ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ
Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы
«Школа № 1387»
(ГБОУ школа № 1387)

Кейс №5: Сбор и обработка данных температуры

Авторы работы:
Марков Александр Сергеевич
Прошина Евгения Александровна
Аваков Артём Артурович
11 И класс
ГБОУ школа № 1387
Научный руководитель:

Москва, 2020

Оглавление

Анализ технических требований

Задание

Реализовать программный модуль для сбора, хранения и обработки данных с удалённых температур данных

Условия выполнения

Посредством специализированного сервиса, расположенного по адресу http://dt.miet.ru/ppo_it, осуществить сбор данных об уличной температуре в 16

городах. Необходимо использовать показатели датчиков, находящихся в 10 квартирах не менее, чем пяти районов города. Время осуществления – 48 часов реального времени.
Обращение к сервису происходит не реже, чем один раз в 10 минут.
Полученные данные хранятся с помощью реляционной СУБД, реализованной на основе ER-модели.
Взаимодействие с данными осуществляется через пользовательский интерфейс, который по запросу пользователя отображает информацию о температуре в квартирах и на улице в виде графика/диаграммы (см. пункт пользовательский интерфейс)
Пользовательский интерфейс является кроссплатформенным, а также организован в соответствии со стандартами построения UI
Для облегчения работы с вносящимися в программный код изменениями используется система управления версиями git

Пользовательский интерфейс

Согласно регламенту испытаний функционал UI подразумевает выведение следующих данных в виде графика/диаграммы/величины:

- Данные температуры в реальном времени в определённой квартире
- График изменения уличной температуре на протяжении суток реального времени в одном из городов
- График изменения средней температуры в квартирах в одном из городов на протяжении суток реального времени
- График изменения температуры в одной квартире в каждом из городов
- Диаграмма максимальных температур в квартирах в каждом из районов (не менее пяти) одного города

Язык программирования и программные средства

Языки программирования

Учитывая изложенные выше особенности технического задания, было решено, что в качестве основного языка программирования будет использоваться Python.
При выборе важную роль сыграли такие его качества, как минималистичный синтаксиса ядра и богатая стандартная библиотека, позволяющая работать с высокоуровневыми структурами данных и взаимодействовать со многими сетевыми протоколами, в частности HTTP.
Управление БД осуществляется посредством СУБД SQLite ввиду того, что его легко использовать при кроссплатформенном переносе, а также он очень надёжен с точки зрения программного кода.

Сравнение языков программирования

	Python	C++	Java
Опыт работы	+	-	-
Простота синтаксиса и удобство	+	-	-
Производительность	-	+	+
Работа с БД	+	-	-
Динамическая типизация	+	-	-

Таблица 1

Производительность языка не играла важную роль при выборе языка, так как программный продукт используется малым числом лиц и объёмы обрабатываемых данных относительно малы

Модули стандартной библиотеки Python

- модуль requests – инструмент составления HTTP и GET-запросов для взаимодействия с сервером
- модуль time – для работы с реальным/серверным временем
- модуль sqlite3 – кроссплатформенное средство работы с БД

Библиотеки Python

- Matplotlib – осуществляет визуализацию информации из БД в UI
- IPyWidgets – интерактивные HTML виджеты для Jupyter Notebook

Программные средства

Дистрибутив Anaconda предустанавливает инструмент интерактивной разработки Jupyter Notebook, удобный с точки зрения разработки и использования интерфейса, в том числе он поддерживает создание графического интерфейса для пользователя. В качестве IDE используется Spyder из дистрибутива Anaconda. Одна из важных особенностей этой среды разработки – это интеграция с научными библиотеками Python, к примеру Matplotlib

Описание основных этапов разработки

Первый этап

С помощью интернет-ресурсов мы изучили синтаксис и принципы работы описанных выше модулей и библиотек языка Python, СУБД SQLite, а также ознакомились с основами работы в программных средствах Jupyter Notebook и Spyder

Второй этап
Для реализации программного кода выбраны методы структурного программирования. Составлены концепции функций, образующих модуль взаимодействия с сервером и обработкой полученной информации и модуль пользовательского интерфейса и визуализации данных (далее «модуль 1» и «модуль 2» соответственно; см. Алгоритм работы программного продукта)

Третий этап
На сайте https://github.com/ создана система контроля версий продукта, доступная по следующей ссылке: https://github.com/CangCiwei/PredProf. Составлен план выполнения технического задания согласно функциональности продукта.

