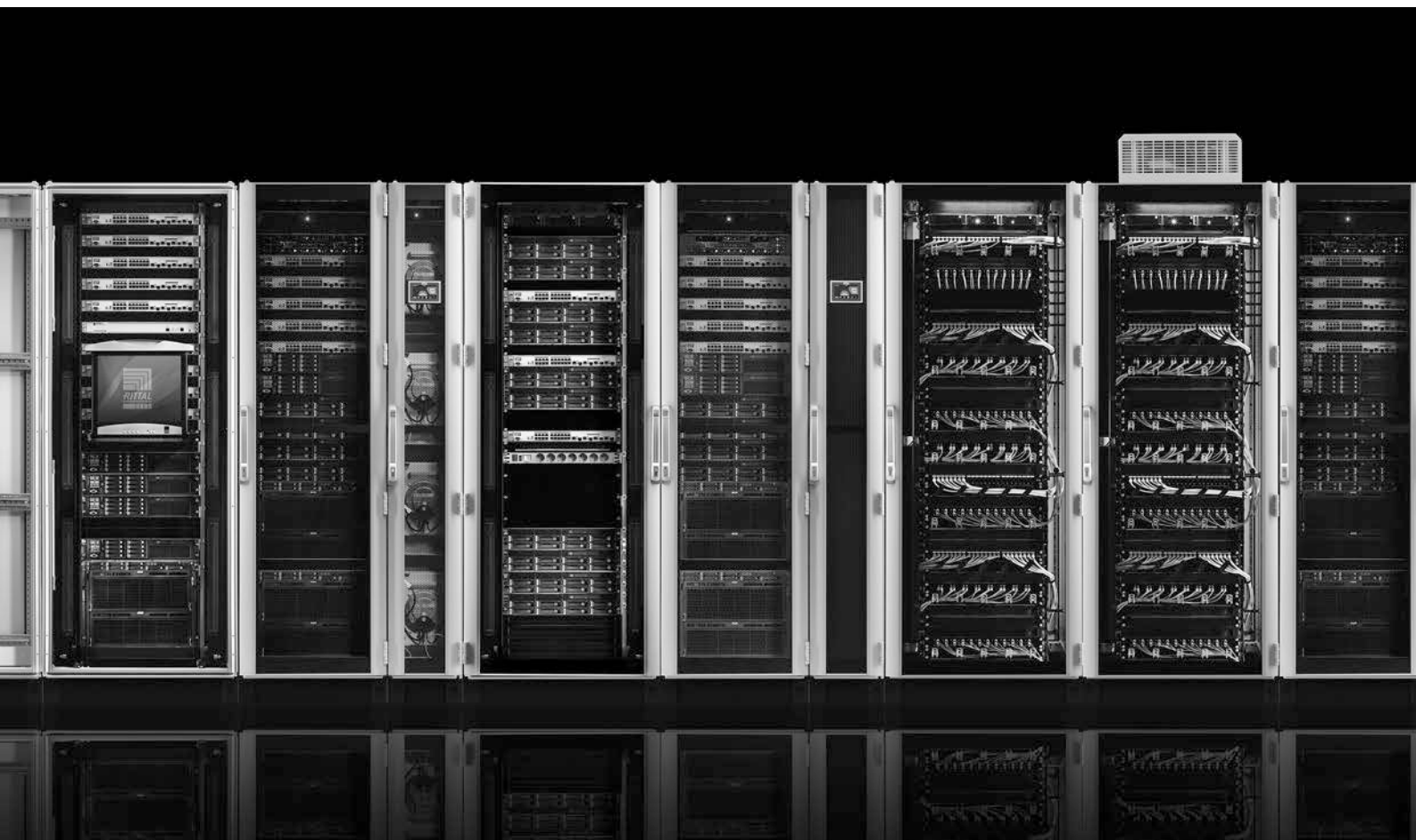


# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



Whitepaper –  
метрики в технологиях IT и ЦОД

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



# Содержание

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Введение</b> .....                                          | 5  |
| <b>Метрики</b> .....                                           | 6  |
| PUE – Power Usage Effectiveness.....                           | 6  |
| pPUE – partial Power Usage Effectiveness .....                 | 7  |
| DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency .....             | 8  |
| CUE – Carbon Usage Effectiveness .....                         | 10 |
| WUE – Water Usage Effectiveness .....                          | 11 |
| EER – Energy Efficiency Ratio .....                            | 12 |
| COP – Coefficient of Performance.....                          | 12 |
| ESEER/SEER – (European) Seasonal Energy Efficiency Ratio ..... | 13 |
| cosφ – коэффициент мощности .....                              | 14 |
| Эффективность AC-AC.....                                       | 15 |
| <b>Литература</b> .....                                        | 16 |
| <b>Перечень сокращений</b> .....                               | 18 |

## Список рисунков

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Рисунок 1: PUE ЦОД RiMatrix S – Single 6.....                                     | 7  |
| Рисунок 2: pPUE модуля ЦОД RiMatrix S – Single 6.....                             | 8  |
| Рисунок 3: DCiE ЦОД RiMatrix S – Single 6.....                                    | 9  |
| Рисунок 4: Расчет CO <sub>2</sub> для энергоносителей в Германии (1990-2014)..... | 10 |
| Рисунок 5: Facebook Прайнвилль – адиабатическое охлаждение.....                   | 11 |
| Рисунок 6: Facebook Прайнвилль – панель управления .....                          | 12 |
| Рисунок 7: Зависимость EER от температуры .....                                   | 13 |

## Список определений

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Определение 1: PUE- Power Usage Effectiveness .....                   | 6  |
| Определение 2: pPUE – частичное PUE .....                             | 7  |
| Определение 3: DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency .....     | 8  |
| Определение 4: среднее значение PUE .....                             | 9  |
| Определение 5: CUE – Carbon Usage Effectiveness .....                 | 10 |
| Определение 6: WUE – Water Usage Effectiveness.....                   | 11 |
| Определение 7: EER – Energy Efficiency Ratio.....                     | 12 |
| Определение 8: COP – Coefficient of Performance .....                 | 12 |
| Определение 9: ESEER– European Seasonal Energy Efficiency Ratio ..... | 14 |
| Определение 10: SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio .....         | 14 |
| Определение 11: cosφ – коэффициент мощности.....                      | 14 |
| Определение 12: Эффективность AC-AC .....                             | 15 |

## Список таблиц

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Таблица 1: Обзор метрик.....                                                      | 5  |
| Таблица 2: Коэффициенты ESEER .....                                               | 13 |
| Таблица 3: Входной коэффициент мощности ABB-Rittal DPA Upscale .....              | 15 |
| Таблица 4: Зависимость эффективности от нагрузки у ИБП ABB-Rittal DPA Upscale ... | 15 |

# Общий обзор

Центры обработки данных (ЦОД) в цифровом мире 21 века являются ключевым элементом в различных отраслях и находят применение в том числе в промышленности, больницах, аэропортах, а также во всех областях, связанных с интернетом и телекоммуникациями. В частности, постоянный рост использования мобильных устройств и возрастающий объем передаваемых данных ведут к тому, что ЦОДы и в будущем будут продолжать расти.

Крупные ЦОДы для облачных и colocation-приложений потребляют десятки киловатт электроэнергии. Приходящаяся на все ЦОДы мира суммарная доля выбросов CO<sub>2</sub> постоянно растет. Так, GeSI (Global e-Sustainability Initiative) [Ссылка 1] прогнозируют, что доля IT-решений в мировых выбросах CO<sub>2</sub> увеличится с 1,3% в 2002 г. до 2,3% в 2020 г.

Снижение выбросов парниковых газов является не только политической или общественной задачей, но и приводит к снижению затрат на электроэнергию и поэтому имеет все более важное значение для владельцев ЦОД любых размеров.

Кроме того, в постоянно растущей конкурентной среде эффективно и непрерывно используемые ЦОДы – в рамках политики "Green IT" – являются важнейшим конкурентным преимуществом, что доказывают примеры компаний Google [Ссылка 2] и Apple [Ссылка 3].

Для оценки эффективности ЦОД имеется целый ряд метрик, которые позволяют оценить использование энергии, выбросы CO<sub>2</sub>, а также непрерывное использование воды. Кроме того, с помощью метрик имеется возможность классификации компонентов и систем, а также сравнения решений различных производителей.

Данный Whitepaper дает обзор важнейших метрик, которые имеют значение для IT-инфраструктур ЦОД. При этом показано, что отдельные метрики не являются достаточно информативными, поэтому владелец ЦОД должен определить определенный набор различных значений, которые относятся к конкретному случаю применения.

Непрерывный сбор всех необходимых данных и их наглядное отображение в форме графиков позволяет эффективно и непрерывно эксплуатировать ЦОД. При этом могут быть отображены улучшения по сравнению с предыдущими месяцами, а также найдены причины отклонений от целевых значений.

# Введение

Так как ЦОДы вносят значительный вклад в глобальные выбросы CO<sub>2</sub>, растет необходимость эффективной эксплуатации и экономного расходования имеющихся ресурсов. Снижение выбросов CO<sub>2</sub> напрямую связано с экономией электроэнергии и поэтому имеет все возрастающее значение для любого владельца ЦОД.

В основе всего лежит сбор, отображение и оценка всех необходимых параметров. Только сравнение текущих значений с целевыми, а также с архивными данными позволяет непрерывно реализовывать улучшения.

В рамках данного Whitepaper представлен ряд метрик, которые были определены для оценки эффективности физических ИТ-инфраструктур. Таблица 1 ниже содержит обзор.

| Метрика                                          | Описание                                                                                 |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| PUE- Power Usage Effectiveness                   | Оценка энергоэффективности физической ИТ-инфраструктуры ЦОД                              |
| pPUE – частичная PUE                             | Ограничение данной оценки на отдельную зону ЦОД                                          |
| DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency     | Оценка энергоэффективности физической ИТ-инфраструктуры ЦОД                              |
| CUE – Carbon Usage Effectiveness                 | Оценка выбросов CO <sub>2</sub> при генерации потребленной электроэнергии                |
| WUE – Water Usage Effectiveness                  | Оценка использования воды (например, при адиабатическом охлаждении ЦОД)                  |
| EER – Energy Efficiency Ratio                    | Классификация для холодильных устройств и установок                                      |
| COP – Coefficient of Performance                 | Классификация для холодильных устройств и установок                                      |
| ESEER– European Seasonal Energy Efficiency Ratio | Учет места установки / наружной температуры при оценке холодильных устройств и установок |
| SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio          | Учет места установки / наружной температуры при оценке холодильных устройств и установок |
| cosφ – коэффициент мощности                      | Оценка эффективности систем ИБП                                                          |
| Эффективность AC-AC                              | Оценка эффективности систем ИБП                                                          |

Таблица 1: Обзор метрик

# Метрики

## PUE – Power Usage Effectiveness

Организация "The Green Grid" [Ссылка 4] представляет собой некоммерческое объединение компаний, институтов и организаций, которое было основано в 2006 г. и чьей целью является повышение эффективности и надежности ЦОД. С этой целью "The Green Grid" определило ряд метрик, например, PUE, CUE или WUE, чтобы обеспечить возможность сравнения результатов измерений по всему миру и сделать необходимые выводы.

В данном случае одной из важнейших метрик является PUE (Power Usage Effectiveness) [Ссылка 5], которая определяется следующим образом:

$$PUE := \frac{\text{Суммарная мощность ЦОД}}{\text{Суммарная мощность IT-устройств}}$$

где:  
Суммарная мощность ЦОД := IT-инфраструктура и IT-устройства  
IT-устройства := напр.: сервера, коммутаторы, системы хранения

### Определение 1: PUE- Power Usage Effectiveness

С помощью PUE рассчитывается отношение суммарной мощности ЦОД к мощности активных компонентов, например, серверов, систем хранения и сетевого оборудования.

Чем меньшую мощность имеет IT-инфраструктуры (напр. контроль охлаждения, защита питания, освещение), тем ближе значение PUE к числу "1". Это теоретическое значение может быть достигнуто лишь тогда, когда вся потребляемая электроэнергия ЦОД расходуется на сервера, системы хранения и другие активные IT-компоненты.

Значение PUE ничего не говорит о суммарном энергопотреблении ЦОД. Поэтому само по себе значение PUE ничего не говорит о том, действительно ли происходит экономия электроэнергии. Эту проблему иллюстрирует простой пример:

*Если увеличить температуру подаваемого на сервера воздуха, снижаются энергозатраты на генерацию холода. Однако если температура столь высока, что вентиляторы серверов запускаются на полную мощность, то повышается энергопотребление IT-устройств. На первый взгляд, PUE будет лучше, однако энергопотребление будет расти.*

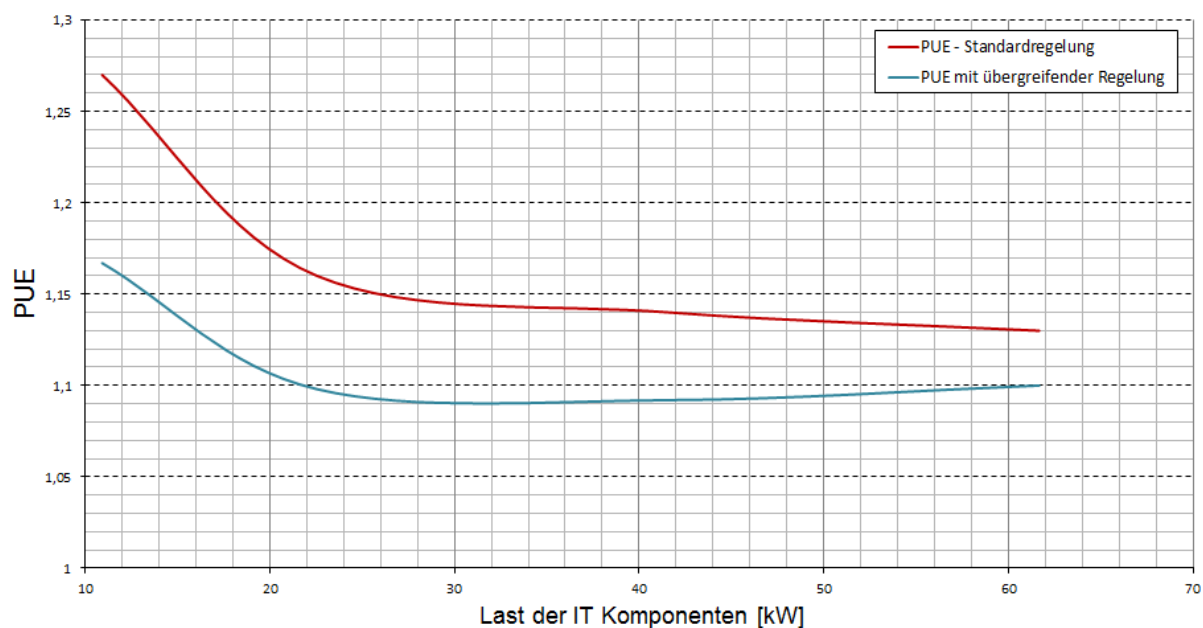


Рисунок 1: PUE ЦОД RiMatrix S – Single 6

По этой причине PUE у ЦОД также зависит от загрузки ЦОД, как показывает Рисунок 1. При низкой загрузке серверов показатель хуже, так как инфраструктурная часть, например, ИБП и охлаждение, имеет больший удельный вес. При "комплексном регулировании" DCIM-программное обеспечение находит оптимальный режим работы ЦОД. В случае стандартного регулирования все устройства оптимизируются по отдельности.

## pPUE – partial Power Usage Effectiveness

С помощью частичного PUE, pPUE [Ссылка 5], рассматривается лишь отдельная зона ЦОД. Например, допускается, что при расчете значения pPUE не учитывается генерация холода с помощью естественного охлаждения/чиллера. Ограничениями для pPUE в данном случае будут границы здания с техническими и серверными помещениями. pPUE определяется следующим образом:

$$pPUE := \frac{\text{Суммарная мощность в зоне ЦОД}}{\text{Суммарная мощность IT-устройств в этой зоне}}$$

### Определение 2: pPUE – частичное PUE

Следующий Рисунок 2 демонстрирует pPUE модуля ЦОД RiMatrix S, который для работы должен быть подключен к внешнему источнику холода. Этот источник холода может быть обеспечен клиентом или реализован на базе соответствующего модуля охлаждения.

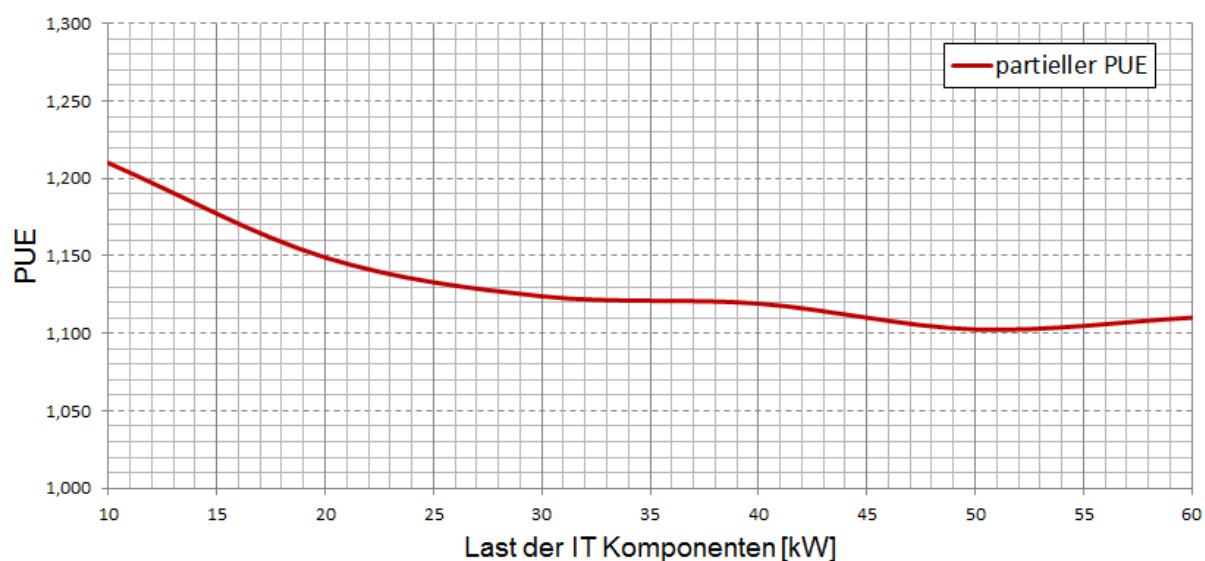


Рисунок 2: pPUE модуля ЦОД RiMatrix S – Single 6

В данном случае pPUE показывает, насколько эффективен модуль без внешнего источника холода.

## DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency

DCiE (Data Center Infrastructure Efficiency) [Ссылка 5] определяется как величина, обратная PUE:

$$\text{DCiE} := \frac{\text{Суммарная мощность IT-устройств}}{\text{Суммарная мощность ЦОД}}$$

где:  
IT-устройства := напр.: сервера, коммутаторы, системы хранения  
Суммарная мощность ЦОД := IT-инфраструктура и IT-устройства

### Определение 3: DCiE – Data Center Infrastructure Efficiency

С помощью PUE рассчитывается отношение суммарной мощности ЦОД к мощности активных компонентов, например, серверов, систем хранения и сетевого оборудования.

DCiE обычно указывается в процентах, см. Рисунок 3. Таким образом, идеальный ЦОД имеет значение DCiE, равное 100% и является "стопроцентно эффективным".



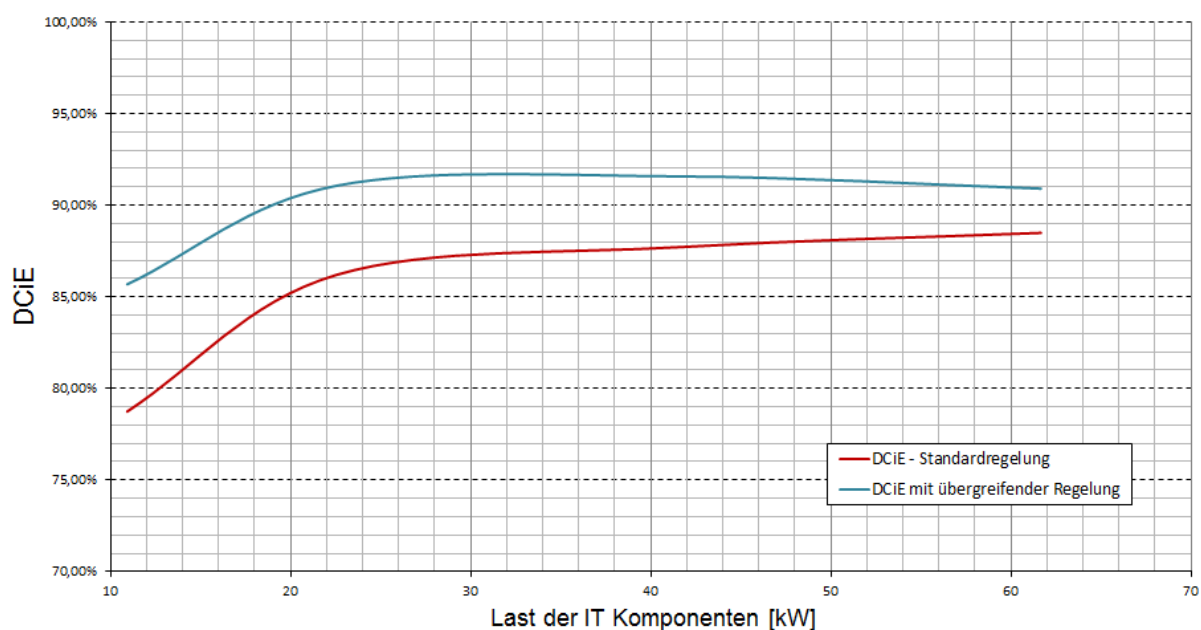


Рисунок 3: DCiE ЦОД RiMatrix S – Single 6

Для того чтобы обеспечить непрерывность, необходимо обеспечить контроль PUE или DCiE в течение года на основе анализа тенденций, так как генерация холода зависит от внешних климатических воздействий в соответствующем месте установки.

Как для PUE, так и для DCiE необходимо обратить внимание на то, каким образом определяются эти значения:

- Идет ли речь о теоретических значениях, которые определяются на основе документации установленных компонентов и устройств?
- Или идет речь об измеренных значениях, для которых необходимо различать:
  - а) актуальное значение, измеренное в определенный момент времени,
  - б) среднее значение, которое было определено в течение заданного промежутка времени, например, одного года?

Для определения среднего значения PUE имеется следующая формула:

$$PUE = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n PUE(i)$$

$n$  := количество измеренных значений

Определение 4: среднее значение PUE

При этом необходимо обратить внимание на то, чтобы измерения производились через равные промежутки времени.

## CUE – Carbon Usage Effectiveness

Метрика CUE (Carbon Usage Effectiveness) [Ссылка 6] была определена "The Green Grid" [Ссылка 1] в качестве дополнения к метрике PUE. С помощью CUE можно описать непрерывное использование электроэнергии ЦОД. При этом CUE определено таким образом, что идеальный ЦОД не обеспечивает выбросов CO<sub>2</sub>:

$$CUE := CEF \times PUE$$

При этом показатель CEF (Carbon Emission Factor) является коэффициентом CO<sub>2</sub> для энергоносителя.

Определение 5: CUE – Carbon Usage Effectiveness

Расчет выбросов CO<sub>2</sub> на кВтч потребленной электроэнергии зависит от страны, так как в разных странах используются разные энергоносители (атомная энергия, уголь, газ, возобновляемые источники). В Германии расчетом коэффициента занимается федеральное ведомство по экологии [Ссылка 7], значения публикуются раз в год, см. Рисунок 4.

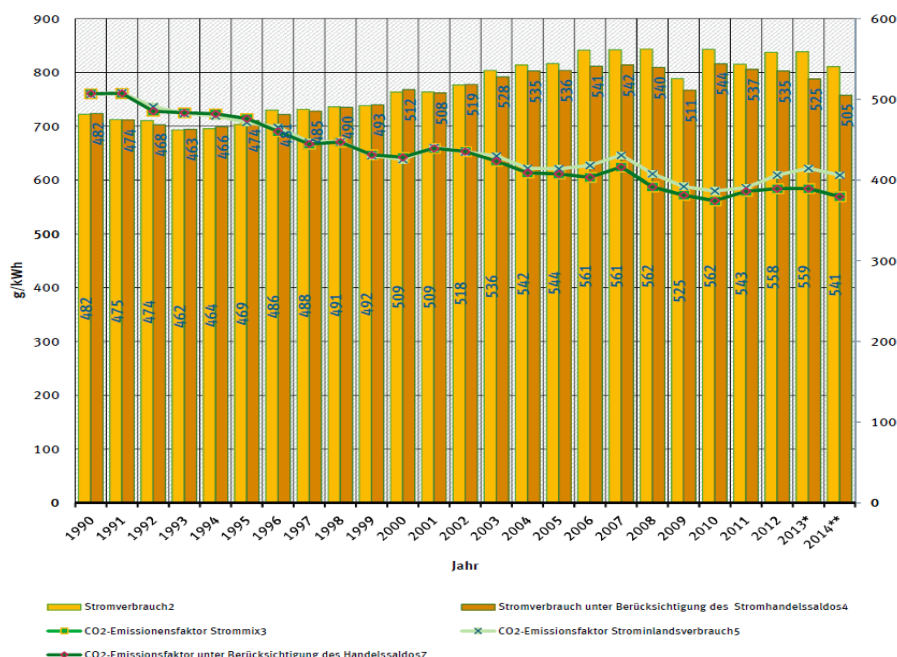


Рисунок 4: Расчет CO<sub>2</sub> для энергоносителей в Германии (1990-2014)

Эти данные и коэффициенты также публикуются и в других странах, например, в США этим занимается U.S. Energy Information Administration [Ссылка 8]. Из приведенной формулы видно [Определение 5] что CUE равно 0 тогда, когда ЦОД использует электроэнергию исключительно из возобновляемых источников.

## WUE – Water Usage Effectiveness

С учетом все возрастающего использования прямого естественного охлаждения, непрерывное использование воды приобретает все большее значение. Организация ASHRAE [Ссылка 9] задает точные рекомендации относительно температуры и влажности [Ссылка 10], при которых должны эксплуатироваться активные IT-компоненты ЦОД. Например, если при прямом естественном охлаждении воздух слишком сухой, он должен быть увлажнен. Часто естественное охлаждение также используется в сочетании с адиабатическим охлаждением.

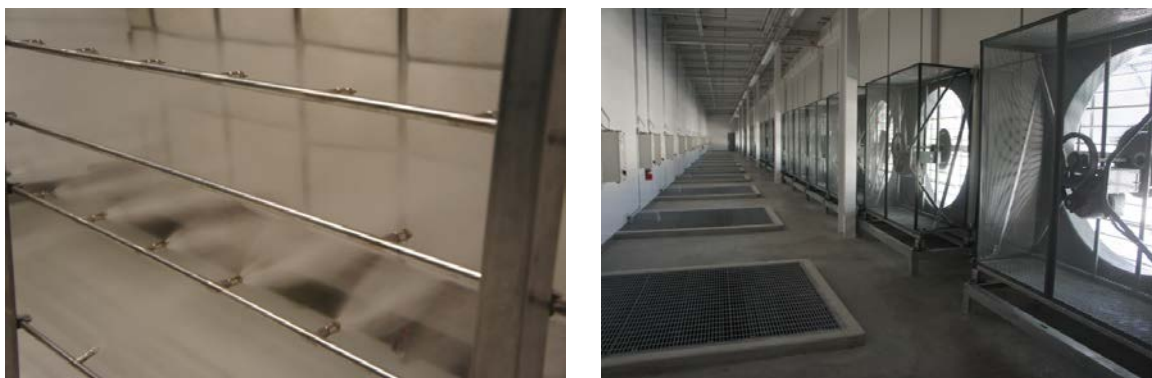


Рисунок 5: Facebook Прайнвилль – адиабатическое охлаждение

При этом в жаркую погоду воздухо-воздушные теплообменники опрыскиваются водой. Холод, выделяемый при испарении, снижает температуру воздуха, подаваемого через теплообменник в ЦОД. Для этого используется вода, см. Рисунок 5 на примере ЦОД Facebook [Ссылка 10].

Для того, чтобы следовать этой тенденции, "The Green Grid" [Ссылка 1] разработало метрику WUE [Ссылка 11] с помощью которой определяется использование воды по отношению к энергопотреблению IT-компонентов:

$$WUE := \frac{\text{Годовое потребление воды}}{\text{Суммарная мощность активных IT-компонентов}}$$

Единицы измерения WUE: [л/кВтч] (литр/киловатт-час)

Определение 6: WUE – Water Usage Effectiveness

Следующий Рисунок 6 демонстрирует использование WUE и PUE в ЦОД Facebook Прайнвилль [Ссылка 12].

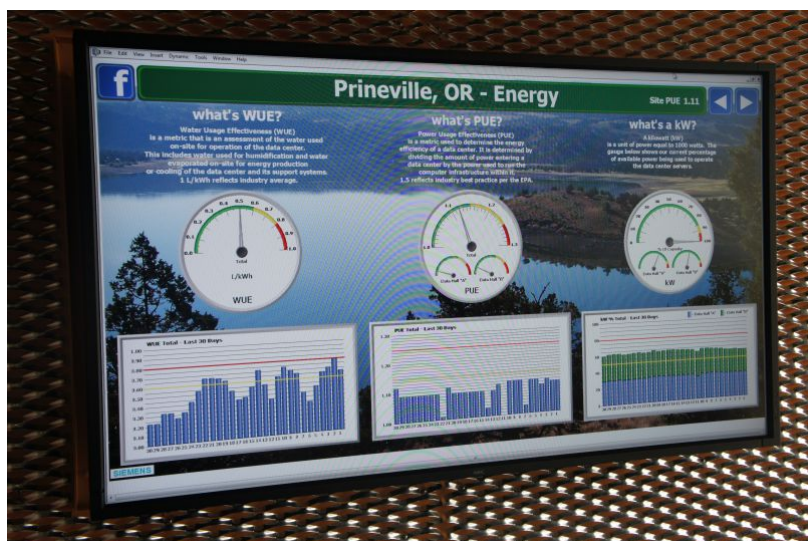


Рисунок 6: Facebook Прайнвилль – панель управления

## EER – Energy Efficiency Ratio

EER (Energy Efficiency Ratio) используется для оценки эффективности систем и агрегатов охлаждения. EER определяется как соотношение мощности охлаждения и потребляемой электрической мощности:

$$\text{EER} := \frac{\text{Мощность охлаждения системы}}{\text{Электрическая потребляемая мощность системы}}$$

Определение 7: EER – Energy Efficiency Ratio

EER представляет собой число, которое показывает, насколько эффективно работает система охлаждения. Чем больше значение EER тем эффективней используется электроэнергия для генерации холода.

## COP – Coefficient of Performance

COP (Coefficient of Performance) теплового насоса или холодильной машины является соотношением изменения количества тепла и потраченной для этого работы. Для системы охлаждения справедливо:

$$\text{COP} := \frac{\text{Мощность охлаждения}}{\text{Затраченная работа}}$$

При пересчете COP можно также представить как EER:

$$\text{EER} := 3.41214 \times \text{COP}$$

Определение 8: COP – Coefficient of Performance

В стандарте DIN EN 255 [Ссылка 13] и DIN EN 14511 [Ссылка 14] описано, как измеряется COP или EER. Это гарантирует, что технические характеристики различных производителей холодильных машин сравнимы друг с другом.

## ESEER/SEER – (European) Seasonal Energy Efficiency Ratio

Эффективность системы охлаждения зависит от внешних климатических воздействий, что демонстрирует Рисунок 7, в которой показаны кривые EER для одного из чиллеров Rittal с естественным охлаждением.

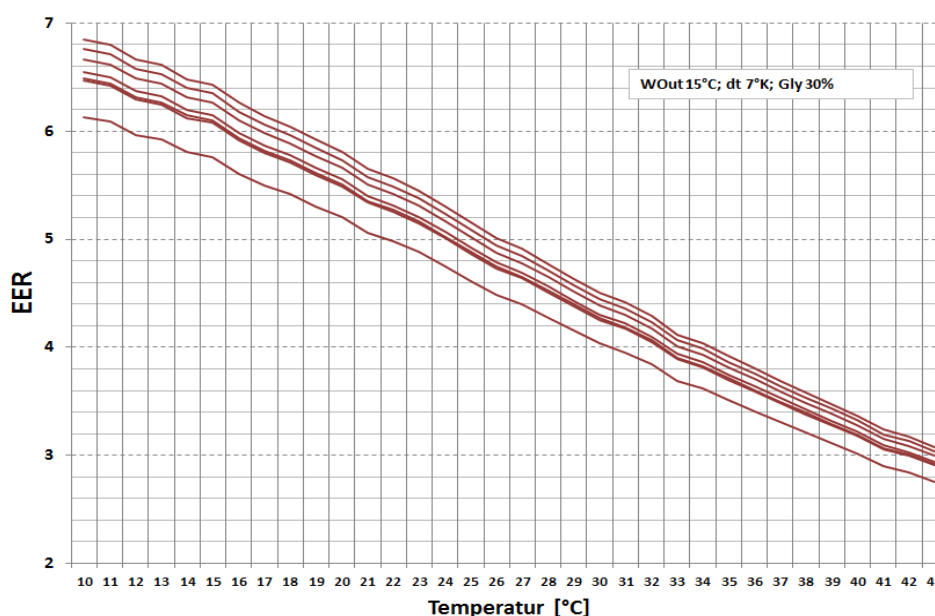


Рисунок 7: Зависимость EER от температуры

Для того, чтобы адаптировать EER к изменениям температуры, Eurovent [Ссылка 15] определил метрику ESEER. Следующая Таблица 2 содержит соответствующие коэффициенты, которые рассчитаны для холодильных машин с воздушным или водяным охлаждением различного диапазона мощностей.

| Нагрузка/частичная нагрузка | Температура воздуха | Температура воды | Коэффициент |
|-----------------------------|---------------------|------------------|-------------|
| 100%                        | 35°C                | 30°C             | 3%          |
| 75%                         | 30°C                | 26°C             | 33%         |
| 50%                         | 25°C                | 22°C             | 41%         |
| 25%                         | 20°C                | 18°C             | 23%         |

Таблица 2: Коэффициенты ESEER

Согласно данным Eurovent [Ссылка 15] ESEER рассчитывается по значению EER следующим образом:

$$\text{ESEER} = \text{EER}[100\%] \times 0.03 + \text{EER}[75\%] \times 0.33 + \text{EER}[50\%] \times 0.41 + \text{EER}[25\%] \times 0.23$$

Определение 9: ESEER – European Seasonal Energy Efficiency Ratio

Метрика SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) определена в ANSI/AHRI STANDARD 210/240 [Ссылка 16] следующим образом:

$$\text{SEER} := \frac{\text{суммарная мощность охлаждения в год}}{\text{суммарное годовое энергопотребление}}$$

Определение 10: SEER – Seasonal Energy Efficiency Ratio

## **cosφ – коэффициент мощности**

В сочетании с системами ИБП для характеристики эффективности таких систем часто используется коэффициент мощности. Это допускается, когда на выходе сигнал представляет собой чистую синусоиду без высших гармоник. Для современных систем с двойным преобразованием категории VFI-SS-111 согласно МЭК EN 62040-3 [Ссылка 17] это является достаточным.

Коэффициент мощности cosφ определяется следующим образом:

$$\text{cos}\varphi := \frac{\text{Активная мощность}}{\text{Кажущаяся мощность}}$$

Определение 11: cosφ – коэффициент мощности

Чем ближе коэффициент мощности к значению "1", тем эффективнее система ИБП. Коэффициент мощности, определенный как соотношение активной и кажущейся мощности, является величиной, которая характеризует фазовый сдвиг между сигналом тока и напряжения в переменном токе, что обусловлено емкостными и индуктивными воздействиями.

Кроме того, входной коэффициент мощности зависит от нагрузки и как правило задается для различных нагрузок системы ИБП, как демонстрирует следующая Таблица 3 для системы ABB-Rittal DPA Upscale.

| cosφ  | Нагрузка |
|-------|----------|
| 0,999 | 100%     |
| 0,995 | 75%      |
| 0,985 | 50%      |
| 0,960 | 25%      |

Таблица 3: Входной коэффициент мощности ABB-Rittal DPA Upscale

Так как на выходе батареи генерируется чистая синусоида, коэффициент мощности на выходе имеет значение "1".

## Эффективность AC-AC

Важнейшей характеристикой системы ИБП является эффективность, которая определяется как соотношение отданной и потребленной мощности. Эффективность AC-AC определяется как:

$$\text{Эффективность AC-AC} := \frac{\text{Выходная мощность}}{\text{Входная мощность}}$$

Определение 12: Эффективность AC-AC

В связи с внутренними потерями ИБП, эффективность зависит от нагрузки. Эффективность будет тем выше, чем сильнее нагружен ИБП.

| Эффективность | Нагрузка |
|---------------|----------|
| 95,5%         | 100%     |
| 95.5%         | 75%      |
| 95.0%         | 50%      |
| 94.5%         | 25%      |

Таблица 4: Зависимость эффективности от нагрузки у ИБП ABB-Rittal DPA Upscale



# Литература

- Ссылка 1 Global e-Sustainability Initiative, "GeSI SMARTer2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future", ссылка:  
[http://gesi.org/assets/js/lib/tinymce/jscripts/tiny\\_mce/plugins/ajaxfilemanager/uploaded/SMARTer 2020 - Executive Summary -December 2012.pdf](http://gesi.org/assets/js/lib/tinymce/jscripts/tiny_mce/plugins/ajaxfilemanager/uploaded/SMARTer_2020_-_Executive_Summary_-_December_2012.pdf)
- Ссылка 2 ЦОД Google – эффективность, ссылка:  
<http://www.google.com/about/datacenters/inside/efficiency/power-usage.html>
- Ссылка 3 ЦОД Apple – возобновляемая энергия, ссылка:  
<http://www.apple.com/environment/renewable-resources/>
- Ссылка 4 The Green Grid, ссылка:  
<http://www.thegreengrid.org/>
- Ссылка 5 The Green Grid, WHITE PAPER #49, PUE™: A COMPREHENSIVE EXAMINATION OF THE METRIC  
<http://www.thegreengrid.org/en/Global/Content/white-papers/WP49-PUEAComprehensiveExaminationoftheMetric>
- Ссылка 6 The Green Grid, WHITE PAPER #32, CARBON USAGE EFFECTIVENESS (CUE™):A GREEN GRID DATA CENTER SUSTAINABILITY METRIC  
<http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/CUE>
- Ссылка 7 Umweltbundesamt, 2015, Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen, ссылка:  
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen>
- Ссылка 8 U.S. Energy Information Administration, 2015, Environment Analysis and Projections, ссылка  
<http://www.eia.gov/environment/emissions/carbon/>
- Ссылка 9 <https://www.ashrae.org>
- Ссылка 10 <https://nsidc.org/about/green-data-center/project.html>
- Ссылка 11 The Green Grid, WHITE PAPER #35, WATER USAGE EFFECTIVENESS (WUE™):A GREEN GRID DATA CENTER SUSTAINABILITY METRIC  
<http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/WUE>
- Ссылка 12 Gigaom, 2015, ссылка:  
<https://gigaom.com/2012/08/17/a-rare-look-inside-facebooks-oregon-data-center-photos-video/>



- Ссылка 13 DIN EN 255, "Кондиционеры воздуха, системы жидкостного охлаждения и тепловые насосы с электрическими компрессорами"
- Ссылка 14 DIN EN 14511, "Кондиционеры воздуха, системы жидкостного охлаждения и тепловые насосы с электрическими компрессорами для обогрева и охлаждения помещений"
- Ссылка 15 Eurovent Association, ссылка:  
<http://www.eurovent-association.eu/>
- Ссылка 16 ANSI/AHRI STANDARD 210/240, "Performance Rating of Unitary Air - Conditioning & Air - Source Heat Pump Equipment"
- Ссылка 17 МЭК EN 62040-3, источники бесперебойного питания (ИБП) часть 3: Методы определения требований по мощности и испытаниям

## Перечень сокращений

|        |                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|
| AC     | Alternating Current (переменный ток)                                      |
| AC-AC  | AC-AC Efficiency: КПД систем ИБП                                          |
| ASHRAE | American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers |
| CEF    | Carbon Emission Factor                                                    |
| COP    | Coefficient of Performance                                                |
| CUE    | Carbon Usage Effectiveness                                                |
| DCiE   | Data Center Infrastructure Efficiency                                     |
| DPA    | Digital Parallel Architecture                                             |
| EER    | Energy Efficiency Ratio                                                   |
| ESEER  | European Seasonal Energy Efficiency Ratio                                 |
| IT     | Информационные технологии                                                 |
| ITK    | Информационные технологии и телекоммуникации                              |
| pPUE   | Partial Power Usage Effectiveness                                         |
| PUE    | Power Usage Effectiveness                                                 |
| SEER   | Seasonal Energy Efficiency Ratio                                          |
| SPEC   | Standard Performance Evaluation Corporation                               |
| VFI-SS | Voltage, Frequency Independent – синусоидальная форма на входе и выходе   |
| WUE    | Water Usage Effectiveness                                                 |
| ИБП    | Источник бесперебойного питания                                           |
| ЦОД    | Центр обработки данных                                                    |

# Rittal – The System.

---

**Faster – better – everywhere.**

- Enclosures
- Power Distribution
- Climate Control
- IT Infrastructure
- Software & Services

ООО "Риттал"  
Россия · 125252 г. Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12 (4-й этаж)  
Тел.: +7 (495) 775 02 30 · Факс: +7 (495) 775 02 39  
E-mail: [info@rittal.ru](mailto:info@rittal.ru) · [www.rittal.ru](http://www.rittal.ru)

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP

