|  |
| --- |
|  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  **«МИРЭА – Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

Институт: Информационных технологий (ИТ)

Кафедра: Базовая кафедра №234 — Управляющих ЭВМ

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

|  |  |
| --- | --- |
| по дисциплине | Техническое обеспечение систем управления технологическими  процессами |
|  | (наименование дисциплины) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема курсовой работы:** | Система автоматизации умного загородного дома на базе  компонентов Arduino и Raspbery PI. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Студент группы:** | ИКМО-05-23 Миронов Д.С. |  |  |
|  | (учебная группа, фамилия, имя, отчество) |  | (подпись) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Руководитель** | доцент, к.т.н., Глухов А.В. |  |  |
| **курсовой работы:** | (должность, звание, ученая степень, фамилия, имя, отчество) |  | (подпись) |

**Работа предоставлена к защите до « » июня 2024 г.**

**Допущена к защите до « » июня 2024 г.**

Москва 2023

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[**ВВЕДЕНИЕ** 2](#_Toc167837583)

[1. Номенклатура применяемых счетчиков ресурсов 3](#_Toc167837584)

[1.1. Анализ счетчиков воды 3](#_Toc167837585)

[1.1.1. Электронный счетчик воды СВ-15ГДР 3](#_Toc167837586)

[1.1.2. Электронный счетчик воды Аквафор Водометр 3](#_Toc167837587)

[1.1.3. Электронный счетчик Ду15 RS-485 модель 1 4](#_Toc167837588)

[1.2. Анализ счетчиков электроэнергии 4](#_Toc167837589)

[1.2.1. Меркурий 200 4](#_Toc167837590)

[1.2.2. Электросчетчик СЭ-310 5](#_Toc167837591)

[1.3. Анализ счетчиков газа 5](#_Toc167837592)

[1.3.1. Счетчик газа СГБМ-1,6 Бетар 5](#_Toc167837593)

[1.3.2. Счетчик газа СГ СГК-1,6 5](#_Toc167837594)

[1.3.3. Газовый счетчик «Тепловодомер ВК G4» 6](#_Toc167837595)

[1.4. Анализ источников бесперебойного питания 6](#_Toc167837596)

[1.4.1. Интерактивный ИБП Энергия Pro 1000 6](#_Toc167837597)

[1.4.2. Интерактивный ИБП SVC V-1500-L 7](#_Toc167837598)

[2. Спецификация на закупку с расчетом затрат 8](#_Toc167837599)

[2.1. Сравнение анализируемых счетчиков 8](#_Toc167837600)

[2.2. Выбор спецификации 10](#_Toc167837601)

[2.2.1. Счётчики воды 10](#_Toc167837602)

[2.2.2. Счётчики электроэнергии 10](#_Toc167837603)

[2.2.3. Счётчики газа 11](#_Toc167837604)

[2.2.4. Обоснование выбора 11](#_Toc167837605)

[2.2.5. Расчёт времени автономной работы 12](#_Toc167837606)

[2.2.6. Заключение 13](#_Toc167837607)

[3. Схема соединений 14](#_Toc167837608)

[4. Программное обеспечение 14](#_Toc167837609)

[5. Диаграмма потоков данных 14](#_Toc167837610)

[5.1. Считывание данных 14](#_Toc167837611)

[5.2. Передача в облако 15](#_Toc167837612)

[5.3. Мобильное приложение 15](#_Toc167837613)

[6. Описание применяемых программных компонентов 15](#_Toc167837614)

[7. Системы учета потребляемых ресурсов на базе компонентов Arduino и Raspbery PI с учетом дополнительных требований 16](#_Toc167837615)

[7.1. Предусмотреть раздельный просмотр данных для каждого из владельцев квартир 16](#_Toc167837616)

[7.2. Рассмотреть возможность реализации автоматической передачи данных в городские системы учета 16](#_Toc167837617)

[7.3. Предусмотреть бесперебойную работу системы сбора данных в случае отключения электроэнергии 16](#_Toc167837618)

[7.3.1. Интерактивный ИБП APC by Schneider Electric Back-UPS BX950MI 17](#_Toc167837619)

[**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** 18](#_Toc167837620)

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**Общие требования:**

Разработать проект системы автоматизации умного загородного дома на базе компонентов Arduino и Raspbery PI.

Система состоит из блока управления (проектируется в рамках работы), газового котла с коммутационным модулем Vaillant VR34. Система должна обеспечивать автоматический сбор данных со следующих источников:

* 1 счетчик воды;
* 1 счетчик электроэнергии;
* 1 счетчик газа
* Уличная температура (принять меры по выравниванию температур при
* изменениях положения солнца);
* Температура в помещениях (не менее 4-х точек);
* Температура контура отопления (подача, обратка);
* Датчик превышения допустимой концентрации газа;
* Ошибка газового котла от устройства VR34.

Система должна обеспечивать автоматическое управление мощностью котла через устройство VR34 по датчику уличной температуры и температуры в помещении.

Система должно обеспечивать контроль параметров дома и выдавать предупредительные сообщения в telegram/email в случае возникновения аварийных ситуаций (рассмотреть эти ситуации).

Система должна обеспечивать удаленный мониторинг на базе облачных решений и в виде мобильного приложения (предложить из имеющихся IoT систем, совместимых с Arduino и raspberry для реализации обмена с облаком и мобильным приложением).

**Задания на проектирование:**

* предложить номенклатуру применяемых счетчиков ресурсов, совместимых с Arduino и прочих датчиков
* разработать спецификацию на закупку с расчетом затрат;
* разработать схему соединений;
* определить и обосновать выбор программного обеспечения;
* разработать диаграмму потоков данных;
* разработать подробное описание применяемых программных компонентов (программный код приветствуется).

**ВВЕДЕНИЕ**

## **Актуальность темы**

В современных условиях автоматизация технологических процессов играет ключевую роль в повышении эффективности и безопасности промышленных объектов. Распределенные системы управления, объединяющие разнообразные датчики и мониторы, позволяют оперативно собирать и анализировать данные, что значительно улучшает качество управления и позволяет своевременно реагировать на внештатные ситуации.

1. Номенклатура применяемых счетчиков ресурсов
   1. Анализ счетчиков воды

Счетчики должны иметь импульсный выход, который можно подключить к Arduino для считывания данных.

* + 1. Электронный счетчик воды YF-S201

Ардуино датчик расхода воды и не агрессивных жидкостей [1]YF-S201-предназначен для измерения объема прокачанной через него воды. Формула для расчёта потока жидкости л/мин: Q=F/7.5, где F частота импульсов, Q - поток л/мин. Можно использовать коэффициент: 1 литр воды это примерно 516 импульсов. Расходомер воды довольно часто используют в проектах Arduino контроллерами. Счетчик жидкости можно использовать как для подсчета потока воды, так и для измерения объема пройденной через него жидкости.

* Цена: 840 руб.
* Диапазон рабочих температур для учета холодной воды (Тис) °С: от 0 до 40.
* Диапазон рабочих температур для учета горячей воды (Тис) °С: от 5 до 95.
  + 1. Электронный счетчик воды Аквафор Водометр

Цифровые счетчики воды ВСЦ[2] одноструйные цифровые с диаметрами условного прохода DN 15, 20  - предназначены для коммерческого учета расхода холодной и горячей воды в системах водоснабжения, отвечающей требованиям, изложенным в СанПиН 1.2.3685-21, и сетевой воды, отвечающей требованиям по качеству, изложенным в СП 124.13330.2012, и протекающей в системах холодного и горячего водоснабжения при давлении до 1,6 МПа (16 кгс/см2 ) в диапазоне температур от +5 до +90 ºС.

* Цена: 3700 руб.
* Диапазон рабочих температур для учета холодной воды (Тис) °С: от 5 до 90.
* Диапазон рабочих температур для учета горячей воды (Тис) °С: от 5 до 90.
  + 1. Электронный счетчик Ду15 RS-485 модель 1

Счетчики воды электронные «Пульсар»[3] предназначены для измерений объема холодной или горячей воды, протекающей в трубопроводах систем холодного и горячего водоснабжения.

Принцип работы счетчика состоит в измерении числа оборотов крыльчатки, вращающейся под действием потока протекающей воды. Счетный механизм имеет электронный датчик оборотов крыльчатки. Сигнал с датчика поступает на микропроцессорное устройство, которое вычисляет объем воды, прошедшей через счетчик. Значение объема отображается на индикаторном устройстве.

* Цена: 5300 руб.
* Диапазон рабочих температур для учета холодной воды (Тис) °С: от 5 до 95.
* Диапазон рабочих температур для учета горячей воды (Тис) °С: от 5 до 95.
  1. Анализ счетчиков электроэнергии

Можно выбрать счетчик, поддерживающий протокол Modbus RTU. Это облегчит считывание данных счетчика с помощью Arduino.

* + 1. PZEM-004T

Модуль для замера напряжения, тока, частоты, мощности и суммарно потребленной электроэнергии в кВт/ч. Связь с модулей через UART интерфейс.

* Цена: 1600 руб.
* Измеряемое напряжение: 80-260В
* Измеряемый ток: до 100А
* Измеряемая частота: 45-65Гц
* Измеряемая мощность: до 22КВт
* Гарантийный срок эксплуатации, лет: 3
  + 1. Электросчетчик СЭ-310

Трехфазный многофункциональный электросчетчик серии «СЕ»[5]. Устанавливается на din-рейку и в щиток (счетчик комплектуется двумя крышками).

Осуществляет измерение и учет активной электрической энергии в трехфазных четырехпроводных цепях переменного тока с возможностью учета в одном или двух направлениях. Организация многотарифного учета электроэнергии на промышленных предприятиях и объектах энергетики с передачей накопленной информации через оптопорт и цифровой интерфейс RS485.).

* Цена: 4600 руб.
* Измеряемое напряжение: 230-400В
* Измеряемый ток: до 100А
* Гарантийный срок эксплуатации, лет: 4
  1. Анализ счетчиков газа

Можно выбрать счетчик, с импульсным выходом.

* + 1. Счетчик газа Gallus G4

Счетчики газа малогабаритные СГБМ[6] предназначены для измерения объема газа при учете потребления газа индивидуальными потребителями в жилищно-коммунальном и бытовом хозяйстве.

Счетчики газа СГБМ отличаются малыми габаритами и возможностью установки как на вертикальном, так и на горизонтальном опуске газопровода.

В эксплуатации счетчики не являются источником шума, электромагнитных помех, вибрации и загазованности.

* Цена: 2900 руб.
* Объем цикла 1,2 дм3
* Средняя напработка на отказ: 100 000 час.
* Максимальное рабочее давление 50 кПа;
* Интервал между поверками 10 лет.
  + 1. Счетчик газа СГ СГК-1,6

Компактный газовый счетчик [7], для плиты который в отличие от своих аналогов имеет уникальный дизайн и большой размер экрана. Он прекрасно подойдет людям всех возрастов, а в особенности тем, кто хочет видеть показатели счетчика большими. Идеален для людей в преклонном возрасте.

* Цена: 2700 руб.
* Средняя напработка на отказ: 90 000 час.
* Максимальное рабочее давление 50 кПа;
* Объем цикла 1,2 дм3
* Интервал между поверками 10 лет.
  + 1. Газовый счетчик «Тепловодомер ВК G4»

Газовый счетчик BK G4 [8] представляет собой прибор учета, используемый для измерения количества потребляемого газа в быту и на предприятиях. Он построен по классической схеме с применением чувствительного диафрагменного механизма с кривошипно-шатунным механизмом. Поступательное движение диафрагм превращается во вращательное, после чего передается на измерительный механизм – его счетное табло располагается в верхней передней части корпуса. Газовый счетчик ВК G4 не содержит устройства термокомпенсации, поэтому сдача показаний осуществляется с поправкой на температуру эксплуатации.

* Цена: 4500 руб.
* Максимальное рабочее давление 50 кПа;
* Объем цикла 1,2 дм3
* Средняя напработка на отказ: 120 000 час.
* Интервал между поверками 12 лет.
  1. Анализ источников бесперебойного питания
     1. Общая мощность системы
* Raspberry Pi 4: до 10 Вт.
* Arduino Uno: около 1 Вт.
* Датчики и модули связи (датчики температуры, газ, вода, и т.д.): примерно 5 Вт.
* Модуль управления котлом Vaillant VR34: до 5 Вт.

Итого потребление: **около 20 Вт** на одну квартиру.

* + 1. Расчёт потребляемой энергии за 7 дней
* Система потребляет около 20 Вт в час.
* За 24 часа: 20 Вт×24=480 Вт\ч
* За 7 дней: 480 Вт\ч×7=3360 Вт\ч

Таким образом, для одной квартиры потребуется источник питания с **ёмкостью не менее 3360 Вт\ч**.

