Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

Дисциплина: Схемотехника

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

на тему

МЕТЕОСТАНЦИЯ С СИСТЕМОЙ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ В ОБЛАКО ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

БГУИР КП 1–40 02 01 01 327 ПЗ

Студент: П. В. Сякачёв

Руководитель: Ю. И. Некревич

МИНСК 2021

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет: ФКСиС. Кафедра: ЭВМ.

Специальность: 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети».

Специализация: 40 02 01-01 «Проектирование и применение локальных компьютерных сетей».

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ЭВМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Б.В.Никульшин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

по курсовому проекту студента

Сякачёва Павла Владимировича

**1** Тема проекта: «Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде».

**2** Срок сдачи студентом законченного проекта: 6 декабря 2021 г.

**3** Исходные данные к проекту:

**3.1** Микроконтроллер.

**3.2** Датчики температуры и влажности.

**3.3** Датчик пыли.

**3.4** Датчик формальдегида.

**3.5** Датчик CH4.

**3.6** GPS-модуль.

**4** Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке

вопросов):

Введение 1. Обзор литературы. 2. Разработка структурной схемы. 3. Разработка функциональной схемы. 4. Разработка принципиальной схемы. Заключение. Список использованных источников. Приложения.

**5** Перечень графического материала (с точным указанием обязательных

чертежей):

**5.1** Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Схема электрическая структурная.

**5.2** Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Схема электрическая функциональная.

**5.3** Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Схема электрическая принципиальная.

**5.4** Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Чертёж электромонтажный.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов  дипломного проекта | Объем  этапа,  % | Срок выполнения этапа | Примечания |
| Подбор и изучение литературы | 5 | 14.09 – 12.10 |  |
| Подбор компонентов | 20 | 14.09 – 12.10 |  |
| Разработка устройства | 40 | 12.10 – 12.11 |  |
| Сборка устройства | 20 | 12.11 – 06.12 |  |
| Оформление пояснительной записки | 15 | 12.11 – 06.12 |  |

Дата выдачи задания: 14.09.2021

Руководитель Ю. И. Некревич

ЗАДАНИЕ ПРИНЯЛ К ИСПОЛНЕНИЮ \_\_\_\_\_\_\_\_ П. В. Сякачёв

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc90378287)

[1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 6](#_Toc90378288)

[1.1 Интерфейсы передачи данных 6](#_Toc90378289)

[1.2 Обзор аналогов 7](#_Toc90378290)

[2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ 9](#_Toc90378291)

[2.1 Описание структурной схемы 9](#_Toc90378292)

[2.2 Принцип работы схемы 10](#_Toc90378293)

[3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ 11](#_Toc90378294)

[3.1 Микроконтроллер 11](#_Toc90378295)

[3.2 Датчик температуры и влажности 11](#_Toc90378296)

[3.3 Датчик газа CH4 и датчик формальдегида 11](#_Toc90378297)

[3.4 Датчик пыли 11](#_Toc90378298)

[3.5 GPS-модуль 12](#_Toc90378299)

[3.6 Устройства вывода 12](#_Toc90378300)

[4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ 13](#_Toc90378301)

[4.1 Датчик температуры и влажности 13](#_Toc90378302)

[4.2 Датчик газа CH4 13](#_Toc90378303)

[4.3 Датчик формальдегида 13](#_Toc90378304)

[4.4 Датчик пыли 13](#_Toc90378305)

[4.4 GPS-модуль 14](#_Toc90378306)

[4.4 Микроконтроллер 14](#_Toc90378307)

[4.5 Устройство вывода 14](#_Toc90378308)

[4.6 Блок питания 15](#_Toc90378309)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 16](#_Toc90378310)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 17](#_Toc90378311)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 19](#_Toc90378312)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 20](#_Toc90378313)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 21](#_Toc90378314)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 22](#_Toc90378315)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 23](#_Toc90378316)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Е 24](#_Toc90378317)

# ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире всё больше поднимаются вопросы изменения климата, глобального потепления и подобные проблемы. Люди понимают, что такие изменения могут сильно повлиять на природу Земли и на них самих. Таким образом становится важным регистрировать и анализировать изменение параметров климатических условий, для чего создаются метеостанции – специальные учреждения для проведения таких анализов. Так же для упрощения работы людей разрабатываются портативные метеостанции-устройства, которые сами обрабатывают информацию и отправляют её для проведения дальнейших анализов.

В данном курсовом проекте разрабатывается подобное устройство – метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде.

Разрабатываемое устройство может быть в перспективе полезно в научных, учебных и профессиональных сферах.

Разработка данного проекта повышает навыки разработки электрических устройств, работы с микроконтроллерами и датчиками, используя различные интерфейсы приема-передачи информации. В результате выполнения проекта даётся возможность практики в разработке аппаратного обеспечения и документации к нему.

В будущем данная разработка может быть усовершенствована для дальнейшего применения и практического использования в различных сферах. Основной рынок покупателей может прийтись на учебные заведения, научные институты или иные коммерческие организации.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 

## 1.1 Интерфейсы передачи данных

Задачей данного проекта является разработка устройства, для которого нужно подключить и обработать информацию с множества датчиков, которые работают по различным интерфейсам. Интерфейс [5] — граница между двумя функциональными объектами, требования к которой определяются стандартом; совокупность средств, методов и правил взаимодействия (управления, контроля и т. д.) между элементами системы.

### 1.1.1 Программный интерфейс I2C

I²C [6] (Inter-Integrated Circuit) — последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами внутри электронных приборов. Использует две двунаправленные линии связи (SDA и SCL), применяется для соединения низкоскоростных периферийных компонентов с процессорами и микроконтроллерами (например, на материнских платах, во встраиваемых системах, в мобильных телефонах).

Шина I2C синхронная, состоит из двух линий: данных (SDA) и тактов (SCL). Есть ведущий (master) и ведомые (slave). Инициатором обмена всегда выступает ведущий, обмен между двумя ведомыми невозможен. Всего на одной двухпроводной шине может быть до 127 устройств.

Такты на линии SCL генерирует master. Линией SDA могут управлять как мастер, так и ведомый в зависимости от направления передачи. Единицей обмена информации является пакет, обрамленный уникальными условиями на шине, именуемыми стартовым и стоповым условиями. Мастер в начале каждого пакета передает один байт, где указывает адрес ведомого и направление передачи последующих данных. Данные передаются 8-битными словами. После каждого слова передается один бит подтверждения приема приемной стороной.

### 1.1.2 Программный интерфейс UART/USART

UART [7] (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) - универсальный асинхронный приёмопередатчик, интерфейс для связи цифровых устройств, предназначенный для передачи данных в последовательной форме.

USART (Universal Synchronous-Asynchronous Receiver/Transmitter) - универсальный синхронно-асинхронный приёмопередатчик - аналогичный UART интерфейс, но дополнительно к возможностям UART, поддерживает режим синхронной передачи данных - с использованием дополнительной линии тактового сигнала.

Передача данных в UART осуществляется по одному биту в равные промежутки времени. Этот временной промежуток определяется заданной скоростью UART и для конкретного соединения указывается в бодах.

### 1.1.3 Аппаратный интерфейс ADC

Аналогово-цифровой преобразователь (ADC, analog-to-digital converter) - устройство, преобразующее величину входного аналогового сигнала в цифровой код. Обратное преобразование осуществляется при помощи цифро-аналогового преобразователя (ЦАП, DAC).

## 1.2 Обзор аналогов

### 1.2.1 Метеостанция Сокол М-1

Одним из аналогов разрабатываемой метеостанции является метеостанция Сокол М-1 [9] – комплекс устройств, предназначенных для измерения, сохранения, анализа и передачи метеорологических параметров окружающей среды, получения климатодиаграммы в автоматическом режиме. Такая метеостанция отслеживает и прогнозирует погодные условия и дает информацию для оперативного планирования работ. Активно используется в сельском хозяйстве и строительстве.

Конструкция метеостанции Сокол-М1 включает следующие элементы:

* датчики контроля параметров воздуха (температуры, атмосферного давления, относительной влажности), уровня ультрафиолета солнечного излучения;
* блок регистрации и анализа данных;
* встроенная в корпус цифровая камера;
* выносные измерители направления и скорости ветра;
* аккумулятор;
* солнечная панель.

### 1.2.2 Метеостанция Vaisala TacMet MAWS201M

Тактическая система метеорологических наблюдений Vaisala TacMet MAWS201M [10] – разворачиваемая в полевых условиях компактная метеорологическая станция для различных полевых операций.

В состав системы входит:

* набор датчиков скорости и направления ветра;
* атмосферного давления;
* температуры воздуха;
* относительной влажности и осадков;
* взаимодействие с интеллектуальными датчиками;
* измеритель высоты нижней границы облаков;
* датчик текущей погоды и детектор ударов молнии.

### 1.2.3 Метеостанция Davis Vantage Pro2 6152RU

Метеостанция Davis Vantage Pro2 6152RU [11] состоит из блока датчиков сбора внешних метеоданных ISS и консоли управления с дисплеем и блоком питания. В консоль встроены датчики измерения температуры, влажности воздуха и атмосферного давления. Блок ISS устанавливается снаружи помещения, а консоль управления внутри. Данные с ISS в консоль управления передаются по радиомодему (беспроводным способом). Блок ISS включает в себя беспроводной модуль передачи данных и следующие датчики: самоосвобождающийся дождевой коллектор для измерения уровня осадков; анемометр для измерения скорости и направления ветра; датчики измерения температуры и влажности воздуха.

# 2 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

## 2.1 Описание структурной схемы

Система состоит из следующих блоков:

1. Микроконтроллер.
2. Датчик температуры и влажности.
3. Датчик газа CH4.
4. Датчик пыли.
5. Датчик формальдегида.
6. GPS-модуль.
7. Устройство вывода.

### 2.1.1 Микроконтроллер

Микроконтроллер – центральный блок, который отвечает за взаимодействие с датчиками, считывание и обработку данных и формирования вывода для отображения пользователю.

### 2.1.2 Датчик температуры и влажности

Датчик температуры и влажности предназначен для отслеживания температуры и влажности воздуха. Данные с этого датчика так же будут использоваться для калибровки некоторых других датчиков для получения более точных значений.

### 2.1.3 Датчик газа CH4

Датчик газа CH4 нужен для измерения содержания метана в воздухе. Данные с этого датчика также могут сигнализировать пользователю о возможных утечках этого газа.

### 2.1.4 Датчик пыли

Датчик пыли нужен для определения загрязненности воздуха.

### 2.1.5 Датчик формальдегида

Датчик формальдегида, аналогично датчику метана, может измерять содержание ядовитого для человека газа формальдегида. Данные с такого датчика могут быть полезны для предупреждения о повышенной концентрации этого газа.

### 2.1.6 GPS-модуль

GPS-модуль необходим для определения местоположения конкретной метеостанции. Это может быть полезно, если учесть, что планируется использовать сеть из нескольких метеостанций для повышения точности измерения показателей воздуха, так же это может быть полезно для предотвращения краж устройств.

### 2.1.7 Устройство вывода

Устройство вывод необходимо для отображения для пользователя всей информации, которую он в дальнейшем может анализировать и использовать для дальнейших изучений.

## 2.2 Принцип работы схемы

Устройство, разрабатываемое в данном курсовом проекте, использует различные виды датчиков, которые фиксируют следующие параметры воздуха: температуру, влажность, содержание метана, формальдегида, содержание пыли. Сигналы с этих датчиков поступают на микроконтроллер, который обрабатывает пришедшие данные и отправляет их в блок вывода. Блок вывода отображает все вышеописанные параметры.

Схема электрическая структурная разрабатываемой системы приведена в приложении А.

# 3 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Схема электрическая функциональная разрабатываемой системы представлена в приложении Б.

