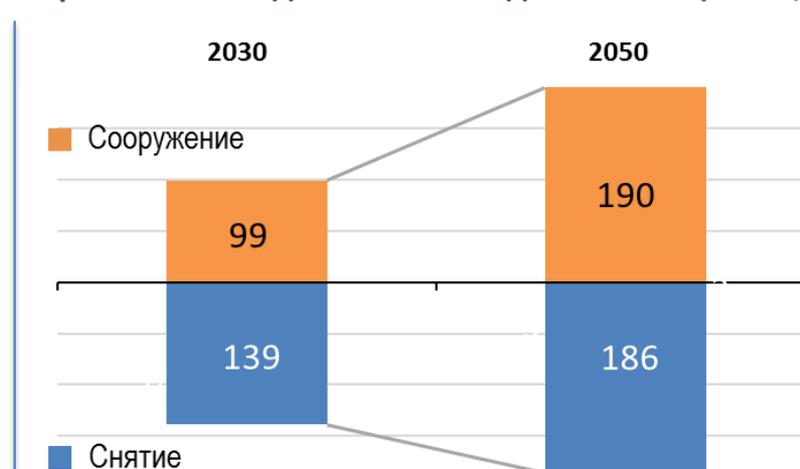
Мировой потенциал АЭС

- ❑ Согласно прогнозу МАГАТЭ мировой потенциал АЭС может снизиться к 2030 году до 352 ГВт, и к 2050 году стабилизироваться на уровне 356 ГВт. Такое возможно потому, что в указанный период **будет выведено из эксплуатации** большое количество энергоблоков.
- ❑ В период до 2030 года **будет выведено из эксплуатации 139 ГВт** мощностей АЭС и введено только 99.
- ❑ В период 2030-2050 годов соотношение составит соответственно 186 и 190 ГВт.

Прогноз по потенциалу АЭС к 2030 и 2050 гг, ГВт



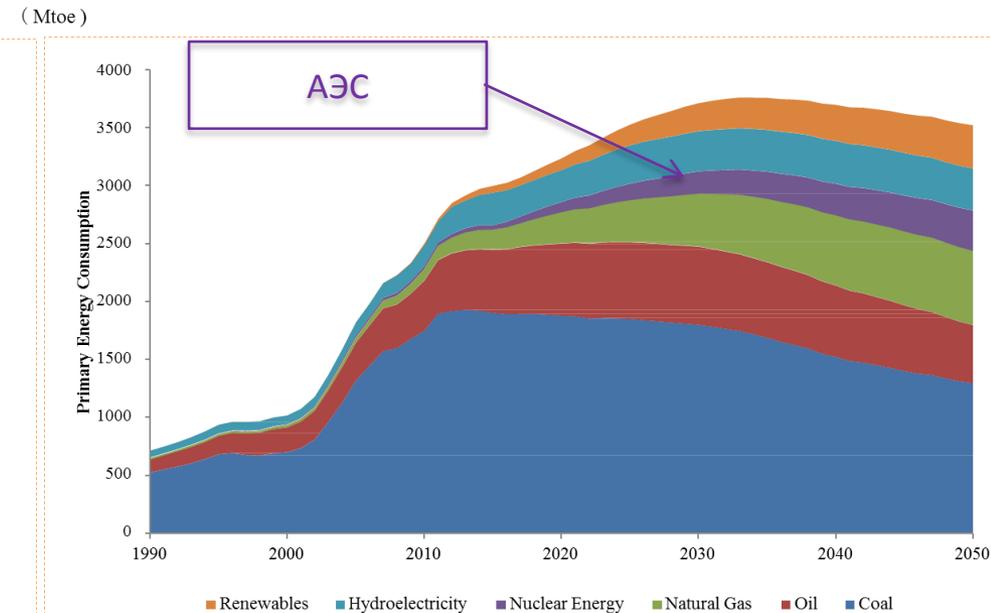
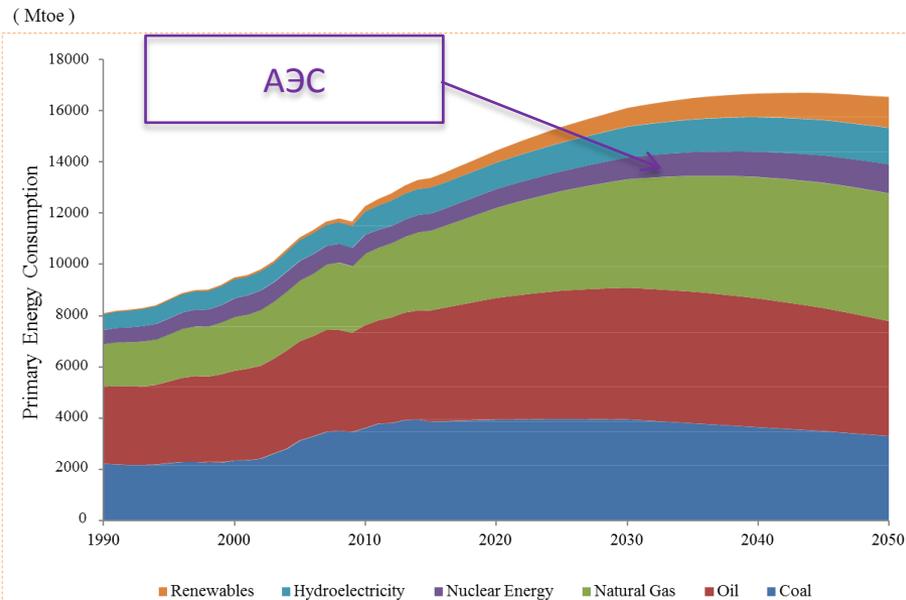
Прогноз по введённой и выведённой мощности, ГВт



Энергопотребление

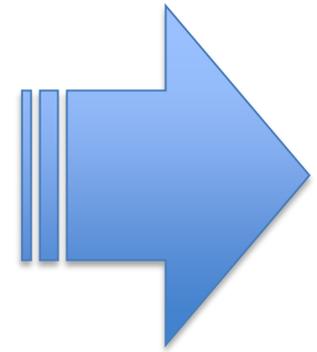
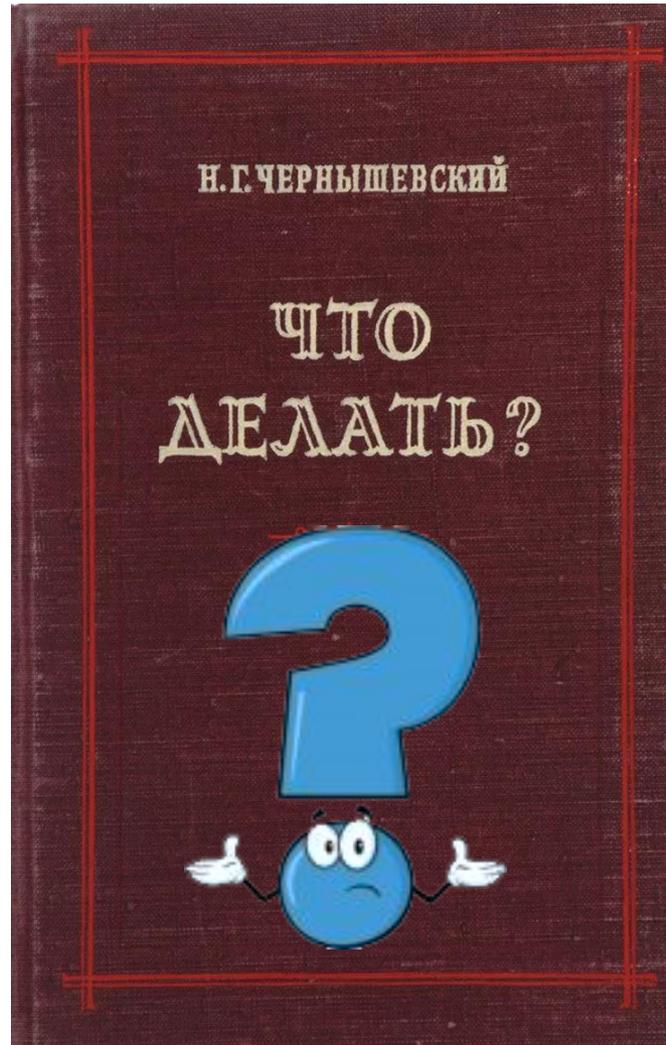
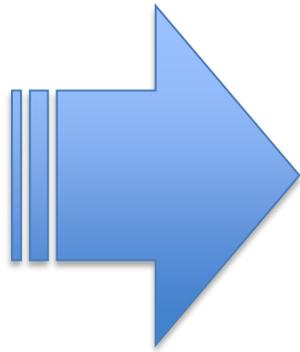
Мировое потребление энергии

Потребление энергии в Китае



Источник: Economics&Technology Research Institute (CNPC ETRI) 2017

Извечный вопрос



Цифровая трансформация

Цифровая экономика – экономическое производство с использованием цифровых технологий. Условие для перехода к следующему технологическому укладу (индустрия 4.0)



Цифровая энергетика – часть цифровой экономики.

Цифровая трансформация атомной энергетики (АЭ) – процесс перехода «Традиционной» АЭ к «Цифровой» АЭ через реинжиниринг (пересмотр) всех существующих процессов с внедрением цифровых технологий.

Цифровизация в энергосистемах

□ **Цифровизация** — это один из помощников в управлении такими большими объектами, как энергосистема. Прежде всего, это способ обработки большого объема данных, в том числе в онлайн режиме, для оптимального распределения ресурсов.



□ **Цифровизация в энергетике** — инструмент, для оптимизации управления процессом производства электроэнергии в условиях имеющихся ограничений, с широким использованием риск-ориентированного подхода и прогнозных методов управления. Инструмент для повышения эффективности.

Автоматизация или Цифровизация?



WANO

GLOBAL LEADERSHIP IN NUCLEAR SAFETY

Автоматизация



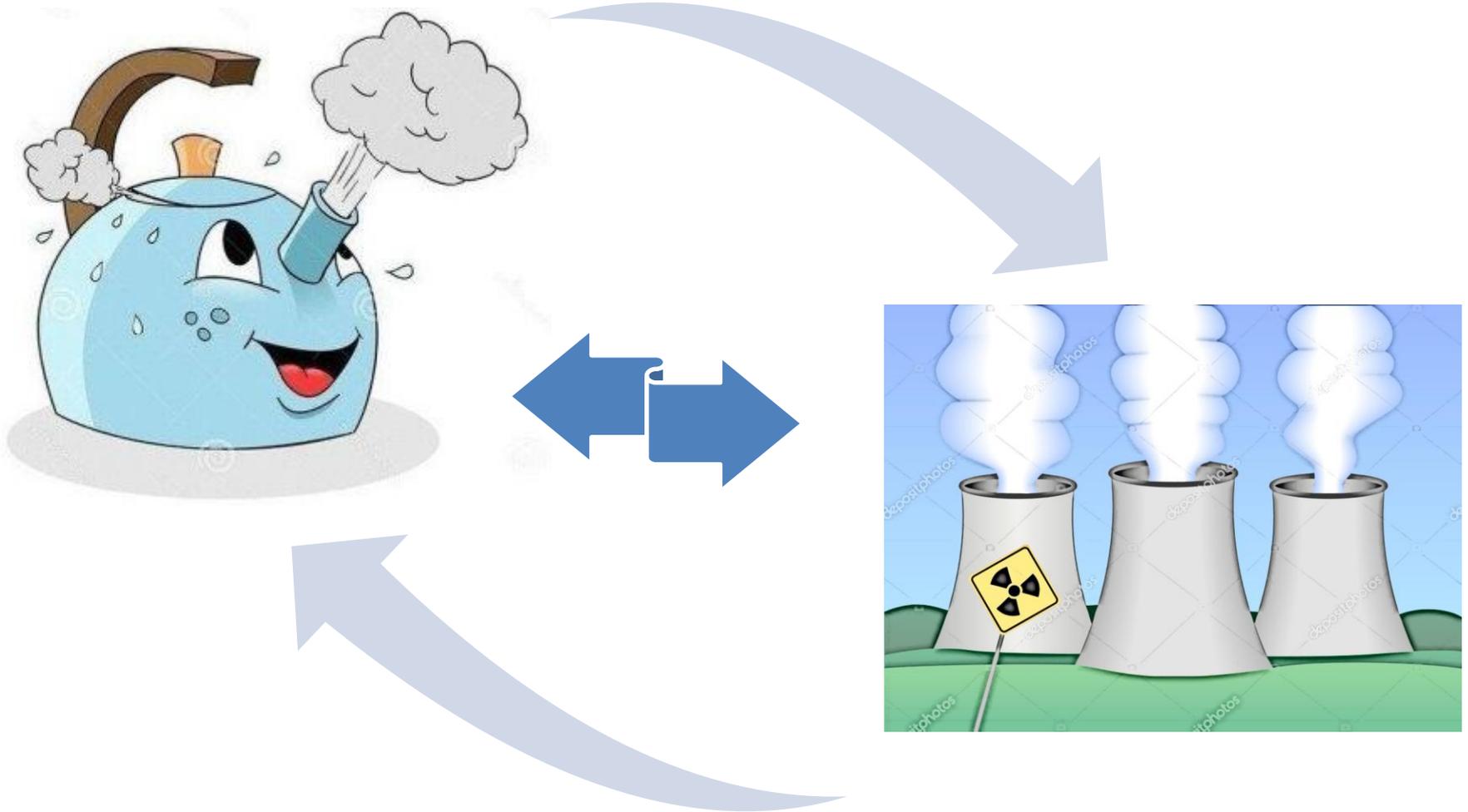
Цифровизация

Цифровизация – корпоративный сегмент. **Автоматизация** – технологический сегмент

Цифровизация – помогает **Автоматизации**. И наоборот.

Другими словами, текущее состояние автоматизации технологических процессов в отрасли позволяет сделать переход на цифровые технологии эволюционным, а не революционным путем.

Цифровое будущее в энергетике



Продукты цифровых технологий

- Big Data
- Предиктивная аналитика
- Smart Grid
- Цифровые двойники
- Интернет вещей
- Умный дом. Умный город
- Беспилотный автомобиль
- Аддитивные технологии
- Нейронные сети. Блокчейн
- Квантовые компьютеры
- Искусственный интеллект
- Промышленные роботы

*Квалифицированный Персонал
– главный, кто будет
задействован в «цифре»*



Обратная ситуация

Цитата: «Развитие цифровизации способно высвободить в РФ «при прочих равных» 12,5 млн занятых к 2030 году».

Прежде всего это коснется сферы торговли и ремонта. Из нее в течение 12 лет придется уйти более чем 3 млн работников. На втором месте по высвобождению – обрабатывающие производства: их должны будут покинуть более 2 млн работников к 2030-му. Далее следуют строительство, сельское хозяйство и транспорт: в каждой из этих сфер численность занятых сократится к 2030 году почти на 1,2 млн человек.

Источник: Независимая Газета.

Последствия цифровизации?



Nuclear Power Reactor
Operators

95%

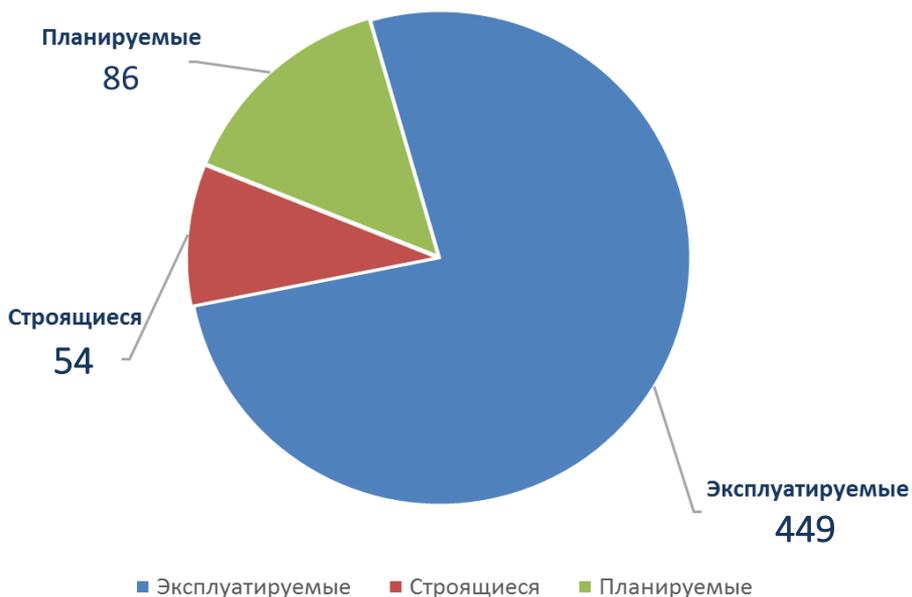
Will "Nuclear Power Reactor Operators" be replaced by AI & Robots?

It's highly likely this occupation will be replaced by robots/AI. However, workers may be able to take some comfort in the results from our poll, which shows a 39% chance of automation within the next 2 decades.

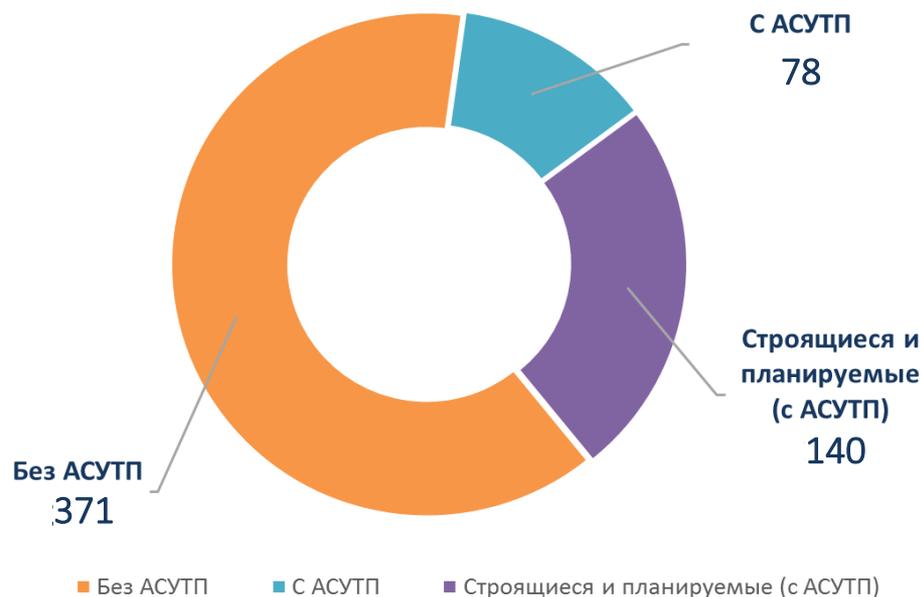
Цифровизация АЭС

Широкомасштабное замещение аналоговых систем контроля и управления (СКУ) на цифровые

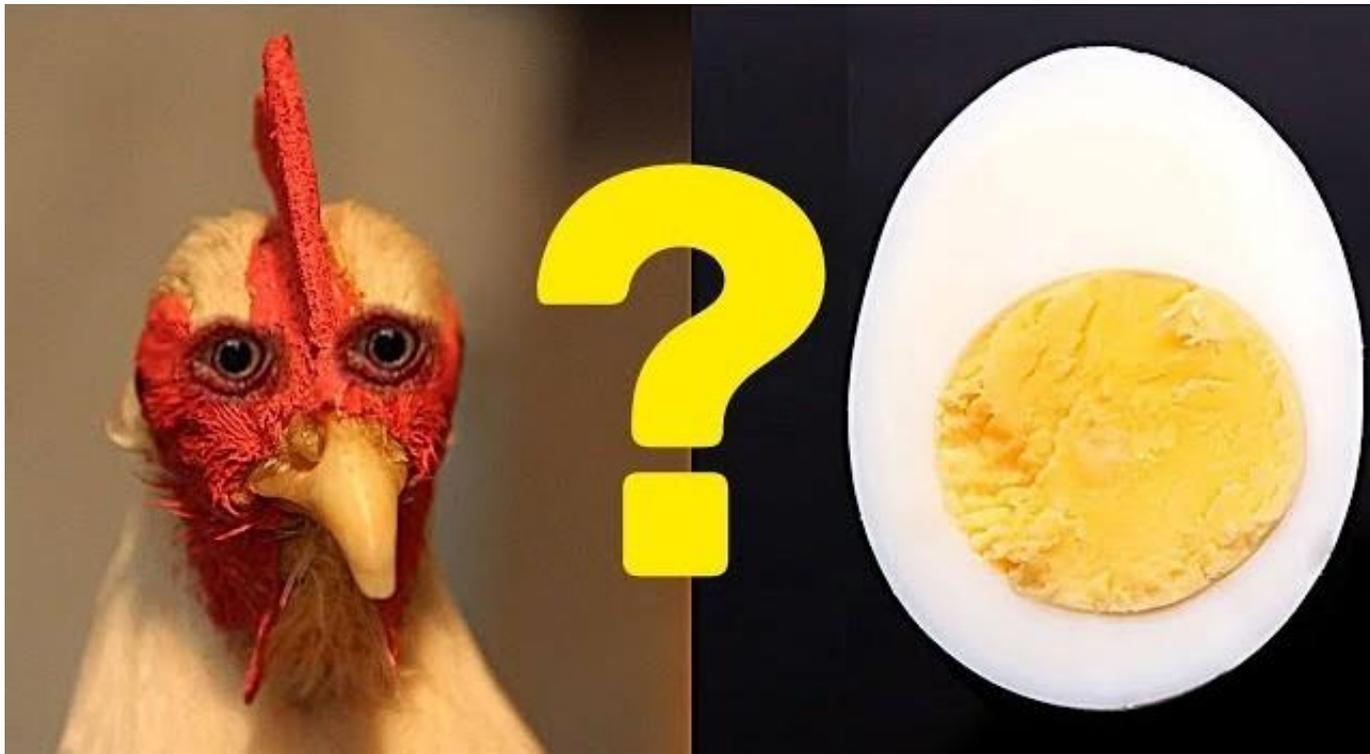
Мировой парк энергоблоков АЭС



Энергоблоки с цифровыми СКУ (АСУ ТП)



Кто “главнее”: Оператор или АСУ ТП?



Цифровизация VS Оператор

- ❑ Рост автоматизации процессов → снижение роли оператора и его влияния на процесс.
- ❑ Для оператора АСУ ТП не должна быть «черным ящиком».
- ❑ Обеспечение надежности алгоритмов, функций систем и программного обеспечения.
При этом, вероятность отказа компьютеризированных систем $<10^{-4}$
- ❑ Ответственность за ядерные риски: оператор или цифровая СКУ (разработчик системы или проектная организация)?
- ❑ Любые модификации не должны снижать запасы безопасности (safety margins) и достигнутые стандарты надежности работы АЭС.



АЭС и Регулирующий орган



Ключевые моменты



- ❑ Атомная энергетика жестко регулируемая область в части предъявляемых условий лицензирования и ядерной безопасности.
- ❑ Риски для успешной работы атомного энергоблока вследствие отказов цифровых СКУ с влиянием на ядерную безопасность являются значительными.
- ❑ Безопасность и надежность – основные ориентиры и приоритеты при разработке, поставке и эксплуатации цифровых СКУ на атомных энергоблоках.

Широкомасштабное внедрение цифровых СКУ на АЭС – новые вызовы обеспечению ядерной безопасности при эксплуатации атомных энергоблоков.



Спасибо за внимание

Дополнительная информация

www.wano.info

www.wanoms.ru