* + 1. Опции источников бесперебойного питания
       1. Аккумуляторная система на основе гелевых или AGM аккумуляторов
* Самый надёжный вариант для длительного автономного питания.
* Например, аккумуляторы **AGM 12V 100 Ah**:
  + Ёмкость одного аккумулятора: 12 В×100 А\ч=1200 Вт\ч.
  + Для 3360 Вт·ч потребуется минимум 3 таких аккумулятора (для одной квартиры).
  + Для всей системы из 4 квартир потребуется 12 аккумуляторов.
    - 1. Инвертор + аккумуляторы
* Необходим инвертор для преобразования напряжения 12V в 220V или 5V (для питания Raspberry Pi и других устройств).
* Например, **инвертор с выходом 220V и 5V, мощностью 500 Вт**.
  + - 1. Готовые решения с большим аккумулятором
* Можно использовать готовые решения, такие как **портативные электростанции** (например, **EcoFlow DELTA Pro**), которые рассчитаны на длительное питание различных устройств.
* Например, **EcoFlow DELTA Pro** имеет ёмкость около 3600 Вт·ч, что достаточно для одной квартиры на 7 дней, но такие решения могут быть более дорогими.



Рисунок 1 - EcoFlow DELTA Pro

1. Спецификация на закупку с расчетом затрат
   1. Сравнение анализируемых счетчиков

Таблица 1 – Сравниваемые счетчики воды

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Цена за шт.** | **Диапазон рабочих температур для учета холодной воды в °С** | **Диапазон рабочих температур для учета горячей воды в °С** | **Производитель** |
| Электронный счетчик воды YF-S201 | 840 руб. | от 0 до 40 | от 5 до 95 | Россия |
| Электронный счетчик воды Аквафор Водометр | 3700 руб. | от 5 до 90 | от 5 до 90 | Россия |
| Электронный счетчик Ду15 RS-485 модель 1 | 5300 руб. | от 5 до 95 | от 5 до 95 | Россия |

Таблица 2 – Сравниваемые счетчики электроэнергии

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Цена за шт.** | **Измеряемое напряжение** | **Измеряемый ток** | **Производитель** |
| PZEM | 1600 руб. | 80-260В | 100A | Россия |
| Электросчетчик СЭ-310 | 4600 руб. | 230-400В | 100A | Россия |

Таблица 3 – Сравниваемые счетчики газа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Цена за шт.** | **Объем цикла** | **Гарантийный срок эксплуатации, лет** | **Производитель** |
| Gallus G4 | 2900 руб. | 1,2 дм3 | 10 | Россия |
| Газовый счетчик "Сигнал СГК-1.6" | 2700 руб. | 1,2 дм3 | 10 | Россия |
| Газовый счетчик "Тепловодомер ВК G4" | 4500 руб. | 1,2 дм3 | 12 | Россия |

Таблица 4– Сравниваемые источники бесперебойного питания

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Название** | **Цена за шт.** | **Напряжение на выходе** | **Автономная работа** |
| Xiaomi Mi Power Bank 3 Pro 20000 мАч | 3000 руб. | до 45 Вт через USB-порты (подходит для прямого питания Raspberry Pi и Arduino) | до 10 часов для Raspberry Pi и Arduino |
| APC Back-UPS BE400-RS | 7000–9000 рублей | 220 В (через инвертор можно подключить Raspberry Pi и другие устройства) | от 30 минут до 1 часа для всего оборудования |
| Mean Well DRC-40 | около 5000 рублей | 12 В и 5 В | около 1–2 часов для Raspberry Pi, Arduino и датчиков |

* 1. Выбор спецификации
     1. Счётчики воды

Для данной курсовой работы были выбраны счётчики воды YF-S201 по следующим причинам:

* Совместимость с Arduino: Эти счётчики имеют импульсный выход, что упрощает интеграцию с микроконтроллером Arduino для автоматического сбора данных.
* Надёжность и точность: YF-S201 известны своей высокой точностью измерений и долговечностью.
* Стоимость: Эти счётчики имеют приемлемую цену (около 800 рублей), что важно для разработки экономически эффективной системы.
  + 1. Счётчики электроэнергии

Для учета электроэнергии был выбран счётчик PZEM-004T по следующим причинам:

* Совместимость с Arduino и Raspberry Pi: PZEM-004 позволяет легко интегрировать его с микроконтроллерами и одноплатными компьютерами.
  + 1. Счётчики газа

Для учета газа был выбран счётчик Gallus G4 по следующим причинам:

* Совместимость с Arduino: Счётчик Gallus G4 имеет импульсный выход, что позволяет легко подключить его к микроконтроллеру Arduino для сбора данных.
* Надёжность и точность: Этот счётчик обеспечивает высокую точность измерений и долговечность.
* Стоимость: Приемлемая цена (около 3500 рублей), что важно для создания экономически эффективной системы.
  + 1. Обоснование выбора
       1. YF-S201 (Счётчик воды)
* Цена: 600 рублей
* Средняя наработка на отказ (MTBF): 12 лет
* Интервал между поверками: 6 лет

Причины выбора: Высокая совместимость с Arduino, надёжность, доступная цена.