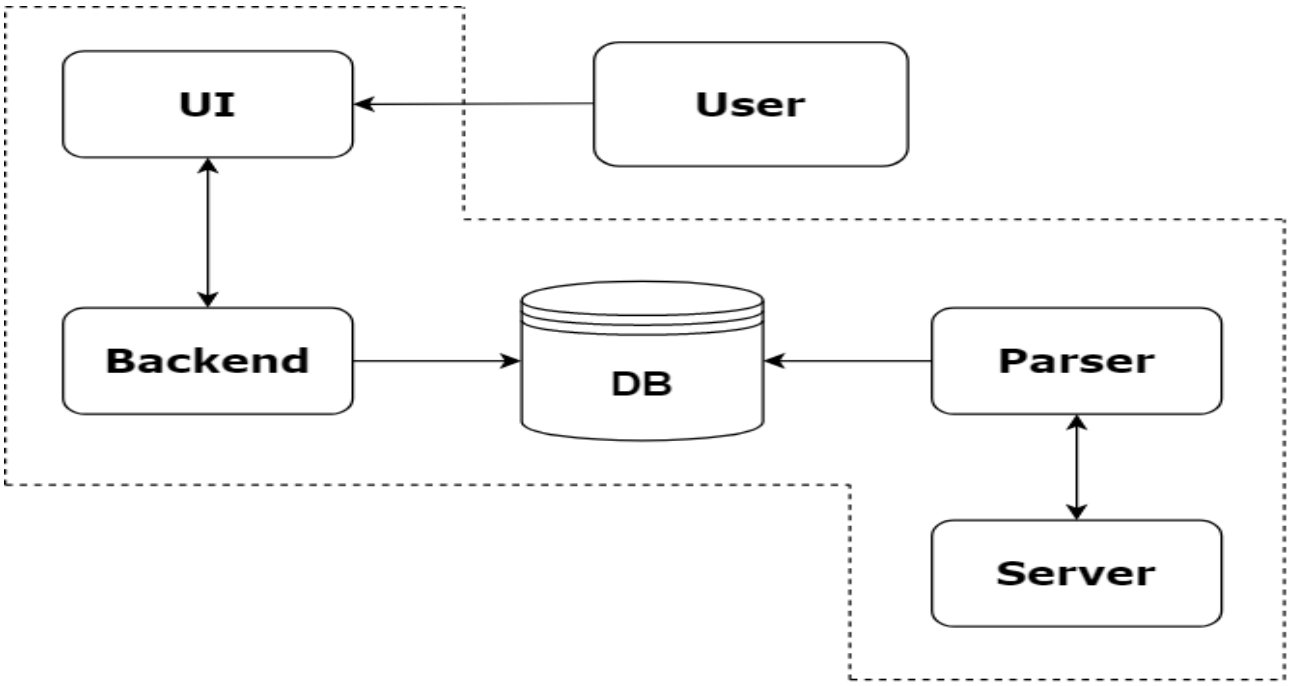
Четвёртый этап
Проектируется UI. Осуществляется написание программного кода для модуля 1 и модуля 2. Код комментируется. Каждая составная функцию тестируется на корректность возвращаемых данных.
Оформляется техническая документация.

Пятый этап
Тестируется функциональность программы. Проводятся необходимые корректировки программного кода (см. Третий этап) и повторные тестирования.

Шестой этап
Производится сбор данных температуры на протяжении 48 часов реального времени. По ним строятся графики, описанные в разделе Пользовательский интерфейс

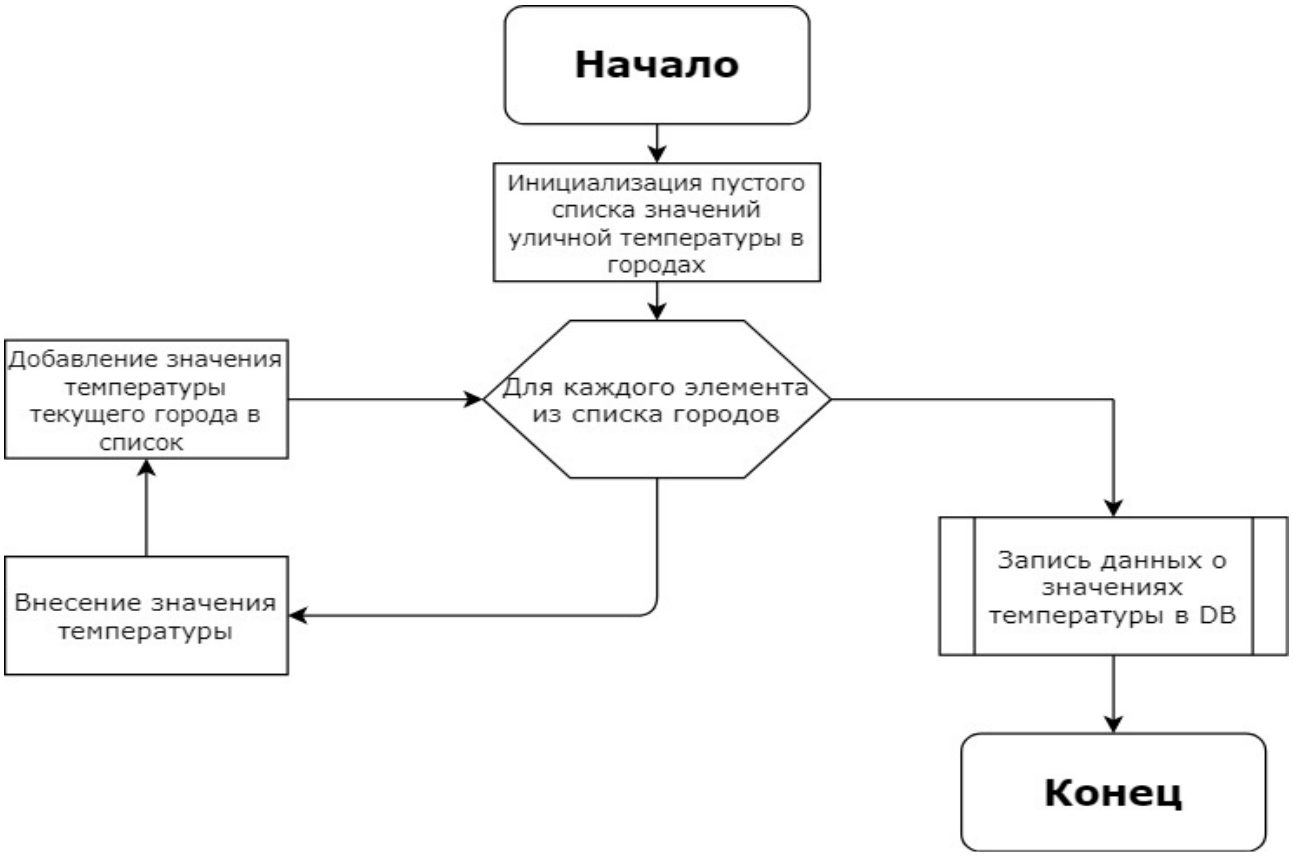
Структурная и функциональная схема

1. Структурная схема работы алгоритма

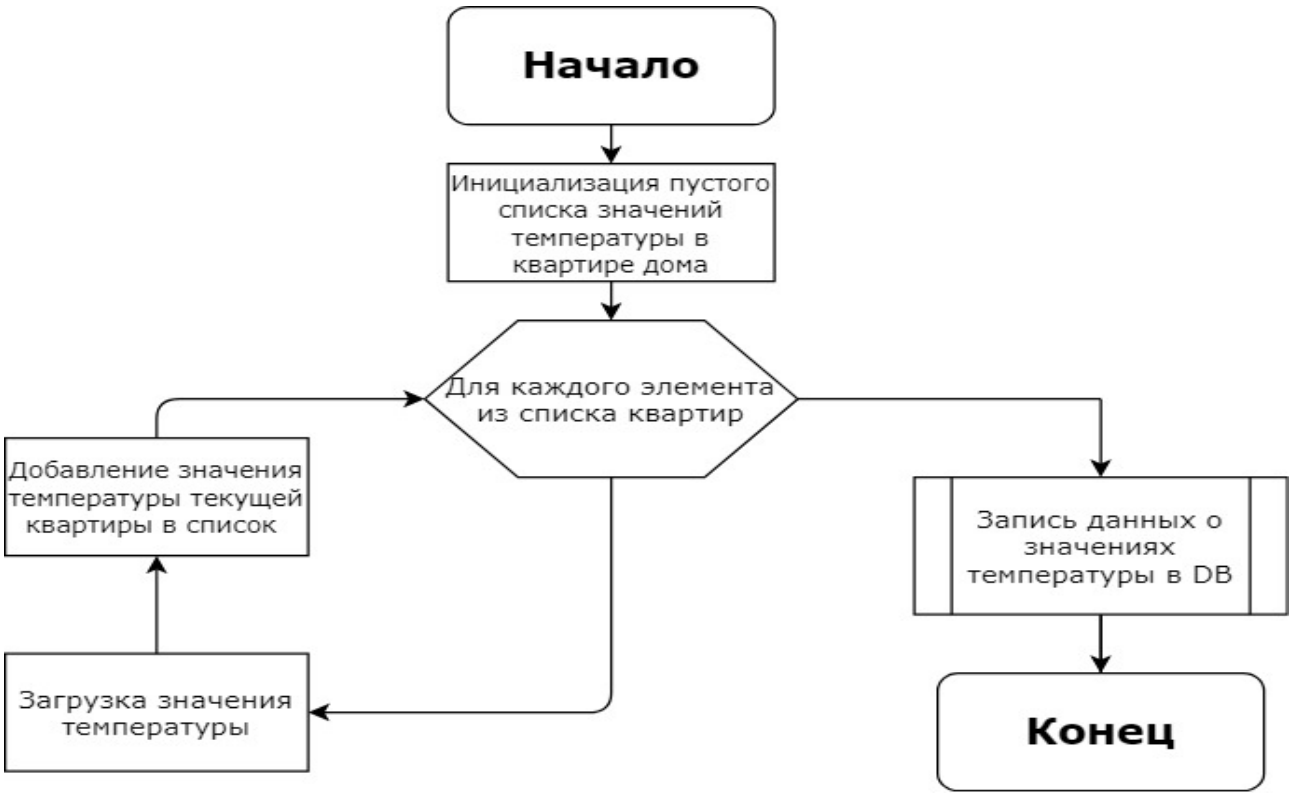


Функциональные схемы: Parser

2. Функциональная схема: внесения данных уличной температуры в городах



3. Функциональная схема: внесение значений температуры в квартире



Алгоритм работы программного продукта

Пользователь посредством специализированного UI взаимодействует с данными находящимися в DB посредством Backend

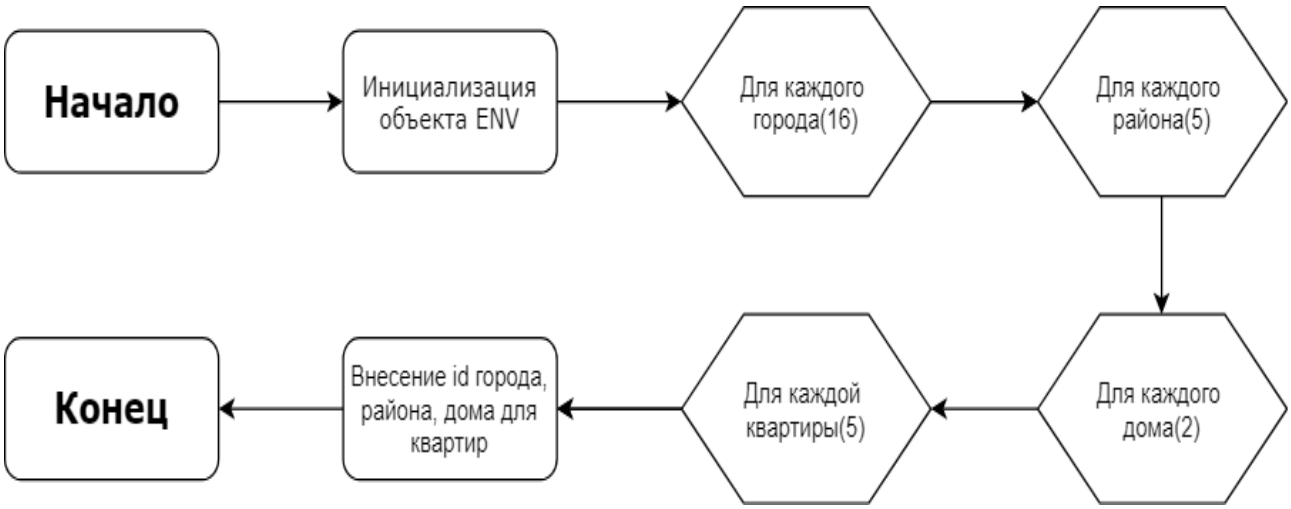
Раздел Backend производит визуальное отображение информации в качестве графиков и диаграмм, которое реализовано с помощью Matplotlib, также здесь осуществлена некоторая обработка информации в соответствии с регламентом, например, определение максимальных значений температуры.

DB хранит информацию, полученную с сервера в виде нескольких таблиц: таблица показаний уличной температуры в городах, таблица показаний температуры в множестве квартир одного города, таблица показаний температуры в одной квартире в каждом из городов, таблица показаний температуры в квартирах в нескольких (5) районах одного города.

Parser производит обработку данных полученных сервиса и передаёт их в DB в соответствующие таблицы. В том числе, с помощью модуля requests здесь извлекается токен для взаимодействия с сервиса, производится извлечение данных на разных уровнях сервера; создаются «цели» для создания графика «температур множества квартир» и здесь же находится подпрограмма, отвечающая за время сбора данных с сервиса, реализованная с помощью модуля time

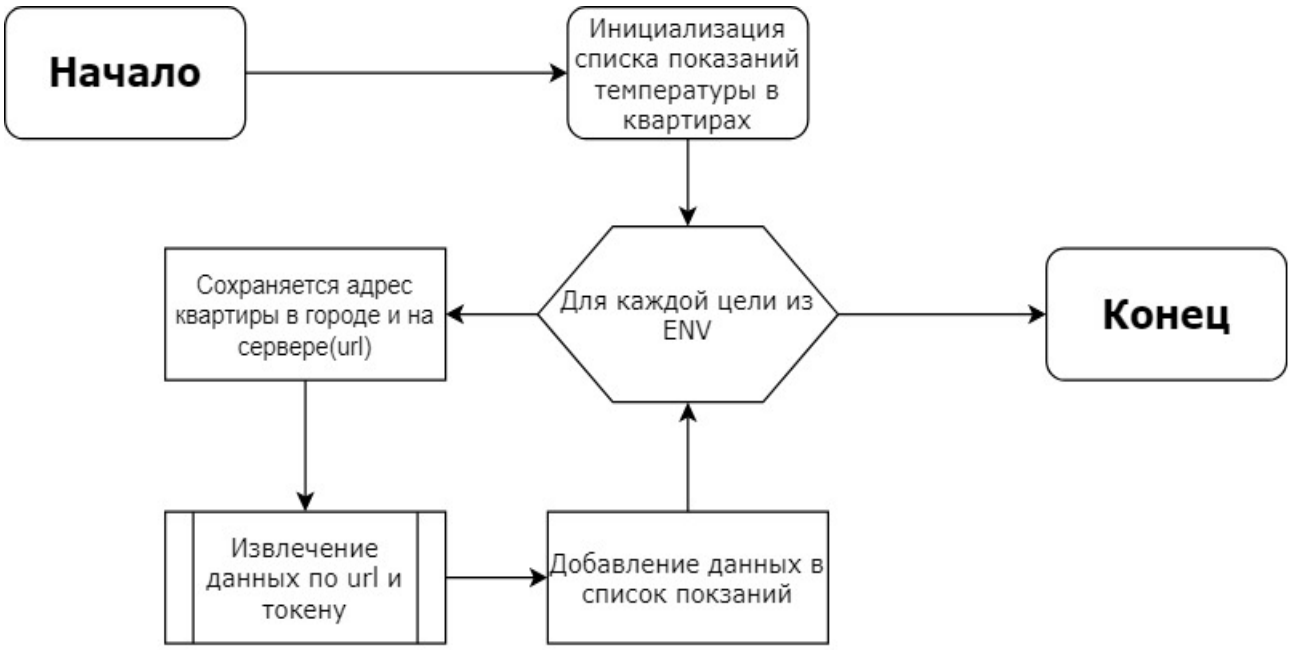
Ниже представлены функциональные схемы работы некоторых частей алгоритма:

1. Загрузка «целей» - адресов квартир, из которых будут считываться данные температуры



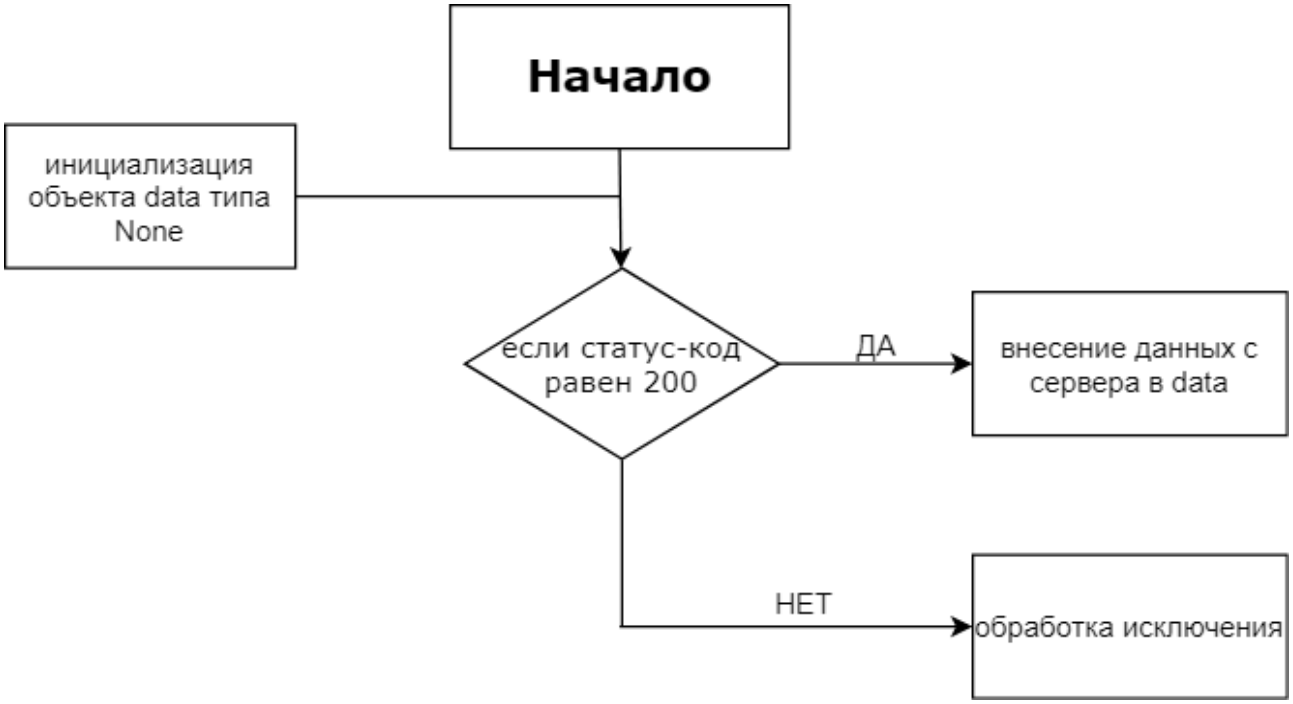
ENV – это объект типа dict, содержащий список целей targets, url-адрес сервиса, token и время работы программы.

2. Сбор данных о каждой цели



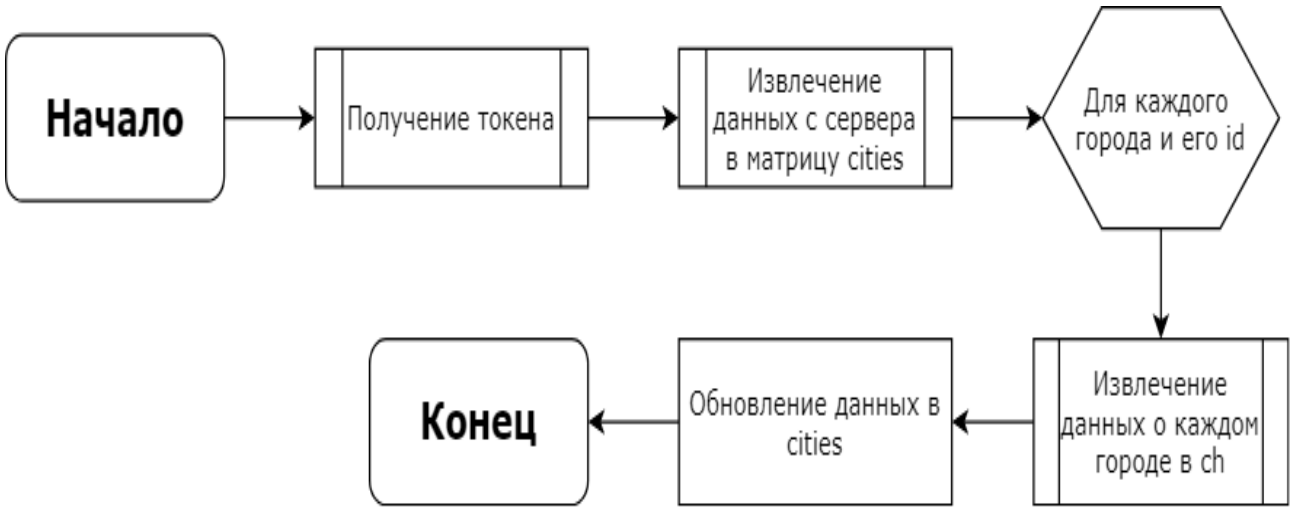
Алгоритм возвращает список показаний температуры в квартирах

3. Извлечение данных с сервера



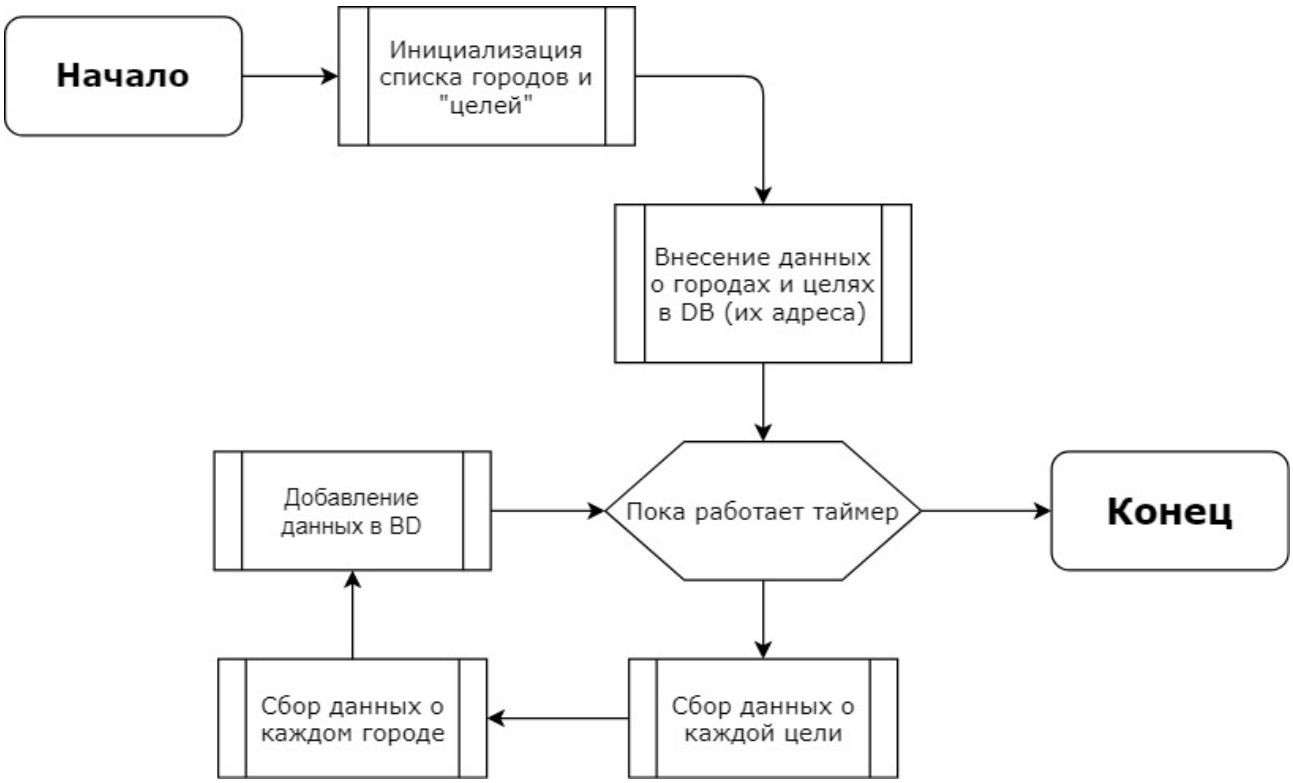
Алгоритм возвращает data в формате json

4. Извлечение подробных данных о каждом городе



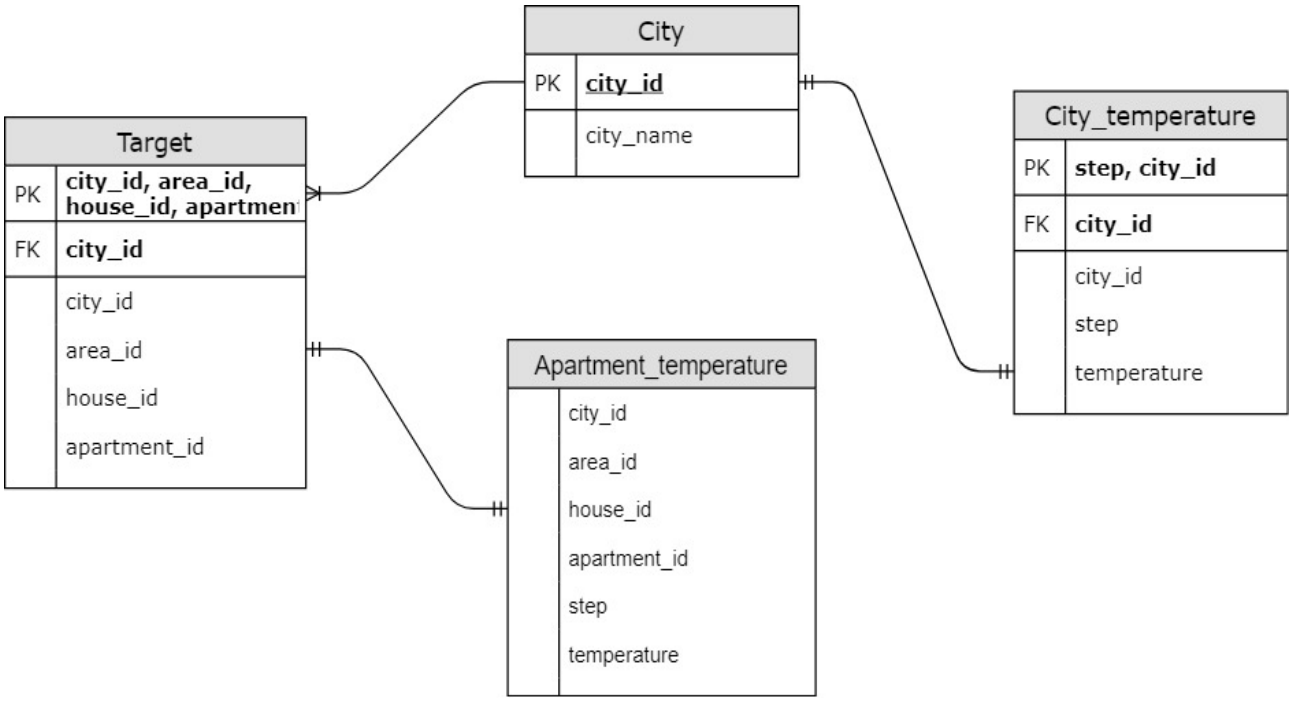
Дополнительно, перед использованием объектов cities и ch они проверяются на корректность (не тип None). Алгоритм возвращает cities – объект типа dict. Использование этой программы подразумевает постоянные изменения в показаниях температуры

5. Основной алгоритм



База данных

6. ER-модель



Результаты разработки

Реализован программный продукт, позволяющий выводить данные температуры в различных квартирах и регионах. Разработан программный модуль, обеспечивающий взаимодействие с сервисом. Полученная с него

информация хранится в реляционной базе данных. Взаимодействие с пользователем происходит через специализированный UI. Интерфейс является самоадаптирующимся для различных ОС/имеет единый стиль, общий для всех ОС/гибридное решение.
Выполнены все пункты технического задания, описанные в начале документации.

Программный код

Модуль 1

```
#! /usr/bin/env python3
u"""Модуль сбора данных."""
import os
import json
import requests
from stimer import STimer
from random import shuffle
from database import DB

ENV = {
    "token_path": "../token",
    "cache": ".cache.json",
    "targets": [],
    "url": "http://dt.miet.ru/ppo_it/api",
    "dbname": "../database.db",
    "delay": 60,
    "end": 24 * 3600
}

with open(ENV["token_path"]) as file:
    ENV["token"] = file.read().strip()


def init_random(size, max_val):
    """Генерация диапазона случайных значений."""
    keys = list(range(1, max_val + 1))
    shuffle(keys)
    return dict.fromkeys(keys[0:size])


def gen_random_targets(cities):
    """Генерация целей для сбора данных."""
    targets = {}
    for city in cities:
        # случайные номера значения районов
        areas = init_random(4, city["area_count"])
        for i, area_id in enumerate(areas.keys()):
```

```
            # список для хранения номеров домов для текущего города и района
            # запрос данных для
            res = load_data(f"{ENV['url']}/{city['city_id']}/{area_id}")
            houses = init_random(2, len(res["data"]["data"]))
            for j, house_id in enumerate(houses.keys()):
                url = f"{ENV['url']}/{city['city_id']}/{area_id}/{house_id}"
                res2 = load_data(url)
                size = 1
                if i == 3 and j == 1:
                    size += 2
                apartments = init_random(
                    size, res2["data"]["data"]["apartment_count"]
                )
                houses[house_id] = list(apartments.keys())
            areas[area_id] = houses
        targets[city["city_id"]] = areas
    return targets


def make_targets(cities):
    """Создание списка целей."""
    targets_map = gen_random_targets(cities)
    targets = []
    for city_id in targets_map.keys():
        target = {}
        target["city_id"] = city_id
        for area_id in targets_map[city_id]:
            target["area_id"] = area_id
            for house_id in targets_map[city_id][area_id]:
                target["house_id"] = house_id
                for apartment_id in targets_map[city_id][area_id][house_id]:
                    target["apartment_id"] = apartment_id
                    targets.append(target.copy())
    return targets


def load_data(url=ENV["url"], token=ENV["token"]):
    """Функция загрузки данных."""
    result = {"data": None, "error": None}
    try:
        print(f">>> REQ: {url} ")
        res = requests.get(url, headers={"X-Auth-Token": token})
        print(f"<<< RES: {res.status_code}\n\t{res.text}")
        if res.status_code == 200:
            result["data"] = res.json()
        else:
            result["error"] = res.text
    except Exception as error:
        print(error)
    return result
```

```
88.
89.
90. def get_cities():
91.     res = load_data()
92.     cities = []
93.     if res["data"] is not None:
94.         cities = res["data"]["data"]
95.     return cities
96.
97.
98. def get_cities_data(cities=None):
99.     """ извлечение подробных данных о каждом городе """
100.         if cities is None:
101.             cities = get_cities()
102.         for city in cities:
103.             res = load_data(f"{ENV['url']}/{city['city_id']}")
104.             if res["data"] is not None:
105.                 city.update(res["data"]["data"])
106.         return cities
107.
108.
109.     def get_apatments_data(targets):
110.         """сбор данных о каждой цели"""
111.         data_set = []
112.         for target in targets:
113.             url =
    f"{ENV['url']}/{target['city_id']}/{target['area_id']}/{target['house_id']}/{targe
    t['apartment_id']}"
114.             res = load_data(url, ENV["token"])
115.             dataset = {
116.                 "city_id": target['city_id'],
117.                 "area_id": target['area_id'],
118.                 "house_id": target['house_id'],
119.                 "apartment_id": target['apartment_id'],
120.                 "temperature": None
121.             }
122.             if res["data"] is not None:
123.                 dataset["temperature"] = res["data"]["data"]["temperature"]
124.             else:
125.                 dataset["temperature"] = -273
126.             data_set.append(dataset)
127.         return data_set
128.
129.
130.     def get_one_target(city, area, house, apartment):
131.         """Сбор данных об одной цели в реальном времени"""
132.         data = load_data(f"{ENV['url']}/{city}/{area}/{house}/{apartment}")
133.         return data
134.
135.     def read_cache():
```

```
136.         """Чтение закэшированных значений городов и целей"""
137.         data = None
138.         if os.path.isfile(ENV["cache"]):
139.             with open(ENV["cache"]) as fd:
140.                 data = json.load(fd)
141.         return data
142.
143.     def write_cache():
144.         with open(ENV["cache"], "w") as fd:
145.             json.dump({"cities": ENV["cities"], "targets": ENV["targets"]}, fd)
146.
147.     def initialize():
148.         """Функция инициализации."""
149.         data = read_cache()
150.         if data is not None:
151.             ENV["cities"] = data["cities"]
152.             ENV["targets"] = data["targets"]
153.         else:
154.             # получение списка городов
155.             ENV["cities"] = get_cities()
156.             # генерация списка целей
157.             ENV["targets"] = make_targets(get_cities_data(ENV["cities"]))
158.             write_cache()
159.
160.
161.     def main():
162.         """Главная функция."""
163.         initialize()
164.         if os.path.isfile(ENV["dbname"]):
165.             os.remove(ENV["dbname"])
166.         db = DB(ENV["dbname"])
167.         db.add_cities(ENV["cities"])
168.         db.add_targets(ENV["targets"])
169.         timer = STimer(ENV["end"])
170.         count = 0
171.         while not timer.is_stop():
172.             # Главный цикл сбора данных
173.             cities_data = get_cities_data(ENV["cities"])
174.             targets_data = get_apatments_data(ENV["targets"])
175.             print(f"Received {len(cities_data) + len(targets_data)} out of
    {len(ENV['cities'])+len(ENV['targets'])} objects")
176.             print("Saving...")
177.             for city in get_cities_data(ENV["cities"]):
178.                 db.add_city_temperature(
179.                     city_id=city["city_id"],
180.                     step=count,
181.                     temperature=city["temperature"]
182.                 )
183.             for target in get_apatments_data(ENV["targets"]):
184.                 db.add_apartment_temperature(
```

```
                    city_id=target["city_id"],
                    area_id=target["area_id"],
                    house_id=target["house_id"],
                    apartment_id=target["apartment_id"],
                    step=count,
                    temperature=target["temperature"]
                )
            count += 1
            print(f"Timeout {ENV['delay']}s.")
            timer.sleep(ENV['delay'])

    if __name__ == "__main__":
        main()
```

База данных

```
#! /usr/bin/env python3
"""Модуль работы с БД sqlite3."""
import sqlite3
import sys


class DB:
    """Класс-обертка над sqlite3."""

    def __init__(self, name: str):
        """Метод инициализации.
            name - имя БД
        """
        # открытие соединения с БД
        self.db_connection = sqlite3.connect(name)
        # создание таблиц в БД
        self._create_tables()

    def __del__(self):
        """Destructor."""
        # закрытие соединения с БД
        self.db_connection.close()


    def add_city_temperature(self, *, city_id, step, temperature):
        """Метод добавляет запись в таблицу city_temperature.
            city_id     - идентификатор (номер) города
            step        - шаг измерений
            temperature - значение температуры
        """
        try:
            self.db_connection.executescript(
```

```
                "\n".join([
                    "INSERT INTO city_temperature VALUES (",
                    f"{city_id},",
                    f"{step},",
                    f"{temperature}",
                    f");"
                ])
            )
        except Exception as err:
            # вывод сообщения об ошибке в стандартный поток ошибок
            print(err)

    def add_apartment_temperature(self, *, city_id, area_id, house_id, apartment_id, step, temperature):
        """Метод добавляет запись в таблицу apartment_temperature.
            city_id     - идентификатор (номер) города
            area_id     - идентификатор (номер) района
            house_id    - идентификатор (номер) дома
            step        - шаг измерений
            temperature - значение температуры
        """
        try:
            self.db_connection.executescript(
                "\n".join([
                    "INSERT INTO apartment_temperature VALUES (",
                    f"{city_id},",
                    f"{area_id},",
                    f"{house_id},",
                    f"{apartment_id},",
                    f"{step},",
                    f"{temperature}",
                    f");"
                ])
            )
        except Exception as err:
            # вывод сообщения об ошибке в стандартный поток ошибок
            sys.stderr.write(err)

    def get_apartment_temperature(self, *, city_id, area_id, house_id, apartment_id):
        """"""
        return self.db_connection.executescript(
            "\n".join([
                "SELECT * FROM apartment_temperature WHERE",
                f"city_id = {city_id} and",
                f"area_id = {area_id} and",
                f"house_id = {house_id} and",
                f"apartment_id = {apartment_id};"
            ])
        )
```

```
81.
82.     def add_targets(self, targets):
83.         """Добавление целей для сбора данных."""
84.         sql = "INSERT INTO target VALUES"
85.         values = ""
86.         for target in targets:
87.             sql += f"\n\t({target['city_id']}, {target['area_id']},
    {target['house_id']}, {target['apartment_id']}),"
88.         sql = f"{sql[0:-1]};"
89.         self.db_connection.executescript(sql)
90.
91.     def add_cities(self, cities):
92.         """Добавление городов в БД"""
93.         sql = "".join([
94.             "INSERT INTO city VALUES\n\t",
95.             ',\n\t'.join([f'({city["city_id"]}, \'{city["city_name"]}\')' for city
    in cities]),
96.             ";"
97.         ])
98.         self.db_connection.executescript(sql)
99.
100.          def _create_tables(self):
101.              """Создание таблицы БД"""
102.              SQL = """PRAGMA FOREIGN_KEYS = on;
103.                  CREATE TABLE IF NOT EXISTS city(
104.                      city_id int PRIMARY KEY NOT NULL,
105.                      city_name text NOT NULL
106.                  );
107.
108.                  CREATE TABLE IF NOT EXISTS city_temperature(
109.                      city_id int NOT NULL,
110.                      step int NOT NULL,
111.                      temperature int NOT NULL,
112.                      CONSTRAINT pk_city_temperature PRIMARY KEY (step, city_id),
113.                      FOREIGN KEY (city_id) REFERENCES city(city_id)
114.                  );
115.                  CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_city_tmpr_cid ON
    city_temperature(city_id);
116.
117.                  CREATE TABLE IF NOT EXISTS target(
118.                      city_id int NOT NULL,
119.                      area_id int NOT NULL,
120.                      house_id int NOT NULL,
121.                      apartment_id int NOT NULL,
122.                      CONSTRAINT pk_target PRIMARY KEY (city_id, area_id,
    house_id, apartment_id),
123.                      FOREIGN KEY (city_id) REFERENCES city(city_id)
124.                  );
125.                  CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_target_cid ON target(city_id);
```

```
126.                 CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_target_cid_aid ON target(city_id,
    area_id);
127.                 CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_target_cid_aid_hid ON
    target(city_id, area_id, house_id);
128.
129.                 CREATE TABLE IF NOT EXISTS apartment_temperature(
130.                     city_id int NOT NULL,
131.                     area_id int NOT NULL,
132.                     house_id int NOT NULL,
133.                     apartment_id int,
134.                     step int,
135.                     temperature int
136.                 );
137.                 CREATE INDEX IF NOT EXISTS idx_aprtm_tmpr ON
    apartment_temperature(city_id, area_id, house_id, apartment_id);
138.             """
139.             self.db_connection.executescript(SQL)
```

Таймер

```
 1 #! /usr/bin/env .python3
 2 """The Simple timer."""
 3 import time
 4
 5
 6 class STimer:
 7     """The simple timer class."""
 8
 9     def __init__(self, duration):
10         """Initializer."""
11         self.start = self.timestamp()
12         self.duration = duration
13
14     @classmethod
15     def timestamp(cls):
16         """Current time stamp."""
17         return int(time.time())
18
19     def is_stop(self):
20         """Check."""
21         return self.timestamp() - self.start >= self.duration
22
23     def sleep(self, nsecond=0):
24         """Sleep."""
25         time.sleep(nsecond)
```