Ниже приведены описания требований к компонентам. Требования основаны на условиях работы устройства, связь компонентов основывается на структурной схеме из предыдущего раздела. Для функциональной схемы выбраны абстрактные очертания будущих компонентов, то есть описываются только основные контакты и связи.

Условные обозначения контактов датчиков выполнены по следующей схеме: входные контакты обозначаются «IN», а выходные – «OUT».

## 3.1 Микроконтроллер

Для работы с датчиками, обработки и отправки данных, необходимо выбрать подходящий микроконтроллер, который сможет работать с большим количеством датчиков и будет поддерживать различные интерфейсы. У такого микроконтроллера должно быть достаточное количество входов как цифровых, так и аналоговых. На схеме микроконтроллер обозначен как «MCU».

## 3.2 Датчик температуры и влажности

Учитывая то, что устройство будет использоваться на улице и использовать его будут в научных целях, устройство должно быть достаточно точным, диапазон температур должен быть минимум от -40 С° до +50 С°, диапазон измерения влажности минимум от 0% до 100%. Датчик должен будет иметь хотя бы один цифровой выход для отправки данных в микроконтроллер. На схеме датчик обозначен «S01».

## 3.3 Датчик газа CH4 и датчик формальдегида

Учитывая то, что устройство будет использоваться в относительно чистом воздухе, диапазон измерения подобных газов должен быть минимум от 0% до 1% содержания в воздухе. На схеме датчики обозначены как «S02» и «S03» соответственно.

## 3.4 Датчик пыли

Согласно общепринятой классификации, датчик пыли должен уметь определять пыль двух категорий – размером от 0,3 мкм до 2,5 мкм и от 2,5 мкм до 10 мкм. Таким образом, минимальная чувствительность его должна быть от 0,3 мкм. На схеме датчик обозначен как «S04».

## 3.5 GPS-модуль

GPS-модуль должен отслеживать местоположение устройства в пространстве, благодаря чему можно будет получить его координаты. На схеме датчик обозначен как «S05».

## 3.6 Устройства вывода

Устройство вывода будет представлять из себя преобразователь из TTL в USB, для считывания данных при помощи любого устройства, имеющего USB разъём. На схеме устройство обозначено как «OD».

# 4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Схема электрическая принципиальная разрабатываемой системы представлена в приложении В.

## 4.1 Датчик температуры и влажности

Согласно описанным в третьем разделе параметрам, был выбран датчик температуры и влажности компании ASAIR, модель «DHT10» [12]. Диапазон измеряемых температур от -40 С° до +80 С° с погрешностью ±0,3 С°, диапазон измерений влажности от 0% до 100%, с погрешностью в 2%.

Датчик имеет два контакта (GND и VIN) для питания и два информационных контакта (SDA и SCL). Связывается с микроконтроллером посредством интерфейса I2C.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через цифровые выходы SDA и SCL, которые подключены к контактам PB7 и PB6 микроконтроллера. Имеет обозначение «S01» – первый датчик.

## 4.2 Датчик газа CH4

В схеме используется датчик метана компании Hanwei Electronics, с наименованием модели «MQ-4 Gas sensor» [13].

Датчик имеет два контакта для питания, один цифровой и один аналоговый информационные. Для получения данных из датчика, следует использовать аппаратный интерфейс АЦП.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через аналоговый выход A0, который подключён к контакту PA0 микроконтроллера. Имеет обозначение «S02» – второй датчик.

## 4.3 Датчик формальдегида

В качестве датчика формальдегида выбрана модель «CMJCU-1100» компании ETC [14].

Сам датчик устроен аналогично предыдущему и имеет такие же контакты (GND, VCC, DOUT, AOUT). Датчик так же следует подключать через АЦП.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через аналоговый выход A0, который подключён к контакту PA1 микроконтроллера. Имеет обозначение «S03» – третий датчик.

## 4.4 Датчик пыли

В качестве датчика пыли был выбран датчик компании Nova Fitness Co. модели «SDS011» [15].

Датчик полностью соответствует требованиям, описанным в предыдущей главе. Имеет 7 контактов. 2 из которых нужны для питания. Сам датчик связывается с микроконтроллером при помощи UART интерфейса.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через цифровые выходы RX и TX, который подключён к контактам PB9 и PB10 микроконтроллера. Имеет обозначение «S04» – четвёртый датчик.

## 4.4 GPS-модуль

Для определения местоположения метеостанции используется GPS-модуль компании U-blox, модели «NEO-6M» [16].

Датчик имеет четыре контакта, два из которых – питание, два – информационные. Датчик, как и предыдущий, связывается с микроконтроллером при помощи UART-интерфейса.

Соединение с микроконтроллером осуществляется через цифровые выходы RX и TX, который подключён к контактам PA2 и PA3 микроконтроллера. Имеет обозначение «S05» – пятый датчик.

## 4.4 Микроконтроллер

В качестве микроконтроллера для данной системы выбрана модель «Stm32f103c8t6» [17], производимая компанией STMicroelectronics. Конкретная модель выбрана по тем причинам, что она наиболее удобна для работы с большим количеством датчиков, используя различные интерфейсы. Так же данная модель имеет относительно небольшую стоимость и хорошо справляется со всякого рода вычислениями.

Все контакты информационных портов являются двунаправленными: то есть могут как считывать сигнал, так и генерировать его.

Обозначен как «MCU» – микроконтроллер.

## 4.5 Устройство вывода

В качестве устройства вывода выбран USB to TTL контертер «ch340g» [18] компании DreamCity innovations. Модель помогает при помощи интерфейса UART передавать данные на любое устройство с USB разъёмом.

Устройство имеет 4 контакта для подачи питания на микроконтроллер и два информационных контакта.

Соединение дисплея с микроконтроллером осуществляется через шину, к которой, с одной стороны, подключены все информационные и управляющие, кроме управления контрастностью, контакты дисплея, а с другой – PD0 – PD7 для советующих информационных контактов D0 - D7 и PB0, PB1, PB2 для управляющих контактов E, RW, RS соответственно. Имеет обозначение «OD» – устройство вывода.

## 4.6 Блок питания

Питание схемы осуществляется через преобразователь питания, к которому подключён блок питания, который преобразует 220В в 12В. Преобразователь питания произведён компанией YwRobot Corporation, его модель – «MB102»[19].

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсовой работы было спроектировано и смоделировано устройство – портативная метеостанция, которая при помощи датчиков собирает информацию о параметрах воздуха.

В результате выполнения проекта был получен опыт в проектировке аппаратного обеспечения, сборке устройств на практике, написания документации.

В перспективе есть множество моментов, которые могут быть усовершенствованы: добавление новых датчиков, расширение функционала устройства, оптимизация работы и многое другое.

Разработка данного устройства является очень ценным опытом в разработке аппаратного обеспечения. Так же стоит выделить важность тематики – мониторинг изменения климата, анализ параметров воздуха. Данное устройство может иметь большую значимость в учебной, научной и других сферах.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Коллективный блог «Хабрахабр» [Электронный ресурс]. – Программирование современных микроконтроллеров: лекция 1 – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/samsung/blog/411143/ – Дата доступа: 05.12.2021

[2] Сайт «MicroTechnics» [Электронный ресурс]. – STM32 с нуля. Учебный курс. Введение. – Режим доступа: https://microtechnics.ru/stm32-uchebnyj-kurs-vvedenie/ – Дата доступа: 05.12.2021

[3] Сайт «Files.Storyinf» [Электронный ресурс]. – ГОСТ Р 58712-2019 Автоматизированная метеорологическая измерительная система. Общие технические требования – Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Data/723/72351.pdf – Дата доступа: 05.12.2021

[4] Сайт проекта «ПУЭ8» [Электронный ресурс]. – Датчики измерения температуры: типы, принцип работы. – Режим доступа: https://pue8.ru/vybor-elektrooborudovaniya/804-datchiki-izmereniya-temperatury-tipy-printsip raboty.html – Дата доступа: 05.12.2021

[5] Сайт «Wikipedia.org» [Электронный ресурс]. – Интерфейс – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерфейс – Дата доступа: 05.12.2021

[6] Блог об электронике «EasyElectronics» [Электронный ресурс]. –Интерфейсная шина IIC – Режим доступа: http://easyelectronics.ru/interface-bus-iic-i2c.html – Дата доступа: 05.12.2021

[7] Коллективный блог «Хабрахабр» [Электронный ресурс]. – UART и с чем его едят – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/109395/ – Дата доступа: 05.12.2021

[8] Сайт «Wikipedia.org» [Электронный ресурс]. – Аналого-цифровой преобразователь – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналого-цифровой\_преобразователь – Дата доступа: 05.12.2021

[9] Сайт компании «Белсвязькомплект-К» [Электронный ресурс]. – Метеорологическая станция Сокол-М1 – Режим доступа: https://www.belconnect.by/catalog/meteorologicheskie-stantsii/sokol-m1/ – Дата доступа: 05.12.2021

[10] Сайт компании «Раймет» [Электронный ресурс]. – MAWS201M ТАКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ VAISALA TACMET – Режим доступа: https://raimet.ru/catalog/product/maws201m-takticheskaya-sistema-meteorologicheskix – Дата доступа: 05.12.2021

[11] Сайт компании «Адвант - МПИ» [Электронный ресурс]. – Метеостанция Davis Vantage Pro2 6152RU – Режим доступа: http://www.advant-mpi.by/meteostancija-davis-vantage-pro2-6152ru.php – Дата доступа: 05.12.2021

[12] Сайт «ES.CO» [Электронный ресурс]. – DHT10 Technical Manual – Режим доступа: http://www.es.co.th/Schemetic/PDF/ASAIR\_DHT10.PDF – Дата доступа: 05.12.2021

[13] Сайт компании «Sparkfun» [Электронный ресурс]. – TECHNICAL DATA MQ-4 GAS SENSOR – Режим доступа: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf – Дата доступа: 05.12.2021

[14] Сайт «Datasheet-pdf.com» [Электронный ресурс]. – PRODUCT INFORMATION Sensor for Air quality control – Режим доступа: http://www.datasheet-pdf.com/PDF/MS1100-Datasheet-ETC-813045 – Дата доступа: 05.12.2021

[15] Сайт «freedelivery.com» [Электронный ресурс]. – Laser PM2.5 Sensor specification – Режим доступа: https://freedelivery.com.ua/files/datasheets/Datasheet-Nova-SDS011.pdf – Дата доступа: 05.12.2021

[16] Сайт «TerraElectronica.ru» [Электронный ресурс]. – UART GPS NEO-6M User Manual – Режим доступа: https://www.terraelectronica.ru/pdf/show?pdf\_file=%2Fz%2FDatasheet%2FU%2FUART+GPS+NEO-6M+User+Manual.pdf – Дата доступа: 05.12.2021

[17] Сайт компании «STMicroelectronics» [Электронный ресурс]. – STM32F103x8 Datasheet – Режим доступа: https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf – Дата доступа: 05.12.2021

[18] Сайт «Wiki.Amperka.ru» [Электронный ресурс]. – CH340G USB to UART Interface Datasheet – Режим доступа: http://wiki.amperka.ru/\_media/articles:driver-ch340:ch340g-datasheet.pdf – Дата доступа: 05.12.2021

[19] Сайт «mkpochtoi.narod.ru» [Электронный ресурс]. – MB-V2 Datasheet – Режим доступа: http://www.mkpochtoi.narod.ru/power\_YwRobot\_datasheet.pdf – Дата доступа: 06.12.2021

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Обязательное)

Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Схема электрическая структурная

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Обязательное)

Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Схема электрическая функциональная

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Обязательное)

Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Схема электрическая принципиальная

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(Обязательное)

Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Чертёж электромонтажный

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

*(обязательное)*

Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Перечень элементов

# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

*(обязательное)*

Метеостанция с системой сбора и передачи в облако информации об окружающей среде. Ведомость документов