

Rittal – The System.

Faster – better – worldwide.



Поколение «Blue e»

Экономия электроэнергии с холодильными агрегатами Rittal



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



Системы контроля микроклимата

Физические основы



- Почему необходим контроль микроклимата?
- Исходные параметры необходимые для расчета
- Основные формулы
- Примеры расчетов



Поколение «Blue e»

Экономия электроэнергии с холодильными агрегатами Rittal

Физические основы контроля микроклимата



Почему необходим контроль микроклимата?

- Любое активное оборудование в процессе своей работы выделяет тепло.
- Повышение температуры эксплуатации приводит к снижению срока службы электронных компонентов.
- Критическое же повышение приводит к выходу из строя и вынужденным простоям.
- Необходимо поддерживать температуру внутри шкафа в пределах, рекомендуемых производителем оборудования.



Почему необходим контроль микроклимата?

Каждое повышение рабочей температуры на 9-10°С уменьшает срок службы устройства **в два раза!**

Это эмпирическое правило относится как к электронным компонентам (например конденсаторы, светодиоды и пр.) и вспомогательным материалам (например изоляция обмотки двигателей) так и непосредственно к самим устройствам (например аккумуляторные батареи).

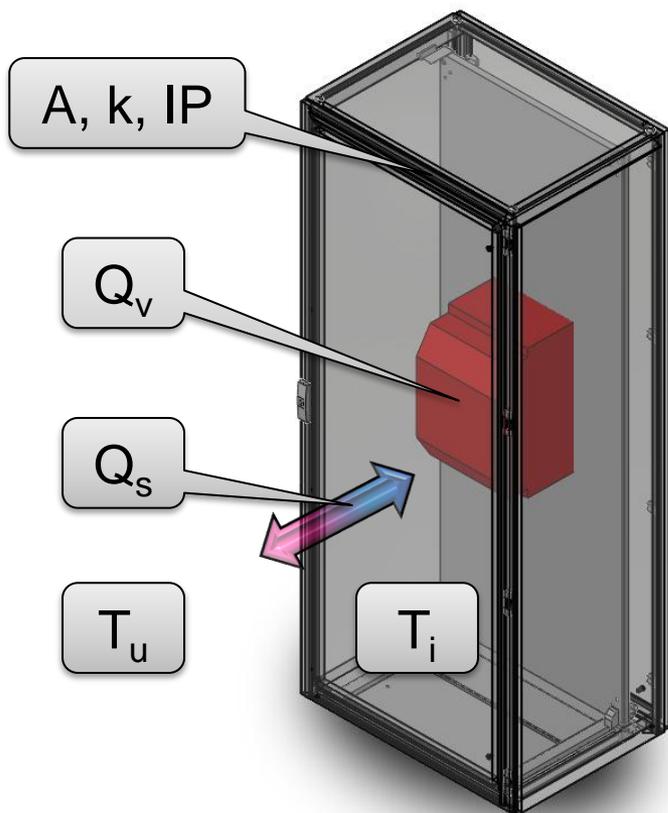
P.S. Небольшое превышение рабочей температуры электродвигателя, не означает, что двигатель "сгорит", однако при этом происходит интенсивное старение изоляции обмоток и резкое сокращение срока эксплуатации машины, обусловленное потерей диэлектрической прочности изоляции.



Физические основы контроля микроклимата

Общие определения

Исходные параметры, необходимые для расчета.



- T_u** - температура окружающей среды
- T_i** - требуемая температура внутри шкафа
- A** - эффективная наружная поверхность шкафа
- k** - коэффициент теплопередачи шкафа
- IP** - требуемая степень защиты шкафа
- Q_v** - количество тепла выделяемое установленным в шкаф оборудованием
- Q_s** - количество тепла излучаемое или поглощаемое из внешней среды

Физические основы контроля микроклимата

Общие определения

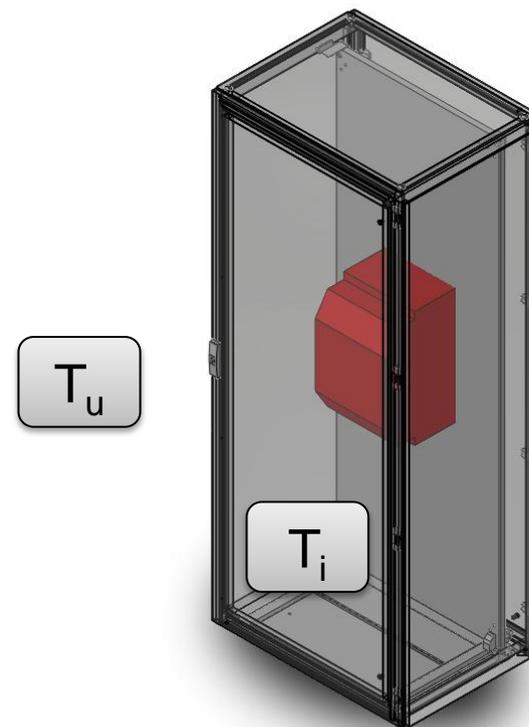
Исходные параметры, необходимые для расчета.

T_i [°C] – требуемое значение температуры воздуха внутри шкафа.

T_u [°C] – возможное значение температуры воздуха окружающей среды.

$\Delta T = T_i - T_u$ [K] – температурный напор.

*P.S. При расчете системы охлаждения указывается **МАКСИМАЛЬНО** возможная температура окружающего воздуха (T_u), а при расчете обогревателя соответственно - **МИНИМАЛЬНО** возможная температура!*



Физические основы контроля микроклимата

Общие определения

Исходные параметры, необходимые для расчета.

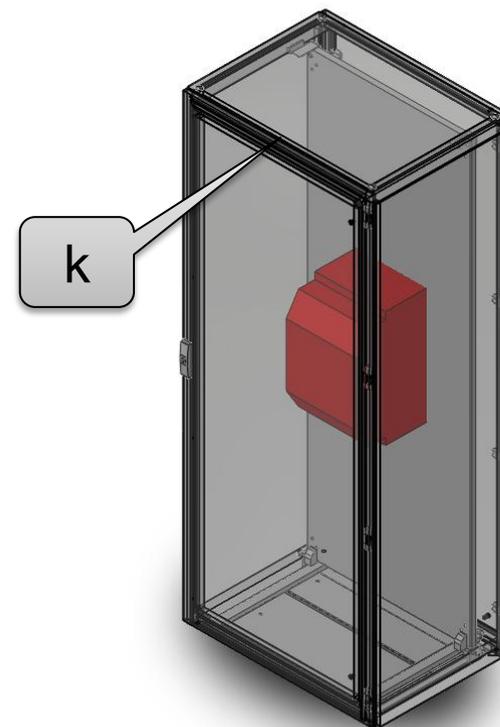
k [Вт/м²·К] – коэффициент теплопередачи поверхности шкафа.

Коэффициент теплопередачи – параметр характеризующий физические параметры сред, влияющих на интенсивность передачи тепла через поверхность шкафа **A**.

Для корпусов производства компании Rittal, устанавливаемых в помещениях, **k** составляет:

Листовая сталь:	5,5 Вт/м ² ·К
Пластик:	3,5 Вт/м ² ·К
Алюминий двойной:	3,5 Вт/м ² ·К

P.S. Данные значения являются усредненными параметрами



Физические основы контроля микроклимата

Общие определения

Исходные параметры, необходимые для расчета.

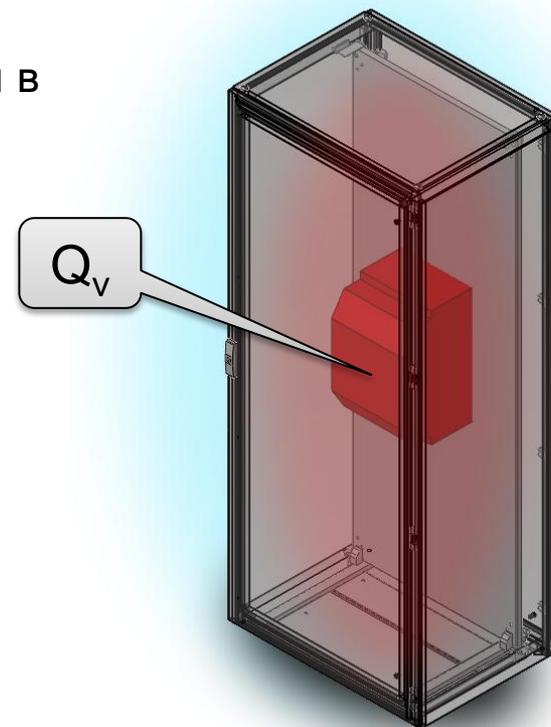
Q_v [Вт] – количество тепла выделяемое установленным в шкаф оборудованием.

Тепловыделение оборудования должно быть указано производителем соответствующего оборудования!

$$Q_v \neq P_{эл}$$

*P.S. В общем случае тепловыделение **не равно** потребляемой электрической мощности оборудования!*

Так для активного ИТ-оборудования тепловыделение принимают равным 100% от его энергопотребления, а для ИБП – примерно 10%.



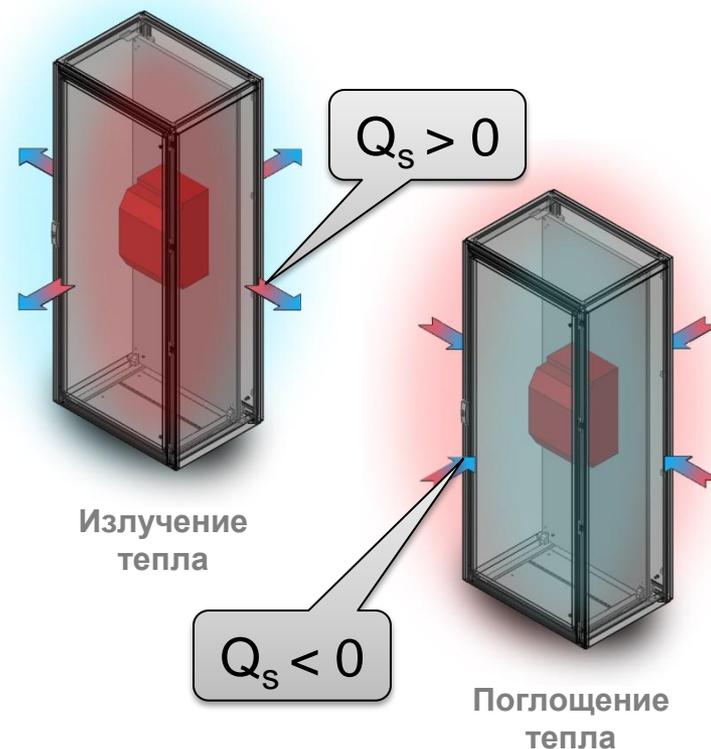
Исходные параметры, необходимые для расчета.

Q_s [Вт] – количество тепла излучаемое (или поглощаемое) в окружающую среду через поверхность шкафа.

$$Q_s = k \cdot A \cdot \Delta T = k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$$

При $Q_s > 0$ (т.е. при $T_i > T_u$) поверхность шкафа **излучает** тепловую энергию в окружающее пространство.

При $Q_s < 0$ (т.е. при $T_i < T_u$) поверхность шкафа **поглощает** тепловую энергию из окружающего пространства.

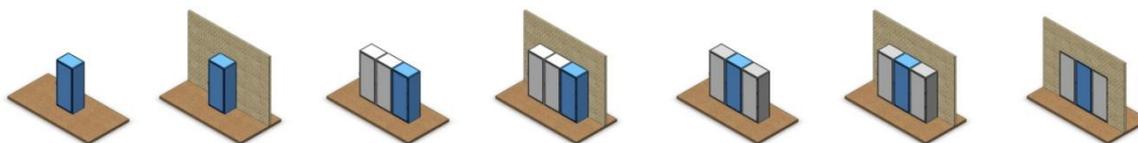
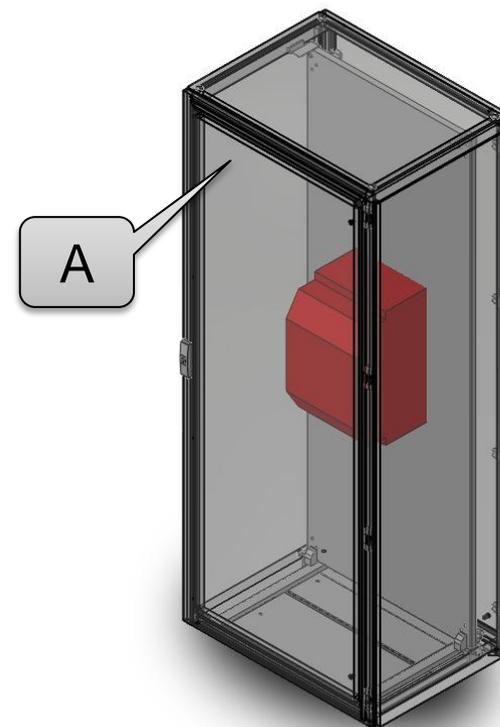


Исходные параметры, необходимые для расчета.

A [м²] – эффективная наружная поверхность шкафа.

Это часть наружной поверхности шкафа, через которую происходит теплообмен внутренней среды с окружающей средой.

Тепловая мощность Q_s , излучаемая (или поглощаемая) шкафом, зависит не только от его фактической поверхности: важную роль играет и положение установки шкафа.



Исходные параметры, необходимые для расчета.

A [м²] – эффективная наружная поверхность шкафа.

Формулы для расчета эффективной наружной поверхности.



Физические основы контроля микроклимата

Общие определения

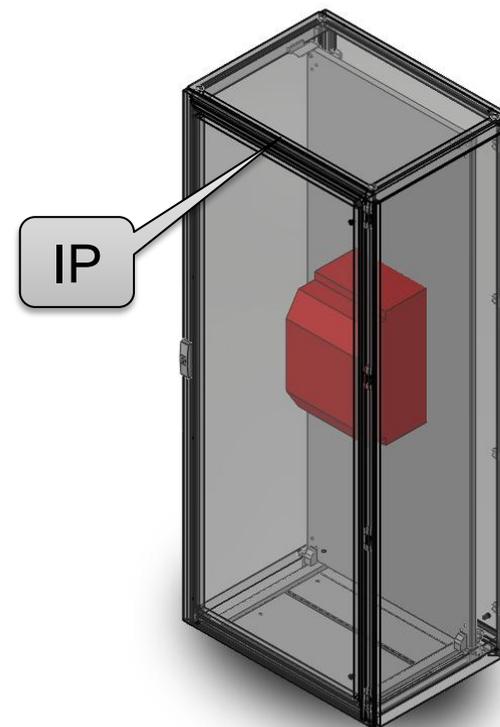
Исходные параметры, необходимые для расчета.

IP xx – (Ingress Protection) степень защиты оборудования от проникновения твёрдых предметов и воды.

Необходимо помнить, что установка компонентов контроля микроклимата **может привести к снижению** степени защиты (герметичности) шкафа.

Итоговая степень защиты – это наименьшее значение из степеней защиты самого шкафа и установленных устройств контроля микроклимата.

P.S. Степени защиты NEMA и IP нельзя непосредственно сравнивать, т.к. для них различаются условия тестирований и анализ результатов!!!



Физические основы контроля микроклимата

Общие определения

Степени защиты IP

Степени защиты		IP x0	IP x1	IP x2	IP x3	IP x4	IP x5	IP x6	IP x7	IP x8
		Нет защиты	Защита от капель воды падающих вертикально	Защита от капель воды падающих под углом 15° от вертикали	Защита от дождя	Защита от водяных брызг	Защита от водяных брызг под давлением	Защита от мощных водяных струй	Защита от погружения в воду на глубину не более 1м	Защита от затопления (глубина указывается дополнительно, в м.)
IP 0x	Нет защиты	IP00								
IP 1x	Защита от частиц > 50,0 мм	IP10	IP11	IP12						
IP 2x	Защита от частиц > 12,5 мм	IP20	IP21	IP22	IP23					
IP 3x	Защита от частиц > 2,5 мм	IP30	IP31	IP32	IP33	IP34				
IP 4x	Защита от частиц > 1,0 мм	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44				
IP 5x	Защита от пыли частично	IP50				IP54	IP55	IP56		
IP 6x	Защита от пыли полностью	IP60					IP65	IP66	IP67	IP68

Первая цифра обозначает защиту от проникновения внутрь твердых тел.

Вторая цифра обозначает защиту от проникновения внутрь жидкостей.



Основные формулы, которые надо запомнить!

$Q_{\text{пов.}}$ [Вт] – количество тепла, которое передается через поверхность A :

$$Q_{\text{пов.}} = k \cdot A \cdot \Delta T$$

$Q_{\text{тн.}}$ [Вт] – количество тепла, которое может содержать в себе теплоноситель (среда):

$$Q_{\text{тн.}} = c \cdot V \cdot \rho \cdot \Delta T / 3,6$$

На основании вышеприведенных формул получим:

$Q_{\text{к}}$ [Вт] - необходимая мощность охлаждения:

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{в}} - Q_{\text{с}} = Q_{\text{в}} - k \cdot A \cdot \Delta T$$

$Q_{\text{н}}$ [Вт] - необходимая мощность обогрева:

$$Q_{\text{н}} = Q_{\text{с}} = k \cdot A \cdot \Delta T$$



Физические основы контроля микроклимата

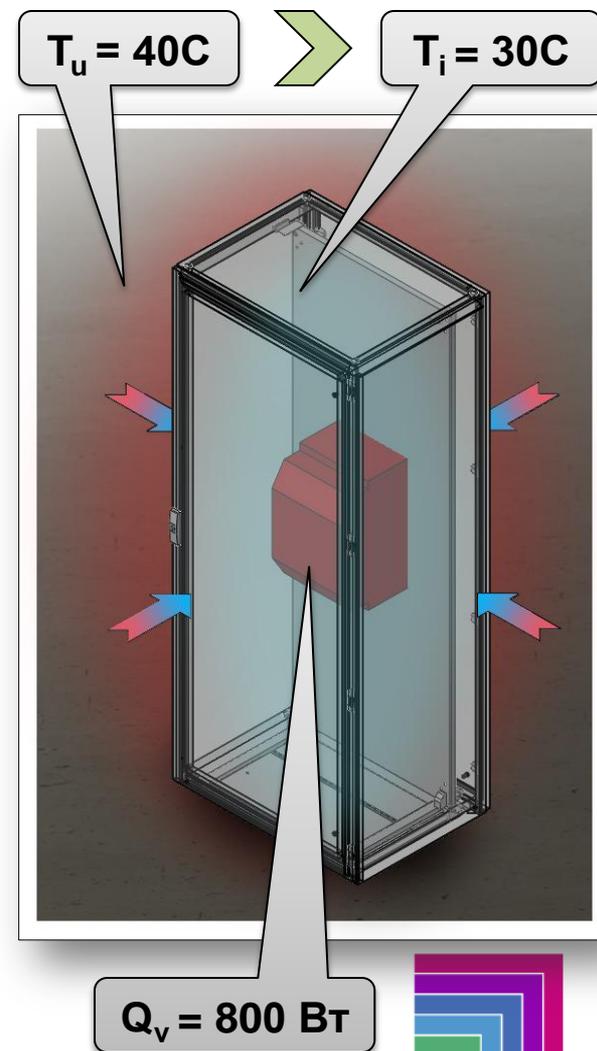
Пример расчета

Пример расчета №1. Охлаждение.

Исходные данные

- металлический шкаф TS 8886.500 установлен посреди помещения;
- шкаф имеет габариты **800x1800x600 мм** (ШxВxГ);
- в шкафу смонтировано оборудование суммарным тепловыделением **800 Вт**;
- максимальная температура, которая может быть в данном помещении составляет **40С**;
- температура, которую необходимо поддерживать в шкафу, не должна превышать **30С**;
- степень защиты шкафа **IP 54**.

P.S. Расчет теплопритоков производится для наихудших условий эксплуатации!



Пример расчета №1. Охлаждение.

Расчет параметров

- эффективная наружная поверхность шкафа определяются по формуле для свободно стоящего шкафа:

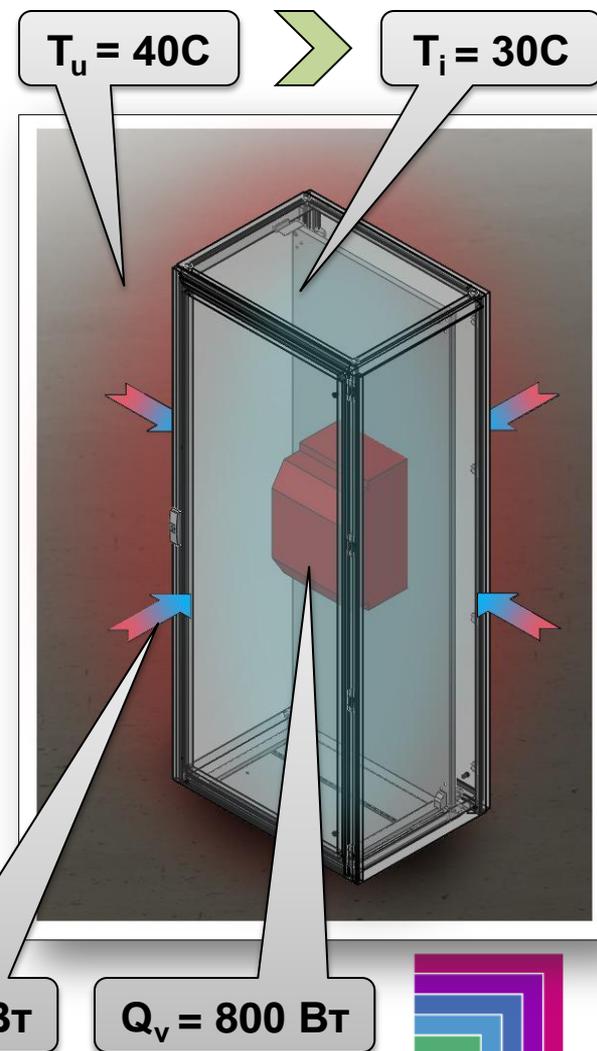
$$A = 1,8 \cdot B \cdot (Ш + Г) + 1,4 \cdot Ш \cdot Г = 1,8 \cdot 1,8 \cdot (0,8 + 0,6) + 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 5,21 \text{ м}^2$$

- коэффициент теплопередачи для металлического шкафа составляет $k = 5,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;
- количество тепла поглощаемое из окружающей среды определяем по формуле:

$$Q_s = k \cdot A \cdot (T_i - T_u) = 5,5 \cdot 5,21 \cdot (30 - 40) = - 287 \text{ Вт}$$

- количество тепла, которое в итоге необходимо отвести из шкафа определяется по следующей формуле:

$$Q_k = Q_v - Q_s = 800 - (-287) = 1087 \text{ Вт}$$



Физические основы контроля микроклимата

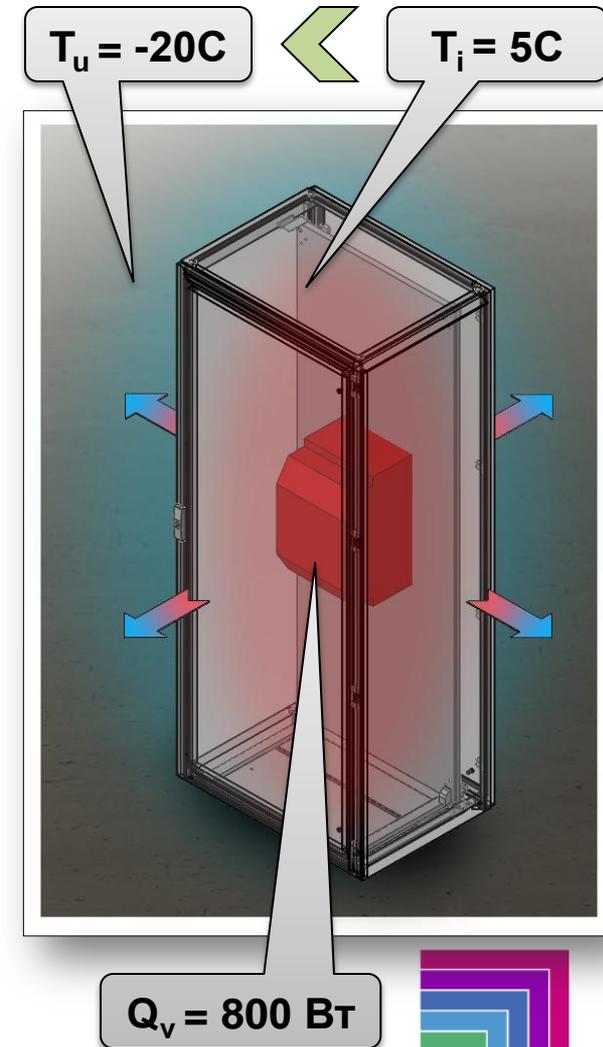
Пример расчета

Пример расчета №2. Обогрев.

Исходные данные

- этот же самый металлический шкаф TS 8886.500 установим на улице (не смотря на то, что он не предназначен для установки на улице);
- шкаф имеет габариты **800x1800x600 мм** (ШxВxГ);
- в шкафу смонтировано оборудование суммарным тепловыделением **800 Вт**;
- минимальная температура, которая может быть снаружи шкафа составляет **-20С**;
- температура, которую необходимо поддерживать в шкафу, не должна быть ниже **5С**;
- степень защиты шкафа **IP 54**.

P.S. Расчет теплопритоков производится для наихудших условий эксплуатации!



Физические основы контроля микроклимата

Пример расчета

Пример расчета №2. Обогрев.

Расчет параметров

- эффективная наружная поверхность шкафа определяются по формуле для свободно стоящего шкафа:

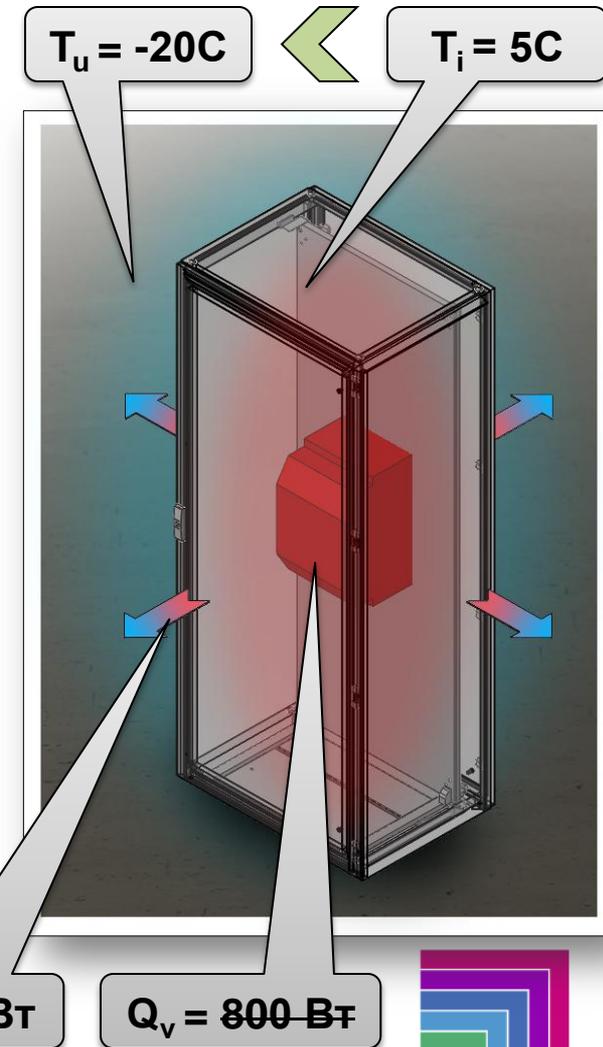
$$A = 1,8 \cdot B \cdot (Ш + Г) + 1,4 \cdot Ш \cdot Г = 5,21 \text{ м}^2$$

- коэффициент теплопередачи для металлического шкафа составляет $k = 5,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$, но так как шкаф устанавливается на улице то $k = 5,5 \cdot 2 = 11 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$;
- количество тепла излучаемое в окружающую среду определяем по формуле:

$$Q_s = k \cdot A \cdot (T_i - T_u) = 11 \cdot 5,21 \cdot (5 - (-20)) = 1433 \text{ Вт}$$

- количество тепла, которое в итоге необходимо подвести в шкаф определяется по следующей формуле:

$$Q_H = Q_s = 1433 \text{ Вт}$$



Rittal – The System.

Faster – better – worldwide.



Поколение «Blue e»

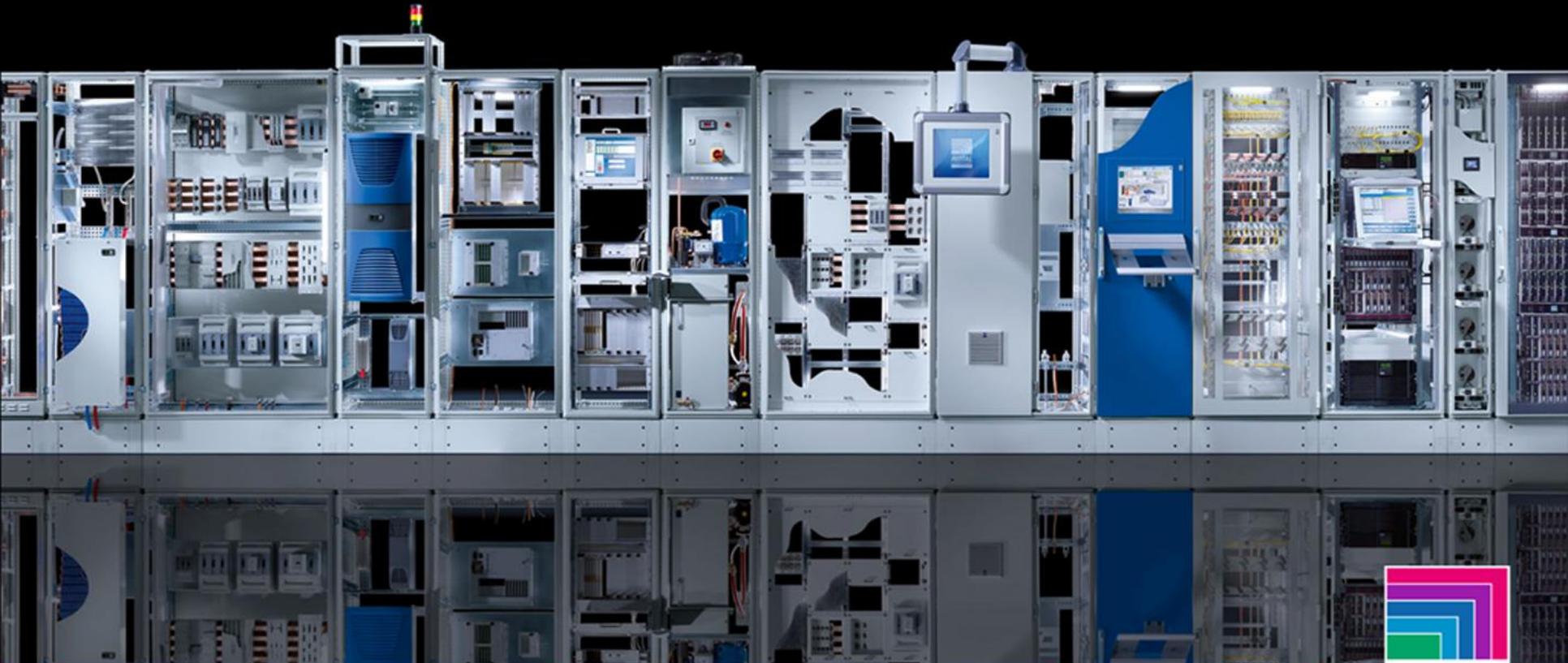
Экономия электроэнергии с холодильными агрегатами Rittal

Остались вопросы?

Свяжитесь со мной:

Rodochinskiy Nikolay,
PM-C

n.rodchinskiy@rittal.ru



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

