



Подбор оборудования охлаждения и обогрева шкафа автоматики

Передовые Технологии Автоматизации
Уфа-2026

3 основные задачи для обеспечения безопасного климата



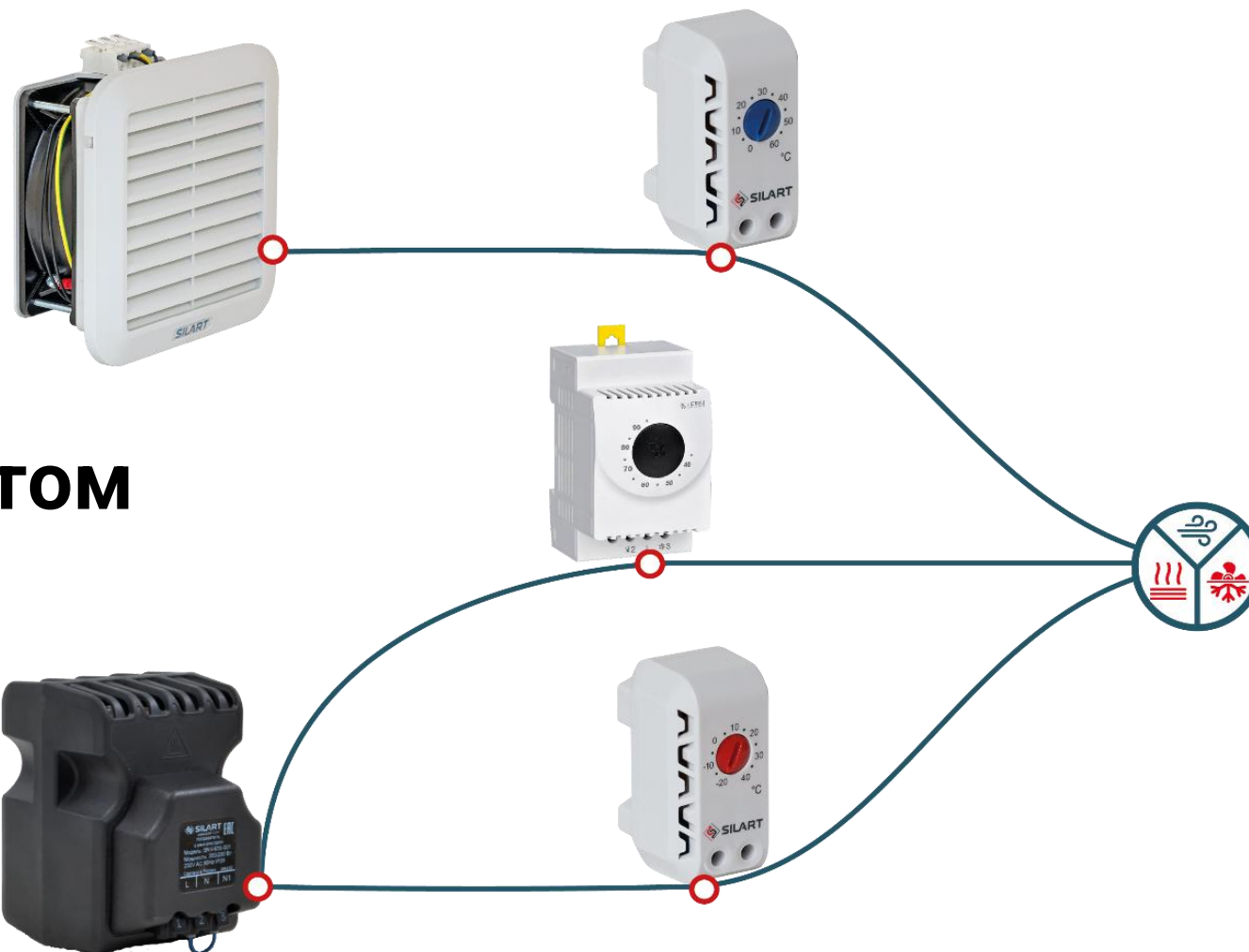
Охлаждение



Борьба с конденсатом



Обогрев



Подбор начинается с условий работы

Температуры и среда

Летний максимум, зимний минимум,
влажность, пыль и солнечная нагрузка

Шкаф и оборудование

Корпус, утепление, тепловыделение установленных
компонентов, питание и холодный пуск



I. Расчет охлаждения

Считаем тепловой баланс шкафа

$$Q_{\text{охл}} = Q_{\text{внутр}} + U \cdot A_{\text{эфф}} \cdot (T_{\text{нар}} - T_{\text{вн}}) + Q_{\text{солн}}$$

Снаружи жарче

Тепло через стенки поступает в шкаф и увеличивает нагрузку.

Снаружи прохладнее

Часть тепла уходит через корпус и снижает нагрузку на охлаждение.

Q — Вт; U — Вт/(м²·К); $A_{\text{эфф}}$ — м². Считаем тяжёлый режим.



Выбор охлаждения: три условия

Условия по требованиям проекта

Способ охлаждения

Снаружи прохладнее;
воздухообмен допустим

Фильтрующий вентилятор
SLV / NLV

Снаружи прохладнее;
Требуется разделить контуры воздушного потока

Теплообменник воздух–воздух
HEX

Перепада температур
недостаточно или снаружи жарче

Кондиционер
OTS / NTS / STA / STA-A



Алгоритм выбора устройства охлаждения

Сравниваем требуемую температуру с температурой снаружи

$$T_{in} ? T_{amb}$$

$$T_{in} > T_{amb}$$

$$T_{in} \leq T_{amb}$$

МОЖНО РАССМАТРИВАТЬ ПАССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ



Температура снаружи не выше требуемой внутри
Наша задача – **отвести тепло** из шкафа

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Принудительный воздушный поток переносит тепло из шкафа наружу



ТЕПЛООБМЕННИК (ВОЗДУХ-ВОЗДУХ)

Тепло передается через пластинчатый сердечник, без смешивания воздуха



или

Работает эффективно, когда $T_{amb} < T_{in}$
Чем ниже T_{amb} относительно T_{in} , тем больше запас по охлаждению.

НУЖНА АКТИВНАЯ ХОЛОДОГЕНЕРАЦИЯ

Температура снаружи выше требуемой внутри
Нужно **создавать холод** и **отводить тепло** наружу



ФРЕОНОВЫЙ КОНДИЦИОНЕР

Компрессорный цикл переносит тепло из шкафа наружу и создает холод



или

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНДИЦИОНЕР (ПЕЛЬТЬЕ)

Полупроводниковый модуль переносит тепло из шкафа наружу и создает холод



Активное охлаждение обязательно, когда $T_{amb} \geq T_{in}$
Иначе внутри шкафа будет перегрев.

Вентилятор подбирают по рабочему потоку

$$V \approx 3,1 \cdot Q / \Delta T$$

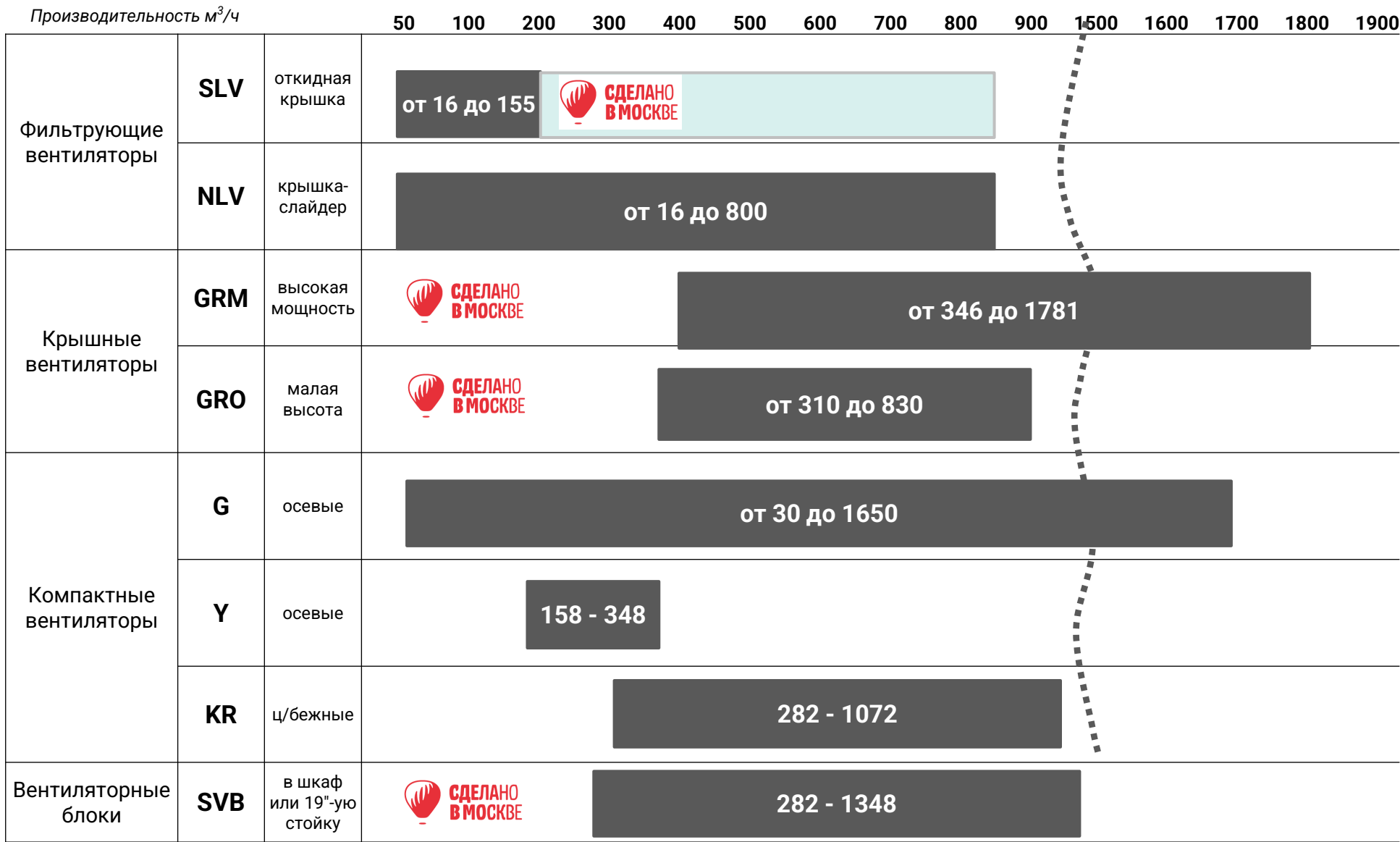
V — м³/ч; Q — Вт; $\Delta T > 0$ — К

Проверяем поток через комплект:
фильтр + решётка + шкаф.

Учитываем загрязнение
и расположение оборудования.



Ассортимент вентиляторов от SILART



Фильтрующие вентиляторы от SILART



SLV – фильтрующие вентиляторы с откидывающейся крышкой

- 3 типоразмера решетки **+ 2 типоразмера в 09-2026 и 11-2026 г.**
- 11 уровней производительности: от **16** до **155** м³/ч **+ до 850 м³/ч в 2026 г.**
- U питания: 12, 24, 48 VDC; 230 VDA, 1 ф, 50 Гц
- IP54 (класс очистки воздуха G3) / IP55 (класс очистки воздуха G4)
- высокая прочность корпуса, благодаря геометрии конструкции и более прочному материалу PC + ABS
- Доступны на вдув и выдув
- соответствующая линейка выходных фильтров **SLF**



NLV – фильтрующие вентиляторы с крышкой-слайдером

- 5 типоразмеров решетки
- 13 уровней производительности: от **16** до **800** м³/ч
- U питания: 12, 24, 48 VDC; 230, 380 VAC
- Рабочий ток: 1 А
- IP54 (класс очистки воздуха G3) / IP55 (класс очистки воздуха G4)
- Доступны на вдув и выдув
- соответствующая линейка выходных фильтров **NLF**



Крышные вентиляторы от SILART



GRM – крышные вентиляторы высокой мощности на центробежных вентиляторах с фильтром (IP54) и без (IP22)

- 14 уровней производительности: от **346** до **1781** м³ / ч
- U питания: 24 VDC; 230 VAC
- серия дефлекторов без вентилятора - **FRM**



GRO – крышные вентиляторы с малой высотой на осевых вентиляторах с фильтром (IP54) и без (IP22)