Рисунок 1 - YF-S201 Счётчик воды

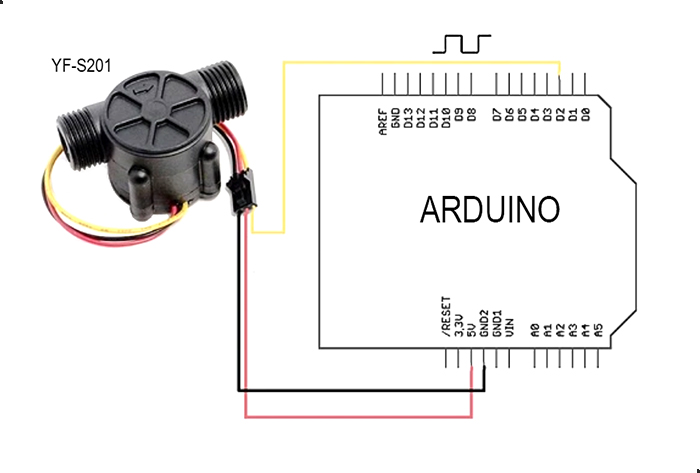


Рисунок 2 - схема соединения датчика к Arduino

* + - 1. PZEM-004T (Счётчик электроэнергии)
* Цена: 1,500 рублей
* Средняя наработка на отказ (MTBF): 15 лет
* Интервал между поверками: 16 лет

Причины выбора: Лёгкая интеграция с Arduino и Raspberry Pi, высокая надёжность, доступная цена, долгий срок эксплуатации между поверками.



Рисунок 2- PZEM-004T счётчик электроэнергии

* + - 1. Gallus G4 (Счётчик газа)
* Цена: 3,500 рублей
* Средняя наработка на отказ (MTBF): 15 лет
* Интервал между поверками: 10 лет

Причины выбора: Совместимость с Arduino, высокая точность и надёжность, доступная цена, долгий срок эксплуатации между поверками.



Рисунок 3- Gallus G4 счётчик газа

Эти счётчики были выбраны на основе сочетания их технических характеристик, совместимости с микроконтроллерами и одноплатными компьютерами, надёжности и стоимости, что делает их оптимальными для реализации системы учёта потребляемых ресурсов.

EcoFlow DELTA Pro (Источников бесперебойного питания):

Преимущества и недостатки:

* **AGM аккумуляторы**:
  + Преимущества: более гибкая система, возможность замены отдельных компонентов, более низкая стоимость.
  + Недостатки: требуется больше места, нужно контролировать состояние аккумуляторов.
* **Готовое решение (портативная электростанция)**:
  + Преимущества: простота в использовании, встроенные системы управления, высокая надёжность.
  + Недостатки: высокая стоимость.
    - 1. Датчик температуры (DS18B20)

Температурные датчики можно подключить через одну общую шину OneWire, что экономит пины Arduino. Шина OneWire - это простой и эффективный протокол связи, который позволяет подключать и взаимодействовать с различными устройствами посредством одного провода данных и одного провода заземления.

* Тип сигнала: цифровой (OneWire).
* Подключение:
  + - VCC: +5V (питание от Arduino).
    - GND: GND (земля).
    - Data: подключается к любому цифровому входу Arduino (например, D4), через резистор подтяжки 4.7 кОм между VCC и Data.
* Цена: 170 руб.

