

# Энергоэффективность ЦОД: способы измерения и повышения

Алексей Солодовников

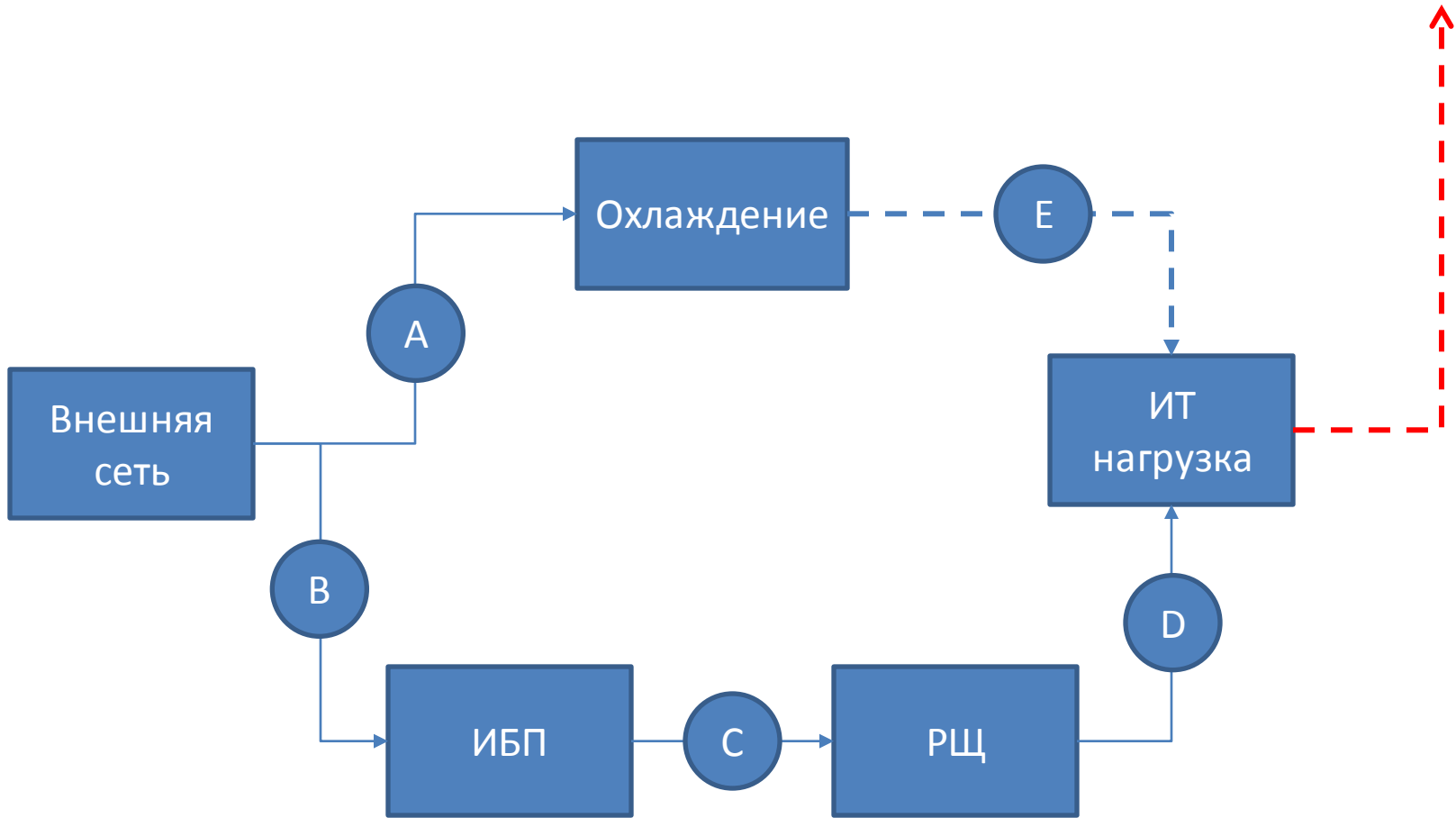
Руководитель департамента,  
APC by Schneider Electric



# История вопроса

- 2006: G.W.Bush (Jr) => EPA
- 2007: EPA report to US congress
- Масса открытий для широкой публики:
  - Что такое PUE
  - Сколько электроэнергии потребляют серверы и ЦОДы в масштабах США
  - Сценарии развития ситуации

# Что такое PUE?



$$PUE = \frac{A + B}{D}$$

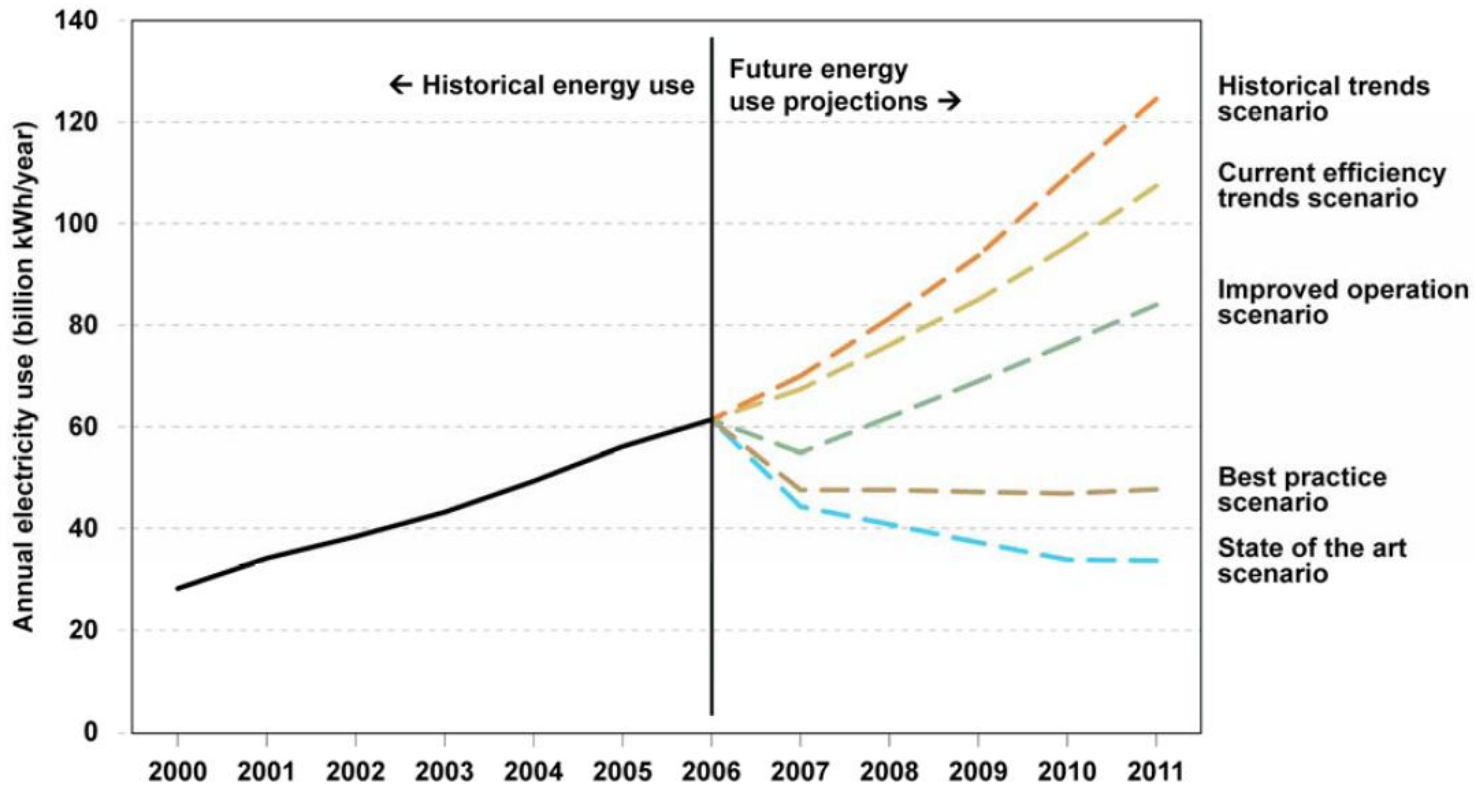
# Сколько электроэнергии потребляют серверы и ЦОДы?

2006	Выработка электроэнергии, млрд кВт-ч	Потребление серверов и ЦОДов, млрд кВт-ч	Серверы и ЦОДы в %
США	4,067	61	1.5%
РФ	910	1.3	0.1%

- При сохранении текущих тенденций
  - Удвоение потребления к 2011 году до 12 ГВт пикового потребления
  - Годовое потребление > 100 млрд кВт-ч
  - Годовой счет за электричество 7.4 млрд USD

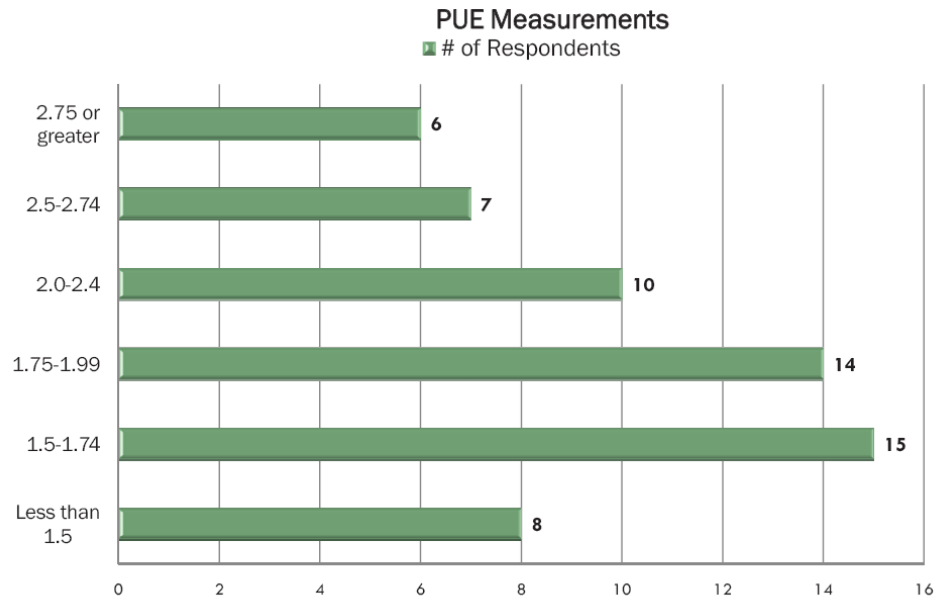
# Отчет ЕРА: прогнозы и сценарии

Figure ES-1. Comparison of Projected Electricity Use, All Scenarios, 2007 to 2011



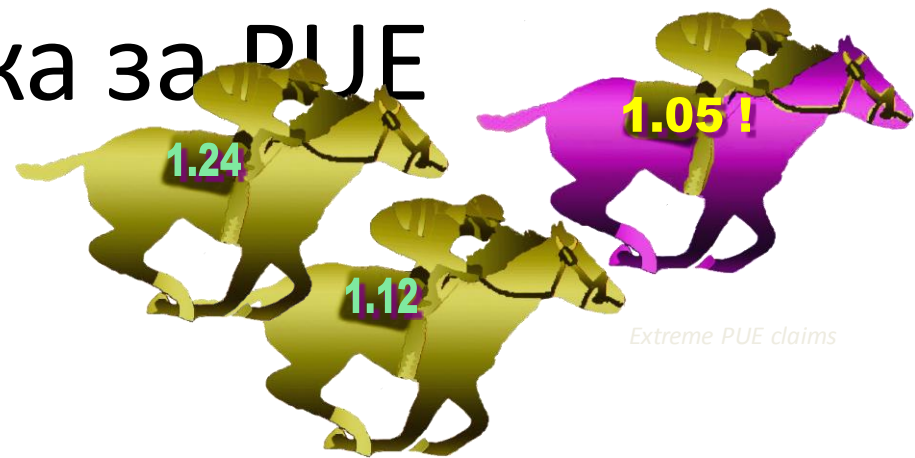
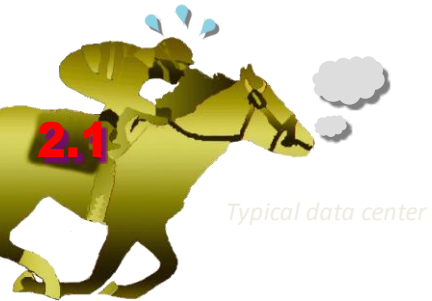
# 2009: прогресс?..

## PUE SUMMARY



Источник: GreenGrid White Paper #26: Energy measurement survey results analysis

# Гонка за PUE



## ***Источник...***

- Google 1.12
- Microsoft “data lab” 1.24
- Microsoft Generation 4 data centers (PUE target) 1.12
- «Проектируемые ЦОД»  
(<http://megawattconsulting.com/blog/>)

## ***Значение PUE...***

1.08  
1.06  
1.05



***Вот бы  
и нам  
так  
же!..***

# Гонка за PUE


- PUE Нуле [нуле: 1) обман, мошенничество, пускание пыли в глаза 2) навязчивая (агрессивная) реклама]
- Скорее всего, Вы – не Google и не Microsoft, у Вас нет ни такого количества ЦОД, ни такого бюджета на «озеленение», ни такой же организации вычислительного процесса (+)



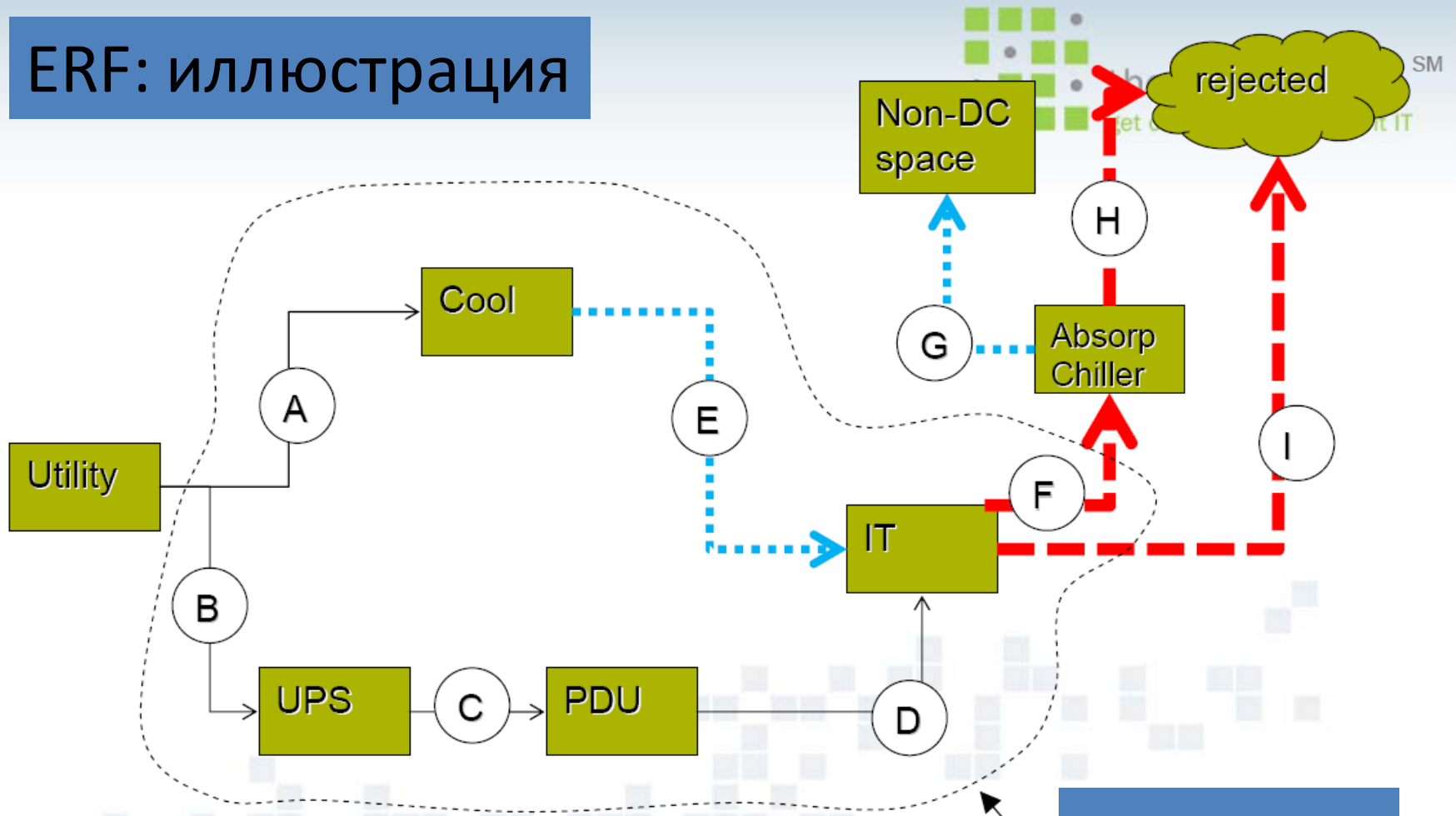
# PUE < 1?

- «Я подвергаю регенерации часть тепла, которое вырабатывает мой ЦОД, так что в результате значение PUE составляет 0.8!»

# PUE < 1?

- «Я подвергаю регенерации часть тепла, которое вырабатывает мой ЦОД, так что в результате значение PUE составляет 0.8!»
- Регенерация – это, безусловно, хорошо, но определение PUE таких вольностей не позволяет
- TheGreenGrid: ERF = Energy Re-use Factor – еще одна метрика для оценки эффективности регенерации энергии

## ERF: иллюстрация



$$PUE = \frac{A + B}{D}$$

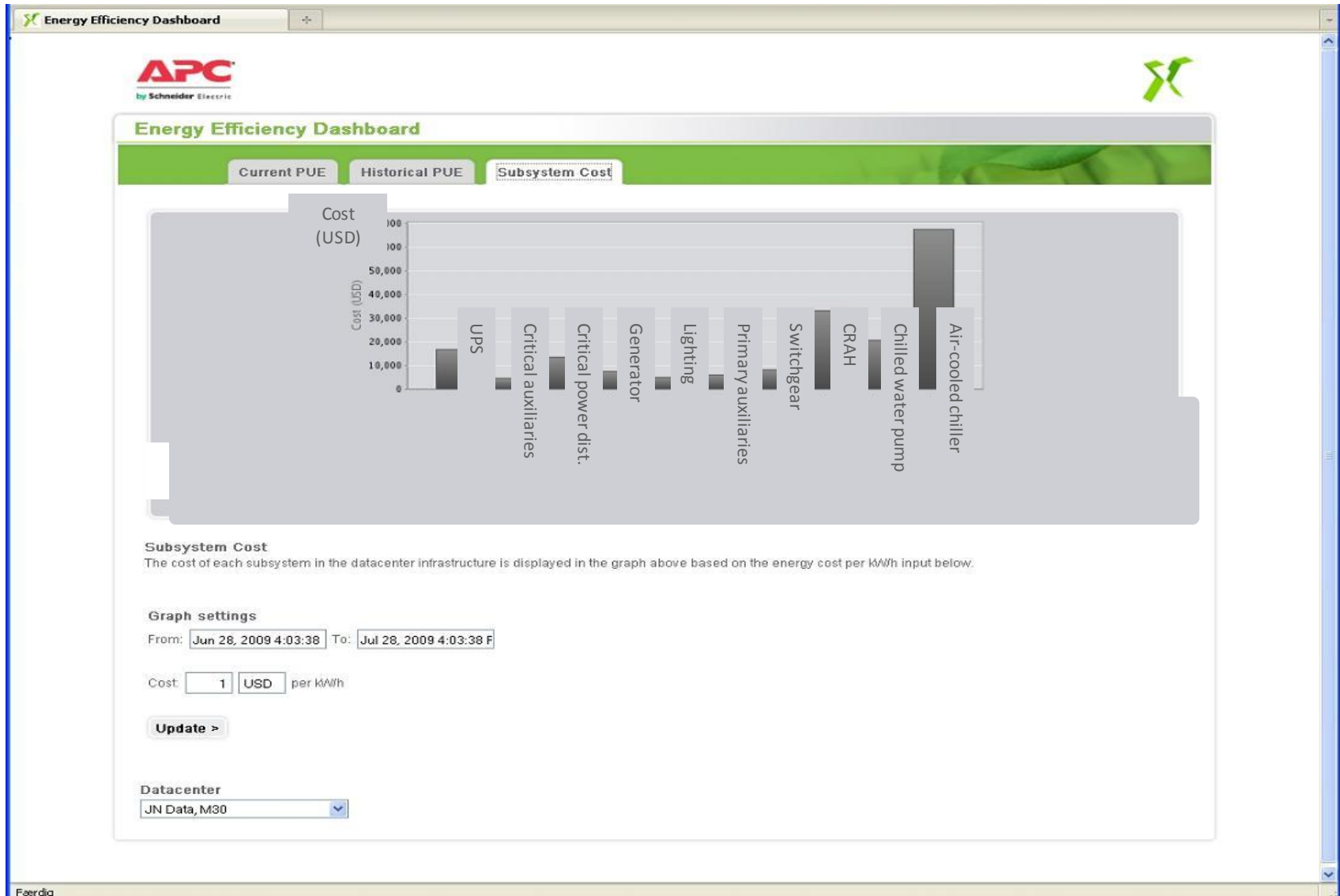
$$ERF = \frac{A + B - F}{D}$$

Граница ЦОД

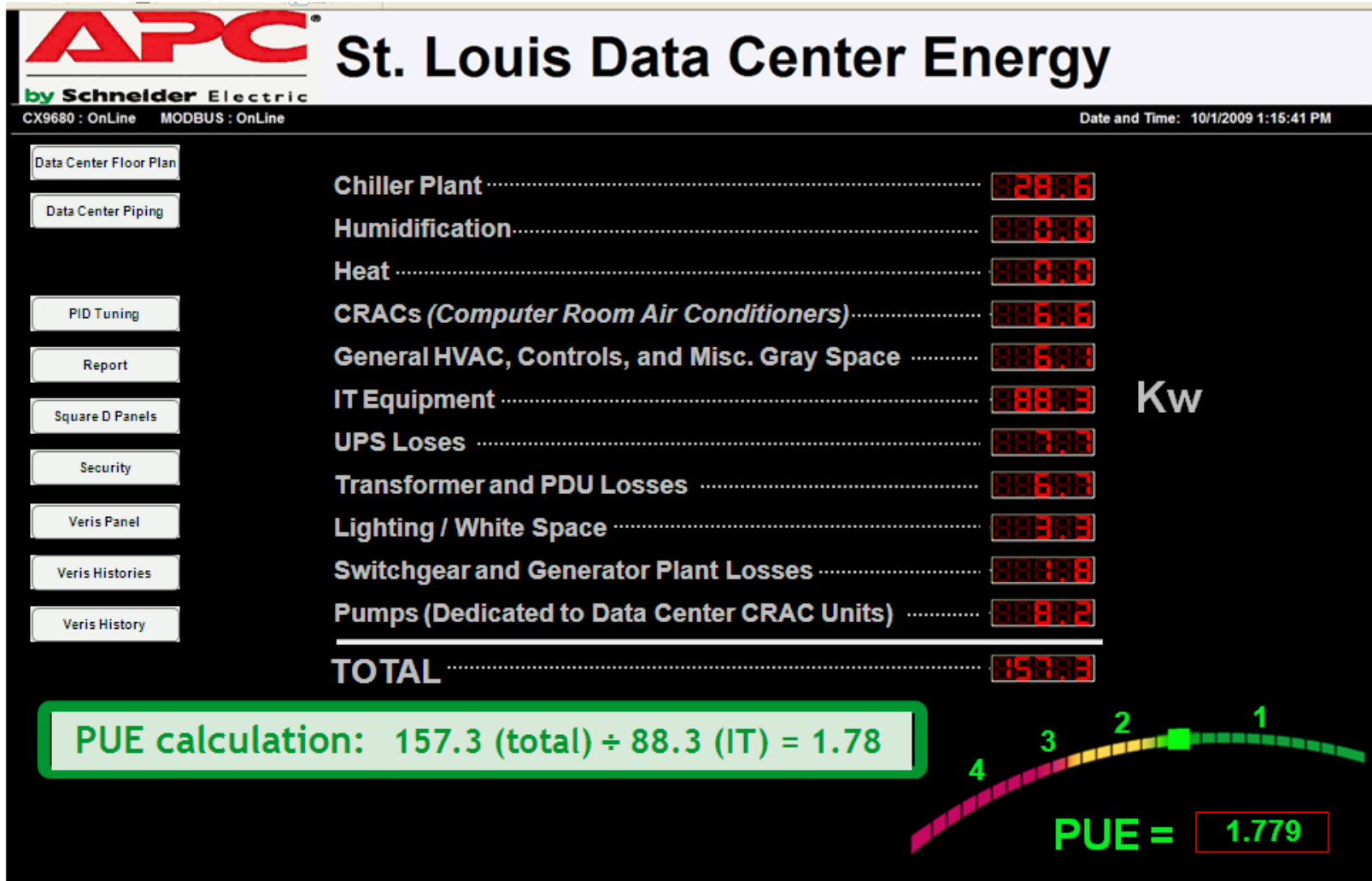
# PUE: так сколько же?..

- Измерения и еще раз измерения
- GreenGrid White Paper #26: Energy measurement survey results analysis

# Счет за электричество: детализация



# BMS и много счетчиков электроэнергии: PUE в реальном масштабе времени



# 1.78?? Многовато будет?!

- Зато точно и честно
- Измерено => ясно, над чем работать
- 1.24, 1.12 и т.д.:
  - ТОЛЬКО на больших мегаваттах
  - пока ТОЛЬКО с использованием малоопробованных технологий
  - Спасибо Google, Microsoft, Intel et al. за новаторство

Большие мегаватты ...



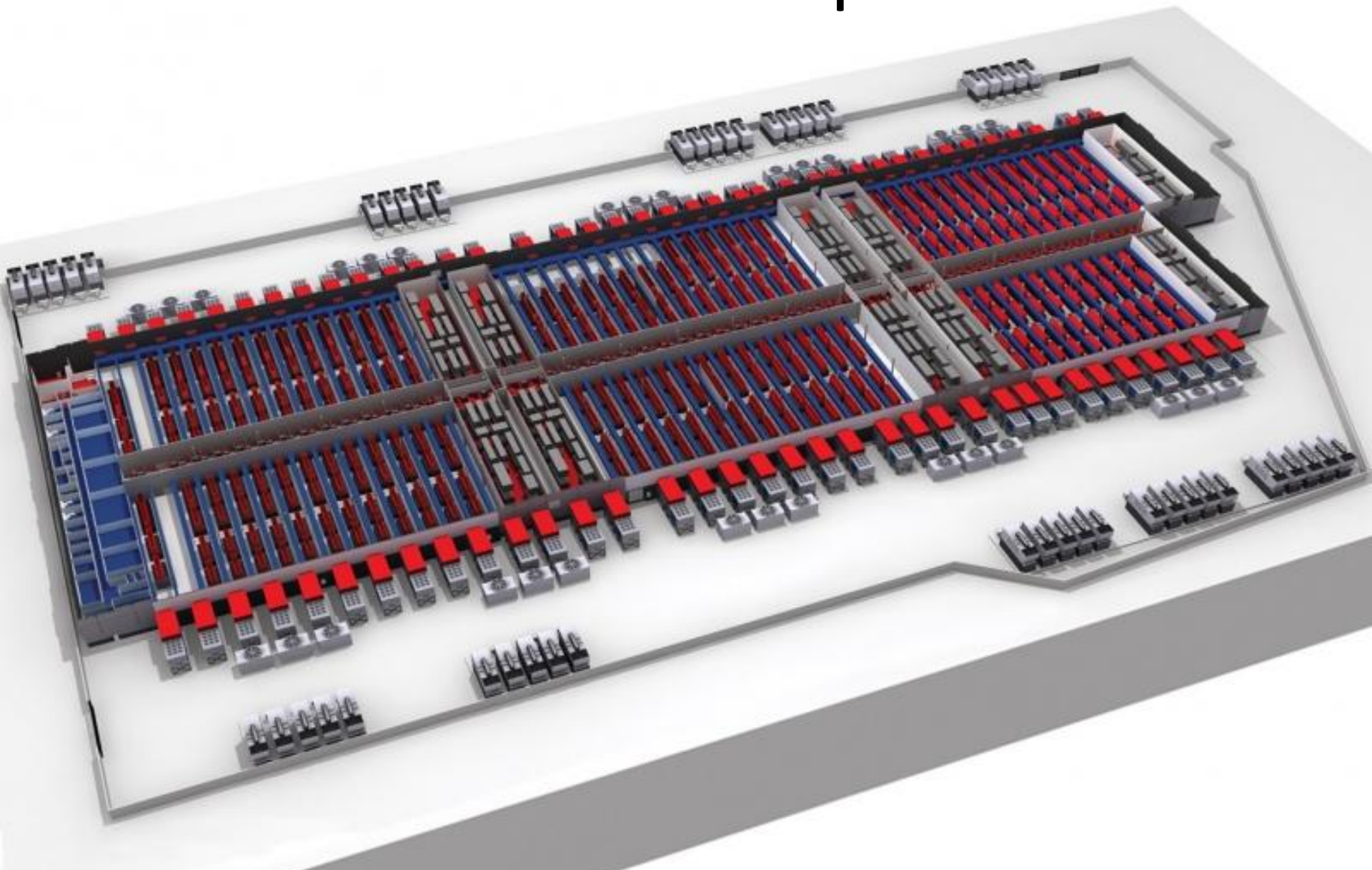
# www.switchnap.com

- <http://www.datacenterknowledge.com/special-report-the-worlds-largest-data-centers/>
  - #10 по площади
  - ?? #1 по плотности мощности ??
- 38,000 кв.м. площади
- 250 МВт установленной мощности
- 84 МВт ИТ-нагрузка
- > 7,000 серверных стоек @ 12 кВт/стойку
- ~30% заполнение (май 2010)
- Лас-Вегас, штат Невада

[www.switchnap.com](http://www.switchnap.com)



[www.switchnap.com](http://www.switchnap.com)

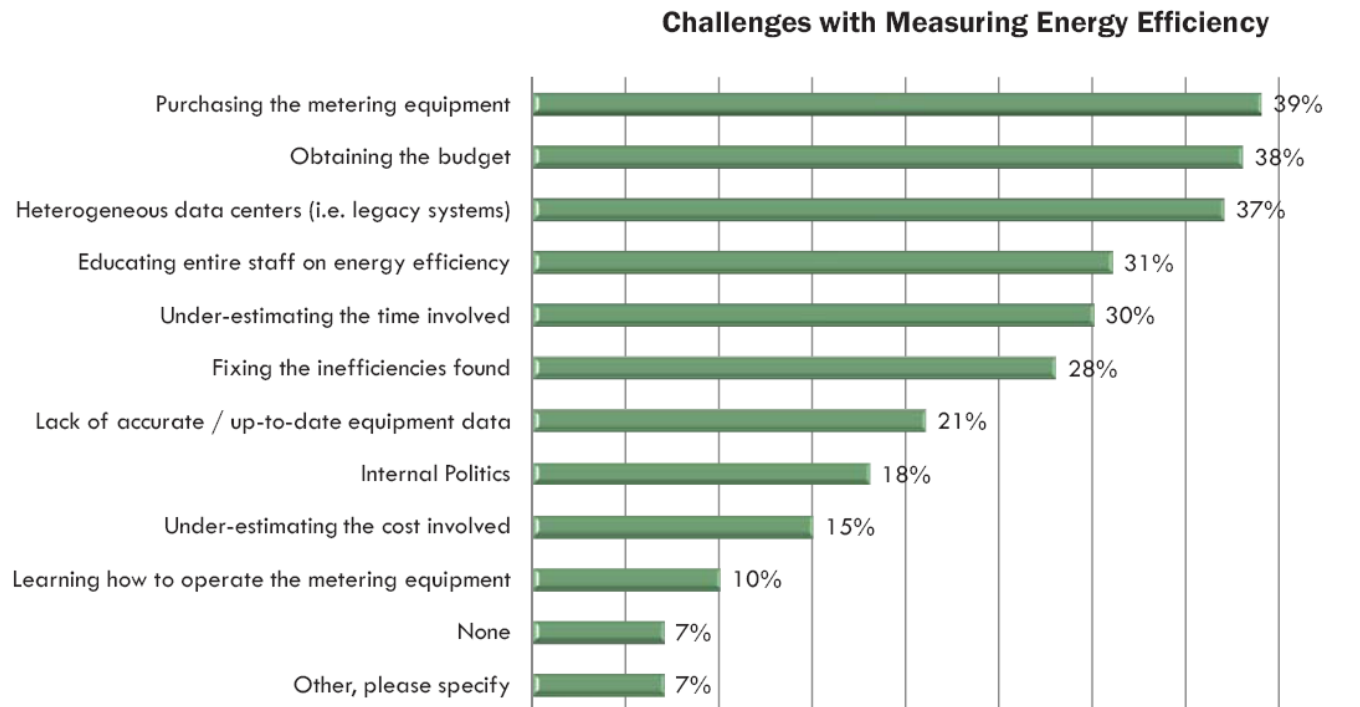


# www.switchnap.com

- 14 месяцев эксплуатации
- Average annual PUE = 1.21
- Источник: Ms. Young, Switch Communications Group Executive VP

# А что делать, если счетчиков пока нет?

## CHALLENGES FACED WHEN MEASURING ENERGY EFFICIENCY



Источник: GreenGrid White Paper #26: Energy measurement survey results analysis

# Data Center Efficiency Calculator

Impact of alternative power and cooling approaches on energy costs

**INPUTS**

**About this tool**

Data center capacity:  kW

Total IT load:

Electricity cost per kWh:  \$

UPS system: Legacy

Power redundancy: Single path power

Cooling system: Chilled water

Chiller: Chiller with cooling tower

Air distribution: Perimeter cooling

CRAC/CRAH redundancy: Single Path CRAC/CRAH

Heat rejection redundancy: Single path heat rejection

Water-side economizer time:

Standby generator

PDUs without transformers

Blanking panels

Energy efficient lighting

Dropped ceiling return

Deep raised floor

UPS in Eco mode

CRAC/CRAH on UPS

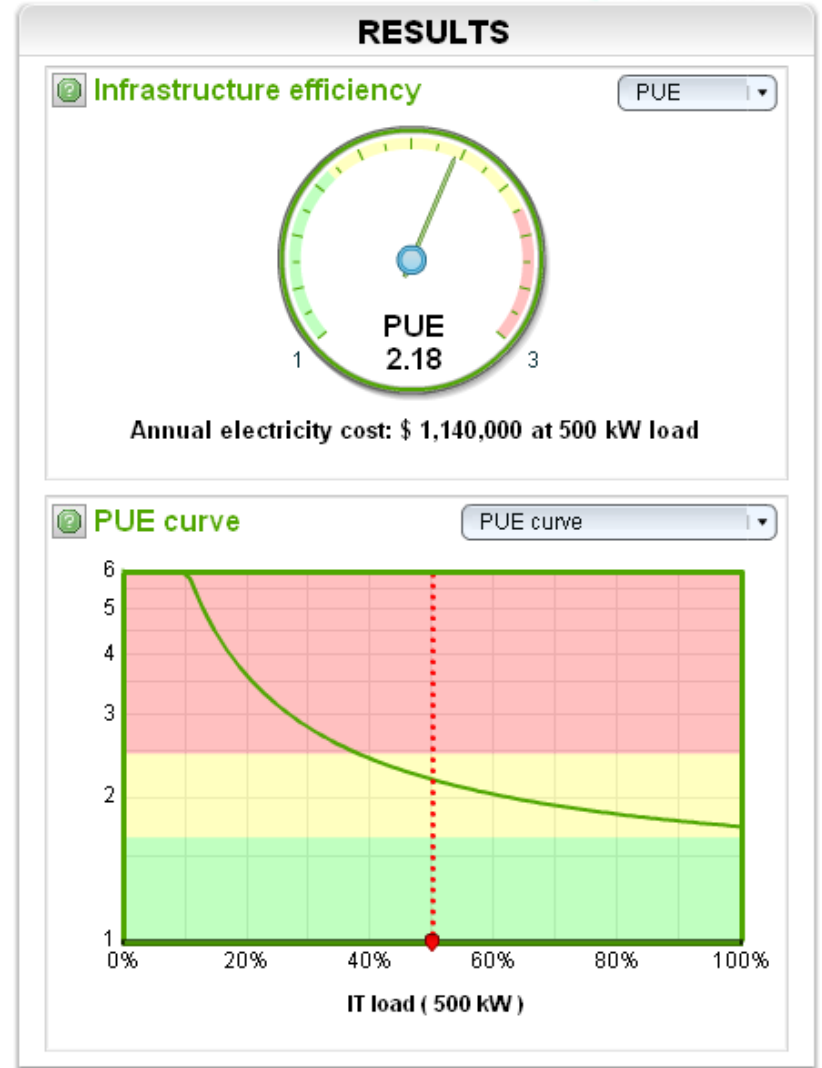
Coordinated CRAC/CRAH

VFD heat rejection pumps

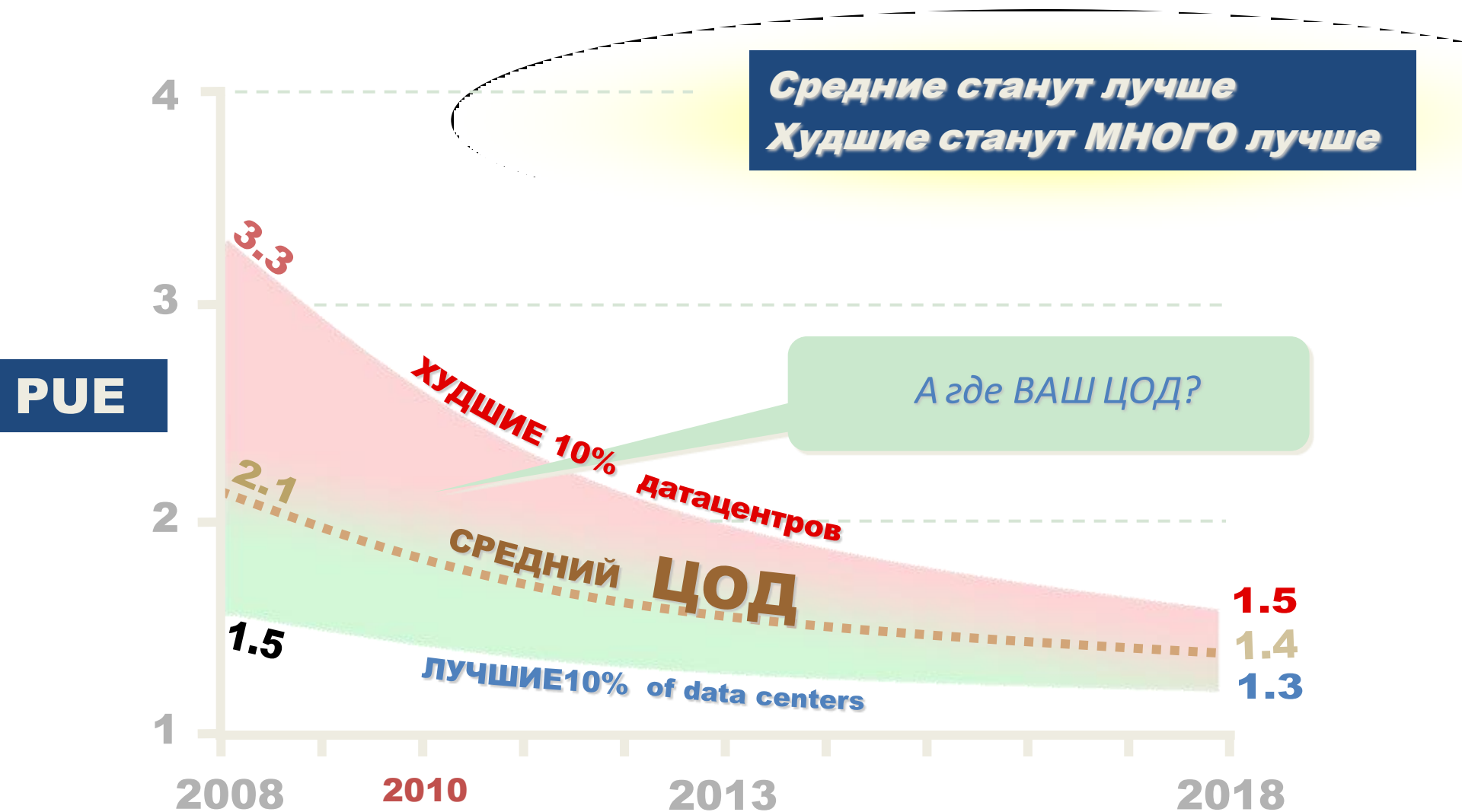
VFD chilled water pumps

Optimized rack layout

Optimized tile placement



# Динамика PUE: реалистичный прогноз



# Что делать?

- Строить ЦОД в Архангельске?
- Срочно внедрять Kyoto Cooling / охлаждение при помощи открытой форточки / и т.д. и т.п.?
- Кен Брилл [Kenneth G.Brill, Uptime Institute Founder]: приоритеты при проектировании ЦОД :
  - #1: availability



# Что делать?

- Строить ЦОД в Архангельске?
- Срочно внедрять Kyoto Cooling / охлаждение при помощи открытой форточки / и т.д. и т.п.?
- Кен Брилл [Kenneth G.Brill, Uptime Institute Founder]: приоритеты при проектировании ЦОД :
  - #2: availability

# Что делать?

- Строить ЦОД в Архангельске?
- Срочно внедрять Kyoto Cooling / охлаждение при помощи открытой форточки / и т.д. и т.п.?
- Кен Брилл [Kenneth G.Brill, Uptime Institute Founder]: приоритеты при проектировании ЦОД :
  - #3: availability

# Что делать?

- Строить ЦОД в Архангельске?
- Срочно внедрять Kyoto Cooling / охлаждение при помощи открытой форточки / и т.д. и т.п.?
- Кен Брилл [Kenneth G.Brill, Uptime Institute Founder]: приоритеты при проектировании ЦОД :
  - #4, 5, 6, 7, 8 and 9: availability

# Что делать?

- Строить ЦОД в Архангельске?
- Срочно внедрять Kyoto Cooling / охлаждение при помощи открытой форточки / и т.д. и т.п.?
- Кен Брилл [Kenneth G.Brill, Uptime Institute Founder]: приоритеты при проектировании ЦОД :
  - #10: PUE

# PUE: что делать?

- Советы от Билла Вейла [Bill Weihl, Green Energy Czar at Google]:
  - Держите горячее и холодное отдельно: Google использует контейнеризацию горячих коридоров
  - Сделайте погорячее: Google поддерживает температуру на входе серверов 26...27°C
  - Дайте чиллеру передышку – используйте free cooling, охлаждение уличным воздухом и т.п.