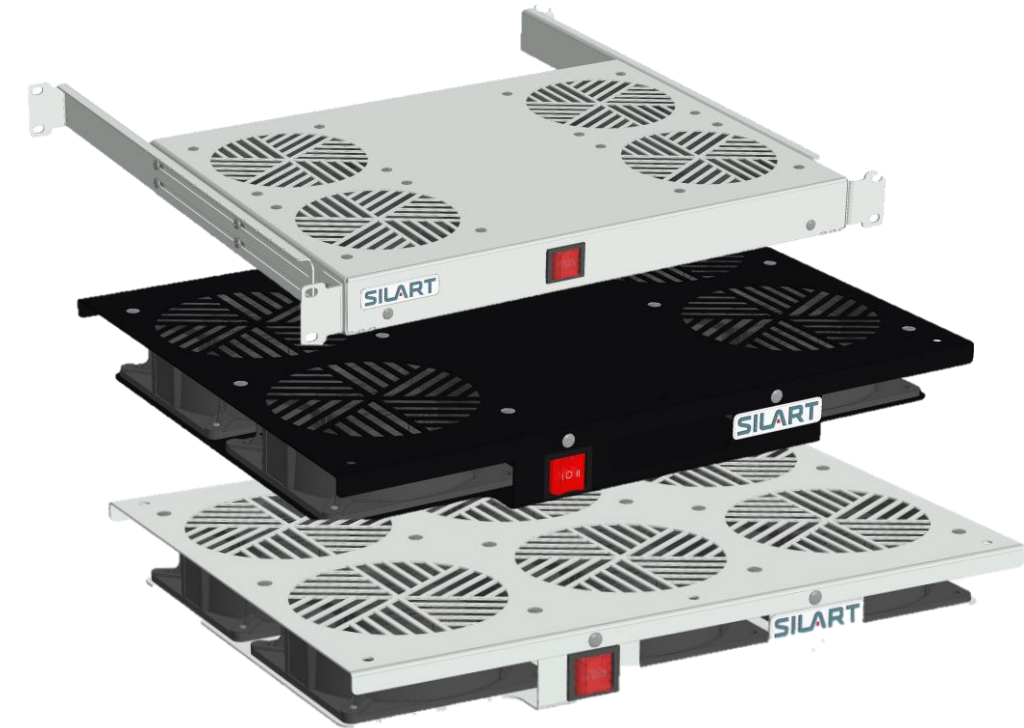
- 15 уровней производительности: от **310** до **830** м³ / ч
- U питания: 24, 48 VDC; 230 VAC
- серия дефлекторов без вентилятора - **FRO**



Вентиляторные блоки SILART для шкафа, или 19"- стойки

SVB – вентиляторные блоки в корпусе из любой марки стали

- 2, 3, 4 и 6 вентиляторов в сборке
- 16 уровней производительности: от **282** до **1348** м³/ч
- U питания: 12, 24, 48 VDC; 230 VAC
- встроенный термостат
- монтаж на крышу/стену/дверь шкафа или в стойку 19"
- электрическое соединение: с помощью проводника или разъема AC-016
- цвет корпуса черный или серый



Трёхпозиционный переключатель выбирает режим:

- включен постоянно
- выключен
- включен через встроенный термостат с фиксированной уставкой на включение при 35°C и выключение при 28 °C.



Для эффективной работы теплообменнику нужен перепад температур

$$Q \approx k \cdot \Delta T$$

где k — удельная холодопроизводительность, Вт/К

Внутренний и наружный воздух
не смешиваются.

При $\Delta T \rightarrow 0$ теплоотвод
тоже стремится к нулю.



Теплообменники воздух-воздух от SILART



HEX-A – промышленные теплообменники воздух-воздух

- Удельная холодопроизводительность: **15 / 35 / 42** Вт/К
- Питание: 230 VAC, 1~, 50 Гц **+ 48 VDC с 09-2026**
- Рабочий ток: 1 А
- Габаритные размеры (Ш×В×Г): 258×820×97 мм ... 315×820×97 мм
- Вес: 11...13,9 кг
- Диапазон температур окружающей среды: –40...+65 °С
- **IP65**
- Материал корпуса: конструкционная сталь с порошковым окрашиванием
- Корпус из любой марки нержавеющей стали – **ПОД ЗАКАЗ**



Нужна активная холодогенерация – выбираем кондиционер

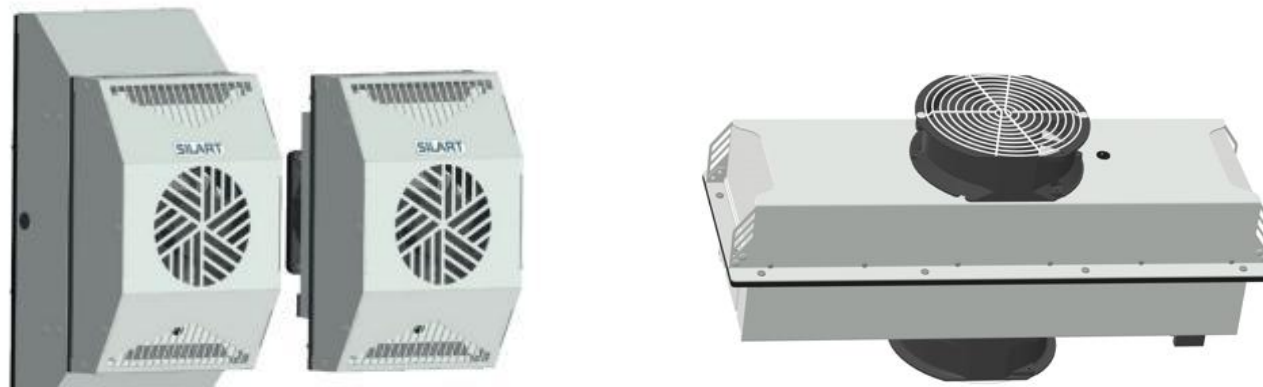
Для точного подбора учитывается максимальное количество параметров – решения от SILART подбираются с вариативностью по мощности, питанию, среде, габаритам и отводу конденсата

Компрессорные промышленные кондиционеры OTS / NTS

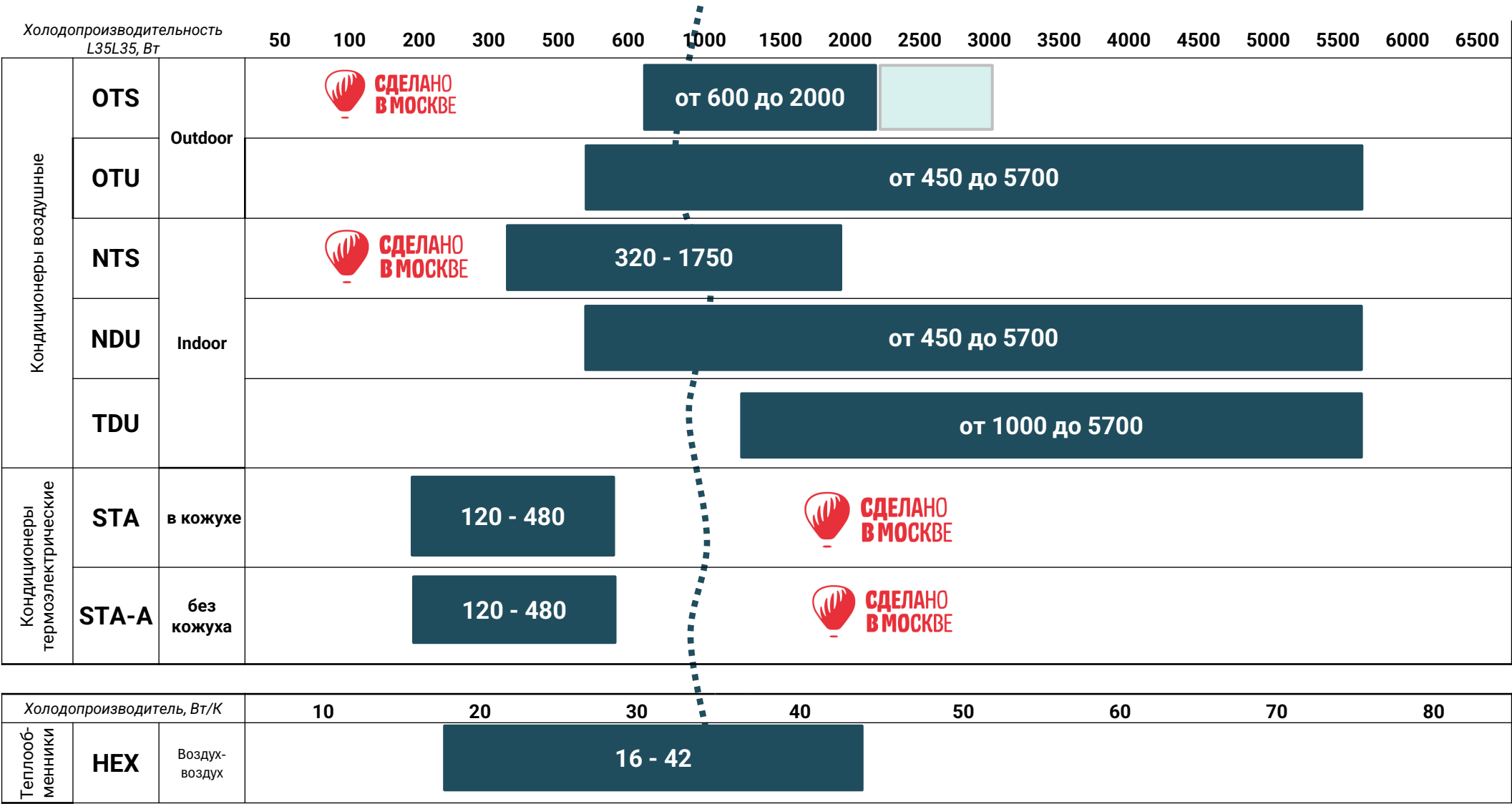
✓ Работают и при жаре снаружи



Термоэлектрические промышленные кондиционеры (Пельтье) STA / STA-A



Ассортимент устройств активного охлаждения от SILART



Воздушное кондиционирование от SILART – уличный монтаж



OTS – промышленные кондиционеры для уличного монтажа

- Холодопроизводительность (L35/L35): **600 / 1050 / 2000** Вт
- Номинальная потребляемая мощность: 368...1360 Вт
- Питание: 230 VAC, 1~, 50/60 Гц
- Максимальный ток: 2,2...6,8 А
- Рабочий ток: 1,6...5,9 А
- Мощность встроенного нагревателя: 250...450 Вт
- Габаритные размеры (Ш×В×Г): 321×631×228 мм ... 400×952×286 мм
- Вес: 25...49 кг
- Диапазон температур окружающей среды: –40...+55 °С
- Хладагент: R134a
- **IP65**
- Материал корпуса: конструкционная сталь с порошковым окрашиванием
- Корпус из любой марки нержавеющей стали – **ПОД ЗАКАЗ**



Уникальность разработки
подтверждена патентом



Воздушное кондиционирование от SILART – установка в помещениях



NTS – промышленные кондиционеры для монтажа в помещениях

- Холодопроизводительность (L35/L35): **320 / 450-500 / 900 / 1750** Вт
- Номинальная потребляемая мощность: 265...1196 Вт
- Питание: 230 VAC, 1~, 50/60 Гц
- Максимальный ток: 1,3...6,6 А
- Рабочий ток: 1,15...5,2 А
- Габаритные размеры (Ш×В×Г): 300×500×210 мм ... 400×850×296 мм
- Вес: 16,2...40 кг
- Диапазон температур окружающей среды: 0...+55 °С
- Хладагент: R134a
- **IP54**
- Материал корпуса: конструкционная сталь с порошковым окрашиванием
- Корпус из любой марки нержавеющей стали – **ПОД ЗАКАЗ**



**СДЕЛАНО
В МОСКВЕ**



Кондиционеры Пельтье от SILART – в корпусе



STA – термоэлектрические кондиционеры для монтажа в любом пространственном положении с возможностью отвода конденсата

- Холодопроизводительность: **120 / 240 / 320 / 400 / 480** Вт
- Питание: 24, 48 VDC
- Максимальный ток: 6,15...47,8 А
- Рабочий ток: 3,5...30,8 А
- Габаритные размеры (Ш×В×Г): 192×285×170 мм ... 200×530×268 мм
- Вес: 5...16,8 кг
- Диапазон температур окружающей среды: –10...+70 °С
- **IP67**
- Материал корпуса: AISI 430, AISI 304 или конструкционная сталь с порошковым окрашиванием
- Варианты монтажа – навесной и полуутопленный
- Корпус из другой марки нержавеющей стали – **ПОД ЗАКАЗ**



Уникальность разработки
подтверждена патентом



Кондиционеры Пельтье от SILART – для любых проектных решений



STA-A – термоэлектрические кондиционеры без корпуса, без требований к пространственной ориентации.

- Холодопроизводительность: **120 / 240 / 320 / 400 / 480** Вт
- Питание: 24, 48 VDC
- Максимальный ток: 6,15...47,8 А
- Рабочий ток: 3,5...30,8 А
- Габаритные размеры (Ш×В×Г): 190×260×170 мм ... 197×540×270 мм
- Вес: 4,5...15,6 кг
- Диапазон температур окружающей среды: –10...+70 °С
- **IP55**
- Материал корпуса: AISI 430, AISI 304 или конструкционная сталь с порошковым окрашиванием
- Корпус из другой марки нержавеющей стали – **ПОД ЗАКАЗ**



 **СДЕЛАНО
В МОСКВЕ**

 **SILART**



Паспортную мощность нужно уточнять по рабочим параметрам

Номинальный режим (L35 / L35)

+35 °C внутри
+35 °C снаружи

Это параметры, при которых указывается номинальная мощность.

Реальный режим

Нужны $T_{\text{вн}}$ и $T_{\text{нар,max}}$

Проверяем доступную холодопроизводительность по рабочим графикам конкретной модели

Холодопроизводительность $\neq$ потребляемая электрическая мощность.



Одна нагрузка — разные способы охлаждения

Дано:

$$T_{\text{вн}} = +35\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{внутр}} = 400\text{ Вт}$$

$$U \cdot A_{\text{эфф}} = 8\text{ Вт/К}$$

*, где U – коэффициент теплопередачи
 $A_{\text{эфф}}$ – эффективная площадь шкафа*

Снаружи +25 °C

Нагрузка: $400 - 80 = 320\text{ Вт}$

Вентиляция: $\approx 100\text{ м}^3/\text{ч}$
или HEX-A: $k \geq 32\text{ Вт/К}$

Снаружи +45 °C

Нагрузка: $400 + 80 = 480\text{ Вт}$

Кондиционер: $\geq 480\text{ Вт}$
при $T_{\text{вн}} / T_{\text{нар}} = +35 / +45\text{ }^{\circ}\text{C}$

(*) Значения до учёта запаса; солнечная нагрузка в примере отсутствует.



Обогрев решает три разные задачи

ЗАДАЧА

ЧТО НУЖНО ОБЕСПЕЧИТЬ

Поддержание температуры

Компенсировать теплопотери
при работающем оборудовании

Холодный пуск

Прогреть шкаф до запуска основной электроники

Защита от конденсата

Удерживать критические поверхности
выше точки росы



Мощность обогрева проверяют для пуска

$$Q_{\text{пот}} \approx U \cdot A_{\text{эфф}} \cdot (T_{\text{вн, min}} - T_{\text{нар, min}})$$

, где $Q_{\text{пот}}$ – теплопотери шкафа

Поддержание температуры

Теплопотери минус
гарантированное внутреннее тепло.

Холодный пуск

Внутреннего тепла ещё нет.
Дополнительно учитываем
время прогрева и теплоёмкость.

Нужны достаточная мощность, питание и разрешение пуска после прогрева.

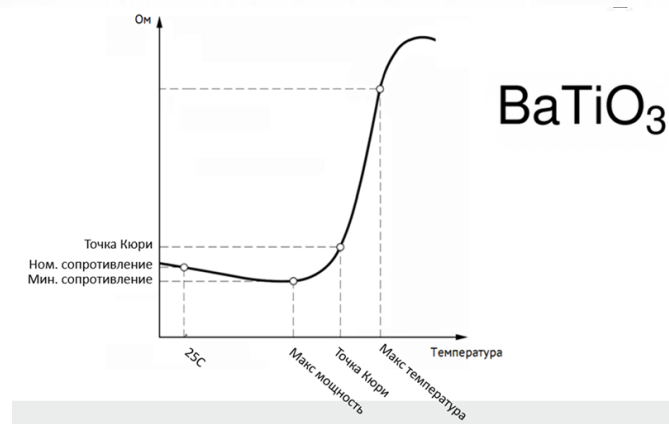


РТС снижает мощность после прогрева

Температура элемента растёт
→ сопротивление увеличивается
→ мощность уменьшается

Теплоотдача зависит от температуры,
напряжения и движения воздуха.

Термостат управляет не температурой нагревателя, а
температурой внутри корпуса шкафа автоматики.



Циркуляция определяет тип нагревателя



SNK-B / SNK-T

Естественная конвекция



SNV

Обогрев с вентилятором

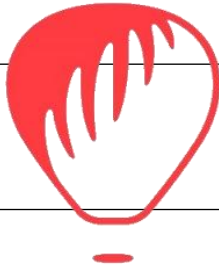


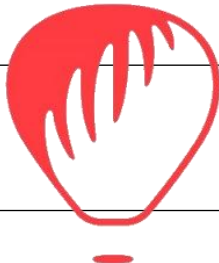
SNV-S

Обогрев с вентилятором



Ассортимент нагревателей от SILART

Тепловая мощность, Вт				50	100	200	300	400	500	600	700	800	1600	1700	1800	1900	2000	2100				
Конвекционные нагреватели	до 2026	с 2026																				
	SNB	SNK-B	с клеммой	от 15 до 300																		
			с проводом	от 25 до 300																		
	SNT	SNK-T	с проводом	от 10 до 140																		
Нагреватели с вентилятором	SNV	SNV	с клеммой						от 150 до 800					 СДЕЛАНО В МОСКВЕ								
	SNV	SNV	с проводом					от 80 до 800														
	SNV-S	SNV-S	с клеммой									от 1200 до 2100										


**СДЕЛАНО
В МОСКВЕ**



Конвекционные нагреватели – высокий ресурс и вариативность



SNT (SNK-T) – нагреватели в самом тонком корпусе

- 9 уровней мощности: от **10** до **140** Вт
- длина профиля радиатора: от 60 до 175 мм
- U питания: 12-24 VAC/VDC; 24-48 VAC/VDC; 110-230 VAC/VDC
- подключение с помощью проводника 2x20 AWG
- материал: анодированный алюминий
- есть модели в низкотемпературном исполнении
- рабочий диапазон температур -40 ... +80°C



SNB (SNK-B)

- нагреватели в корпусе с высокой плотностью мощности
- 12 уровней мощности: от **15** до **300** Вт
- длина профиля радиатора: от 60 до 250 мм
- U питания: 12-24 VAC/VDC; 110-230 VAC/VDC
- подключение с помощью проводника 2x20 AWG или пружинной клеммы
- материал: анодированный алюминий
- есть модели в низкотемпературном исполнении

NEW! Для формирования видимого болтового заземления в конструкцию нагревателя добавлен зажим M6



Нагреватели с вентилятором – максимальная эффективность



SNV – большой модельный ряд с вариативностью по тепловой мощности и воздушному потоку

- 3 типоразмера: 46 x 66 x 53 мм; 75 x 99 x 70 мм; 99 x 126 x 93 мм
- воздушный поток: 16 – 104 м³ / ч
- диапазон мощности нагрева: от **80** до **800** Вт
- U питания: 12, 24, 48 VDC; 230 VAC
- стеклоармированный пластик PPS, UL94 V-0 обеспечивает высокую устойчивость к температуре и другим воздействиям окружающей среды

SNV-T – клеммное электрическое соединение

- 2 типоразмера: 71 x 100 x 86 мм; 96 x 126 x 111 мм
- диапазон мощности нагрева: от **150** до **800** Вт
- В типоразмере SNV-6 реализована функция двухдиапазонного нагрева:
150/200 Вт
200/350 Вт
250/400 Вт,

а также возможности включения только вентилятора – без нагревателя

- U питания: 230 VAC

*Уникальность разработки
подтверждена патентом*



**СДЕЛАНО
В МОСКВЕ**



Нагреватели с вентилятором – максимальная эффективность



SNV-S – максимальный уровень мощности для нагревателей шкафов автоматики

- 1 типоразмер: 143 x 134 x 178 мм
- 2 модели с 1 и 2 уровнями мощности: **1200 /1650** Вт и **2100** Вт
- U питания: 230 VAC
- воздушный поток: 158 м³ / ч; 231,4 м³ / ч
- корпус может быть выполнен из нержавеющей стали
- встроенная клемма для удобного подключения
- штатный диапазон рабочих температур -25...+70°C
- **с 2026 г. в ассортименте модели в низкотемпературном исполнении**
- U питания: 230 VAC



Конденсат на холодных поверхностях

$T_{\text{поверхности}} \leq T_{\text{точки росы}}$

Пример состояния воздуха

+25 °C и 65% RH
Точка росы $\approx$ +18 °C

Холодная поверхность
может покрыться влагой.

Что делает обогрев

Прогревает поверхности
и снижает относительную влажность.

Вода из воздуха
сама по себе не удаляется.



Управление связывает обогрев и охлаждение

Задача	Управление	Альтернативное решение
Обогрев	TBS / TBS-R, NC размыкание для включения оборудования	ECD – электронный контроллер (управление нагревом или охлаждением выбирается в меню) SLR – панельный электронный контроллер (одновременное управление нагревом и охлаждением + аварийный сухой контакт)
Вентиляция / Охлаждение	TBS / TBS-R, NO замыкание для включения оборудования	
Влажность	MTN Механические гигростаты с переключающимся контактом	



Монтаж влияет на фактический результат. Необходимо обеспечить:

Внутри шкафа

Свободные воздушные каналы.

Отступы по руководству изделия.

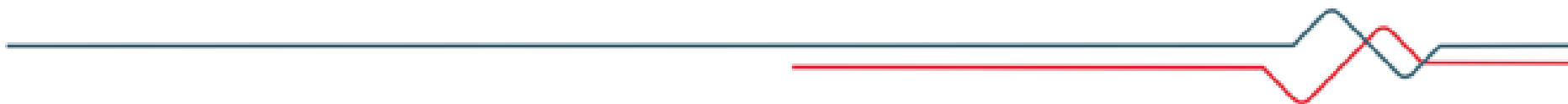
Датчик вне локального теплового потока.

На границе с внешней средой

Герметизацию монтажных вырезов.

Приток, вытяжку и слив конденсата.

Доступ для обслуживания.



Проверяем решение в летнем и зимнем режиме

- 1 Исходные данные и тепловой баланс
- 2 Охлаждение при летнем максимуме
- 3 Обогрев и холодный пуск зимой
- 4 Влажность, управление и монтаж



Рассчитай климат с

SILART

Подбор оборудования: support@silart.com





Спасибо за внимание!

**Передовые Технологии Автоматизации
Уфа-2026**