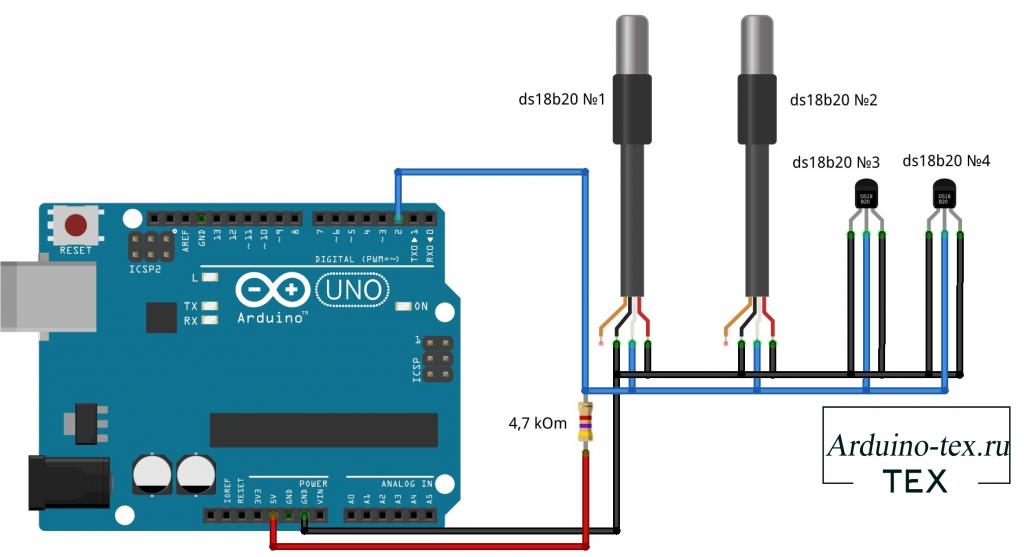


Рисунок - Пример подключения датчика DS18B20 через шину OneWire

* + - 1. Датчик утечки газа (MQ-135)
* Тип сигнала: аналоговый/цифровой.
* Цена: 600 руб.
* Подключение:
  + VCC: +5V.
  + GND: GND.
  + Analog Output: к аналоговому входу Arduino (например, A0), если используете аналоговый выход.
  + Digital Output: к любому цифровому входу (например, D6), если используете цифровой выход.

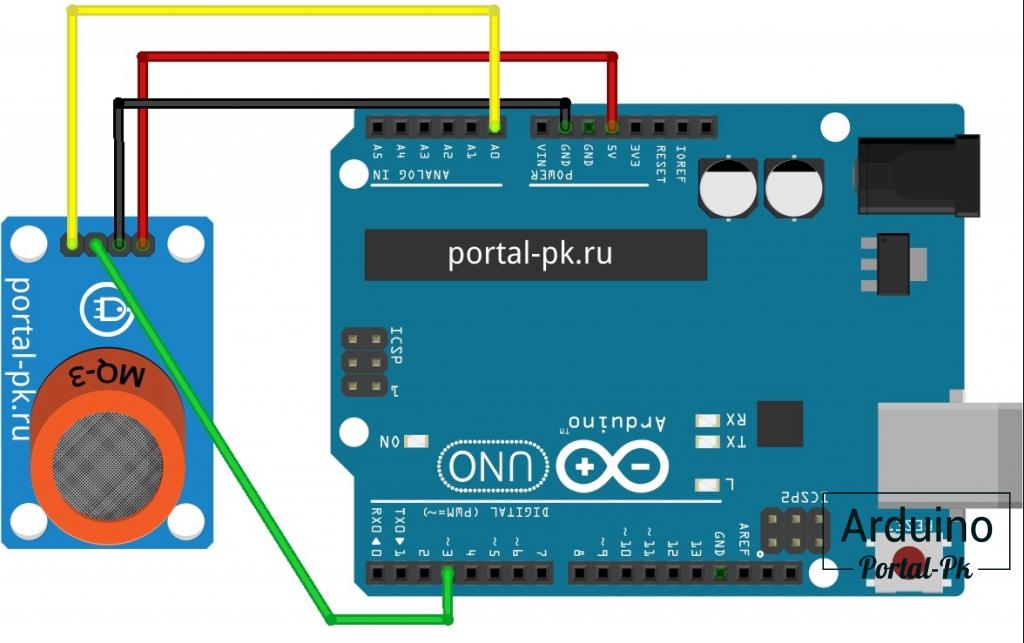


Рисунок - Пример подключения датчика MQ-135

* + - 1. Модуль Vaillant VR34

**Модуль управления котлом Vaillant VR34** — подключен к Raspberry Pi для управления мощностью котла.

* Подключен к Raspberry Pi через GPIO или Serial интерфейс для управления мощностью котла.
* Получает команды от Raspberry Pi на основе данных с температурных датчиков и текущего состояния системы отопления.
  + - 1. Аккумуляторы AGM 12V 100 Ah

Для обеспечения питания в течение 7 дней.

* + - 1. Инвертор 12V → 220V AC и 5V DC

Для преобразования напряжения и питания Raspberry Pi, Arduino и котла.

* + 1. Заключение

В реальных условиях для обеспечения бесперебойной работы системы в течение 7 дней потребуется:

Выбор одного из подходящих интерактивных ИБП.

Интеграция дополнительных аккумуляторных модулей для достижения необходимого времени автономной работы.

Рассмотренные ИБП, такие как Энергия Pro 1000, SVC V-1500-L, и РусЭлектро VESTA 1500, являются хорошими вариантами, которые могут быть использованы с дополнительными аккумуляторными модулями для достижения требуемого времени автономной работы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Компонент | Цена (в руб.) | Количество | Сумма (в руб.) |
| Arduino Uno | 1200 | 1 | 1200 |
| Raspberry Pi 4 | 4500 | 1 | 4500 |
| DS18B20 (датчики температуры) | 250 | 1 | 250 |
| YF-S201 (счётчик воды) | 600 | 1 | 600 |
| Gallus G4 (счётчик газа) | 3500 | 1 | 3500 |
| PZEM-004T (счётчик электроэнергии) | 1500 | 1 | 1500 |
| MQ-135 (датчик газа) | 300 | 1 | 300 |
| Модуль связи VR34 | 5000 | 1 | 5000 |
| Источник бесперебойного питания | 5000 | 1 | 5000 |
| Прочие компоненты (кабели, резисторы и т.д.) | 1000 | 1 | 1000 |
| EcoFlow DELTA Pro | 300000 | 1 | 300000 |
| Итого на одну квартиру |  |  | 54600 |

Итого для четырёх квартир:

54600 руб. × 4 = 218400 руб.

1. Схема соединений

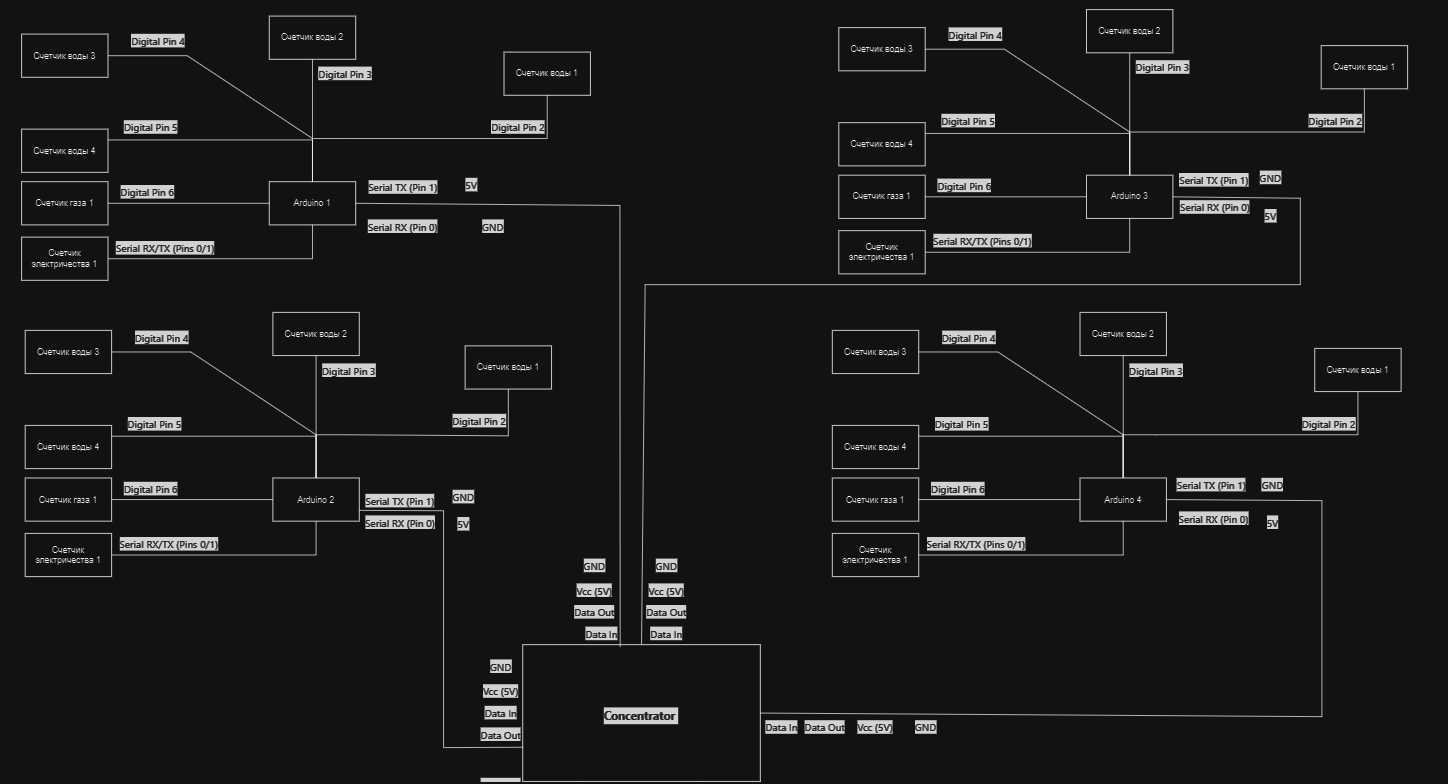


Рис.1 – схема соединений

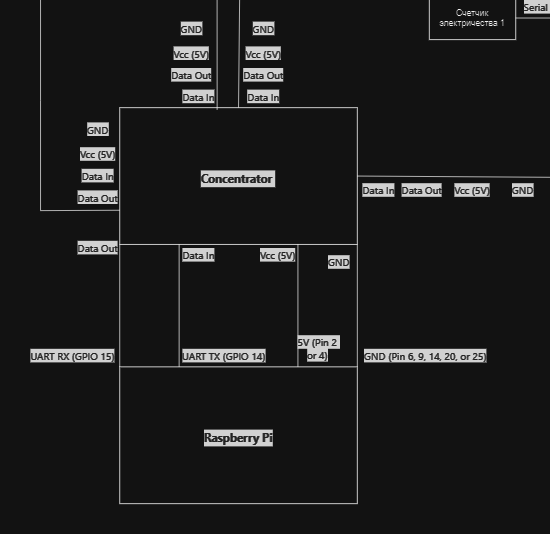


Рис.2 – схема соединений

Таблица 6 – Подключение счётчиков к Arduino для четырёх квартир

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компонент** | **Вход на Arduino** | **Входы/выходы на Arduino 1** | **Входы/выходы на Arduino 2** | **Входы/выходы на Arduino 3** | **Входы/выходы на Arduino 4** | Примечания |
| Квартира 1 |  |  |  |  |  |  |
| Счётчик воды 1 | Импульсный выход | Digital Pin 2 |  |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 2 | Импульсный выход | Digital Pin 3 |  |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 3 | Импульсный выход | Digital Pin 4 |  |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 4 | Импульсный выход | Digital Pin 5 |  |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик электроэнергии (Меркурий 200.02) | RS-485 A/B | Serial RX/TX (Pins 0/1) |  |  |  | Использование RS-485 модуля |
| Счётчик газа (СГБМ-1.6) | Импульсный выход | Digital Pin 6 |  |  |  | Подключение через резистор |
| Квартира 2 |  |  |  |  |  |  |
| Счётчик воды 1 | Импульсный выход |  | Digital Pin 2 |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 2 | Импульсный выход |  | Digital Pin 3 |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 3 | Импульсный выход |  | Digital Pin 4 |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 4 | Импульсный выход |  | Digital Pin 5 |  |  | Подключение через резистор |
| Счётчик электроэнергии (Меркурий 200.02) | RS-485 A/B |  | Serial RX/TX (Pins 0/1) |  |  | Использование RS-485 модуля |
| Счётчик газа (СГБМ-1.6) | Импульсный выход |  | Digital Pin 6 |  |  | Подключение через резистор |

Таблица 7 – Подключение счётчиков к Arduino для четырёх квартир

Таблица 8 – Подключение всех квартир к Concentrator (Концентратор данных)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компонент** | **Вход на Arduino** | **Входы/выходы на Arduino 1** | **Входы/выходы на Arduino 2** | **Входы/выходы на Arduino 3** | **Входы/выходы на Arduino 4** | Примечания |
| Квартира 3 |  |  |  |  |  |  |
| Счётчик воды 1 | Импульсный выход |  |  | Digital Pin 2 |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 2 | Импульсный выход |  |  | Digital Pin 3 |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 3 | Импульсный выход |  |  | Digital Pin 4 |  | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 4 | Импульсный выход |  |  | Digital Pin 5 |  | Подключение через резистор |
| Счётчик электроэнергии (Меркурий 200.02) | RS-485 A/B |  |  | Serial RX/TX (Pins 0/1) |  | Использование RS-485 модуля |
| Счётчик газа (СГБМ-1.6) | Импульсный выход |  |  | Digital Pin 6 |  | Подключение через резистор |
| Квартира 4 |  |  |  |  |  |  |
| Счётчик воды 1 | Импульсный выход |  |  |  | Digital Pin 2 | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 2 | Импульсный выход |  |  |  | Digital Pin 3 | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 3 | Импульсный выход |  |  |  | