

# Задача

Имеется металлический шкаф для размещения телекоммуникационного и другого электрооборудования на улице в условиях погоды средней полосы России. Шкаф оборудован вентилятором и нагревателем.

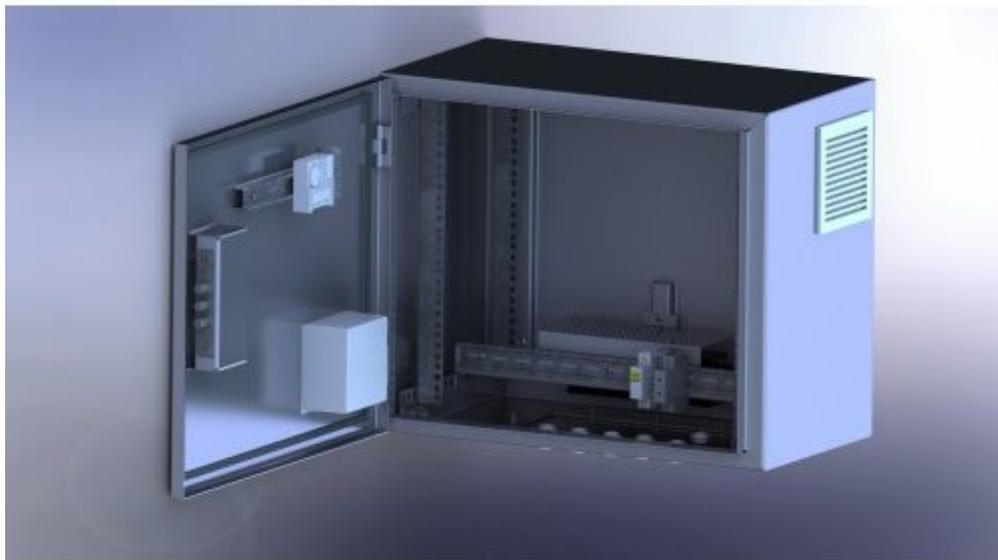
Требуется выполнить:

1. Автоматическое поддержание температуры воздуха внутри в шкафа в пределах от +5 до +35 °С. При нагреве воздуха внутри шкафа ниже +5 °С включать нагреватель. При нагреве воздуха внутри шкафа выше +35 °С включать вентилятор. Температура наружного воздуха от -30 °С до +30 °С, влажность наружного воздуха до 99%.
2. Если относительная влажность воздуха внутри шкафа поднимается выше 85%, включать нагреватель для снижения относительной влажности.
3. Если воздух в шкафу имеет одновременно высокую температуру и высокую влажность, включать вентилятор.
4. Обеспечить удалённый доступ к ПО управления нагревом и влажностью воздуха через сеть Интернет посредством сети сотовой связи. Возможности удалённого доступа:
  - a. Просмотр текущих и прошлых значений температуры и влажности воздуха
  - b. Просмотр текущих и прошлых значений включённости вентилятора и нагревателя
  - c. Изменение пороговых значений нагрева и влажности воздуха
  - d. Управление вентилятором и нагревателем в ручном режиме
5. Обеспечить мгновенное уведомление на сотовый телефон в случае, если значения нагрева или влажности воздуха выйдут за критические пределы (ниже +3 °С, выше +40 °С, влажность выше 90%)

# Решение

## Приборная часть

Пример термощкафа для размещения телекоммуникационного и другого электрооборудования на улице:



Внутри шкафа находятся:

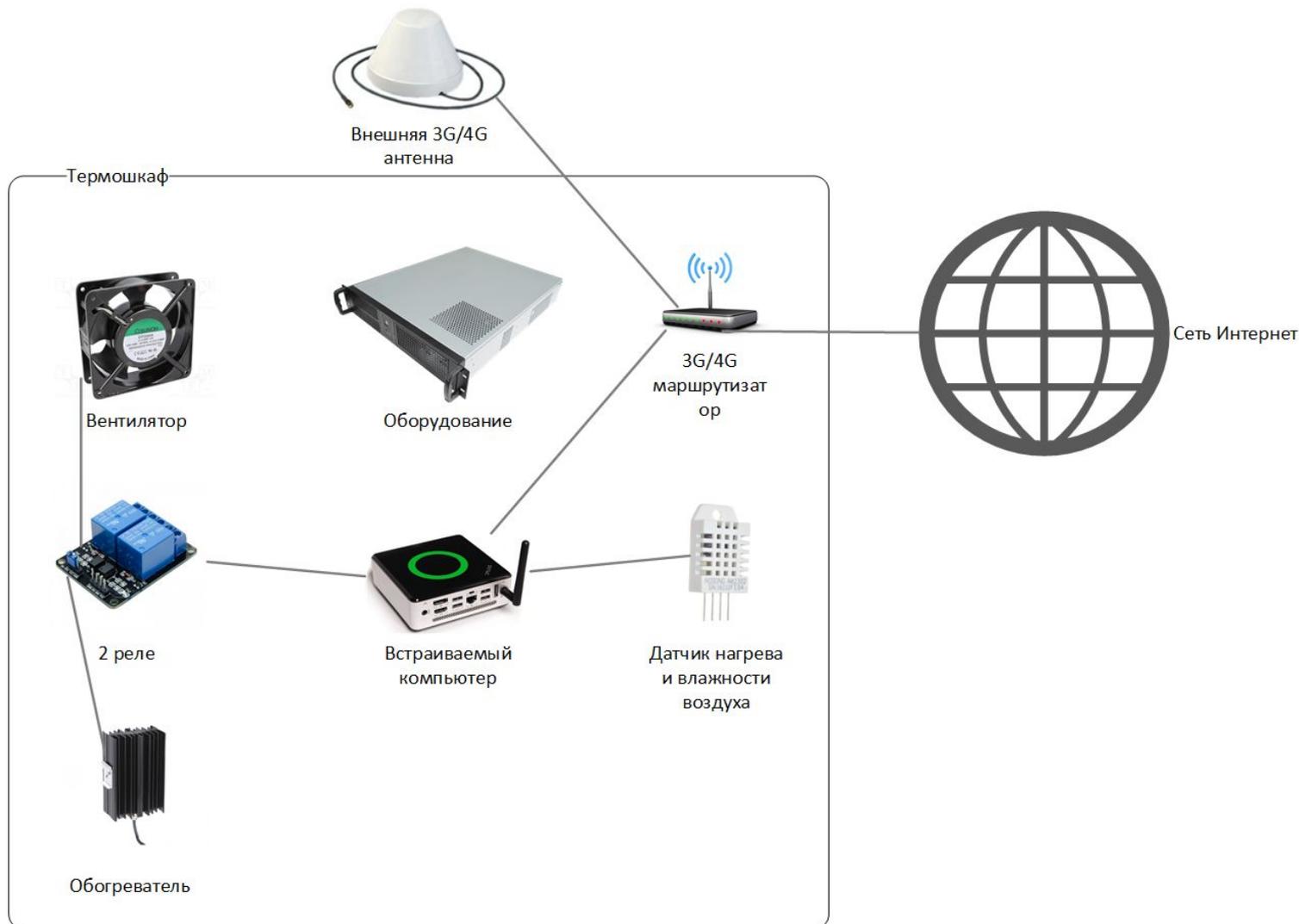
- 19-дюймовый остов для размещения стандартного стоечного электрооборудования (серверов, маршрутизаторов и др.)
- DIN-рейка для размещения вводного и управляющего электрооборудования (вводной автомат, розетки, встраиваемый компьютер и т.д.)
- вентилятор;
- нагреватель;
- встраиваемый компьютер;

- датчик температуры и влажности воздуха;
- плата с реле, управляющими включением вентилятора и нагревателя по указаниям встраиваемого компьютера;
- 3G/4G-маршрутизатор, обеспечивающий доступ встраиваемому компьютеру и размещённому в шкафу оборудованию в сеть Интернет через сеть сотовой связи;
- оборудование, требующее размещения на улице.

Снаружи шкафа находится:

- внешняя 3G/4G-антенна (подключается к 3G/4G-маршрутизатору).

Приборная часть в общих чертах изображена на рисунке:



В качестве встраиваемого компьютера использован Raspberry Pi model 3 B.

## Программное обеспечение встраиваемого компьютера

Написано на языке Python под Linux с использованием фреймворка Twisted. Поддерживается автоматический режим работы (настройки задаются в текстовом файле) или ручной режим работы (управление из командной строки).

Пороговые значения нагрева и влажности воздуха задаются в текстовом файле, находящемся на встраиваемом компьютере:

```
GNU nano 2.7.4 File: climate_control.conf Modified
[ProfileGeneral]
name=Основной набор настроек
is_active=1
temperature_min=5
temperature_min_critical=1
temperature_max=35
temperature_max_critical=40
temperature_hysteresis=2
humidity_max=85
humidity_max_critical=90
humidity_hysteresis=2
preferred_control_flow=temperature
temperature_sensor_name=Датчик_AM2302_T
humidity_sensor_name=Датчик_AM2302_H
cooler_name=Охладитель
heater_name=Нагреватель

[DataSender]
blocking_http_operations_timeout=20
emergency_send_api_key=
minimal_send_interval=16
sensors_send_api_key=

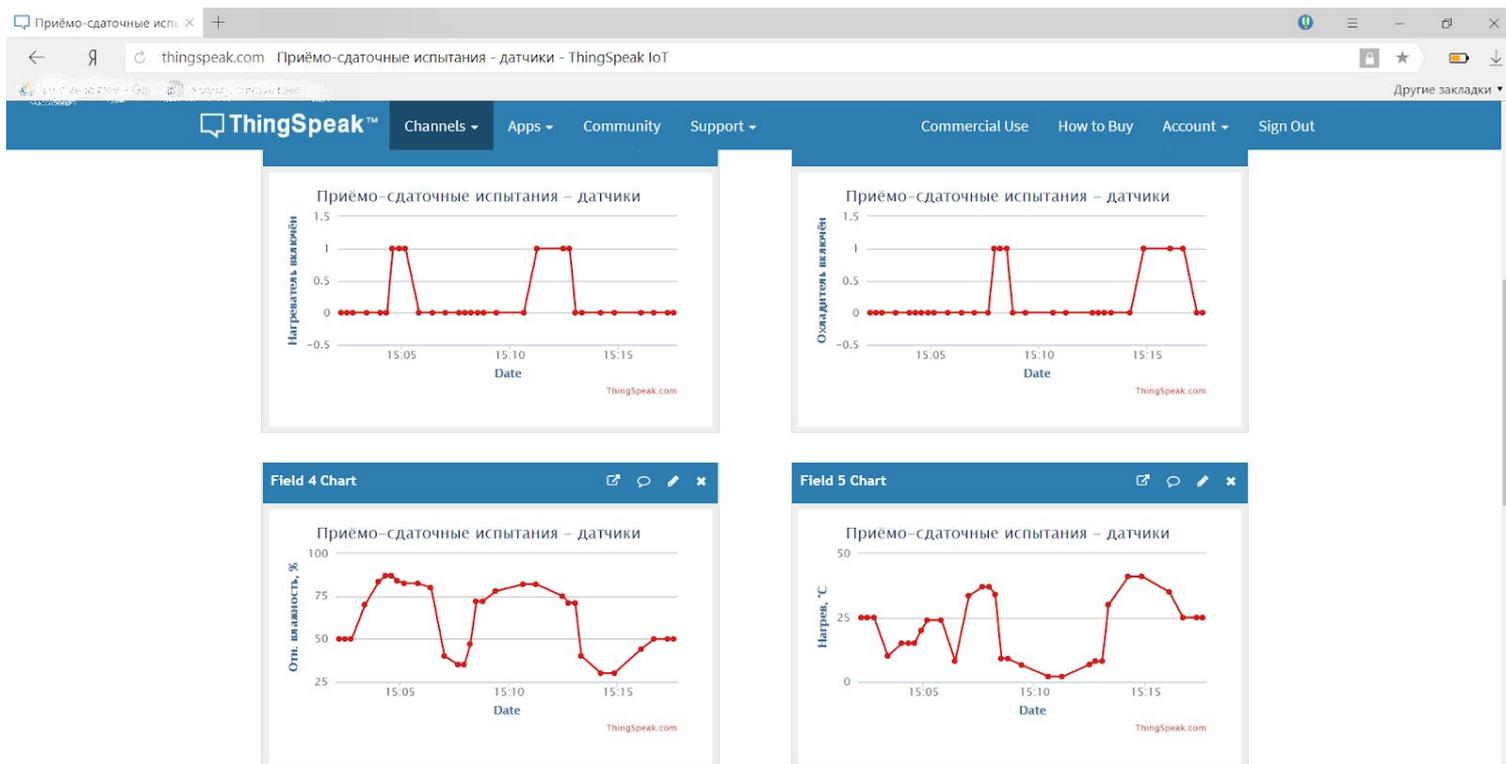
[Watchdog]
# This value must be greater than Monitor.measurement_interval

^G Get Help      ^O Write Out    ^W Where Is     ^K Cut Text     ^J Justify      ^C Cur Pos     ^Y Prev Page
^X Exit          ^R Read File    ^\ Replace      ^U Uncut Text   ^T To Spell     ^_ Go To Line    ^V Next Page
```

Удалённый доступ к встраиваемому компьютеру через сеть Интернет обеспечивается при помощи службы Remote.it (<https://www.remot3.it>). За счёт этого удалённый доступ работает даже при отсутствии у встраиваемого компьютера и 3G/4G-маршрутизатора прямого IP-адреса (что обычное дело для сотовых сетей).

Встраиваемый компьютер имеет приборного сторожа зависания. Написанное ПО взаимодействует с этим сторожем, таким образом, даже в случае аппаратной ошибки или ошибки на уровне операционной системы произойдёт перезагрузка и управление температурой и влажностью воздуха продолжится.

Сведения о нагреве и влажности воздуха, включённости/отключённости вентилятора и обогревателя отправляются через сеть Интернет в службу ThingSpeak.com. В этой службе можно просматривать эти данные в виде графиков:



## Уведомления на сотовый телефон

Чтобы получать уведомления на сотовый телефон (Android), использовалось бесплатное приложение [IoT ThingSpeak Monitor Widget](#). В нём можно просматривать текущие значения нагрева и влажности воздуха, прошлые показания в виде графиков, а также настроить звуковое оповещение в случае выхода какого-либо показателя за допустимые пределы.



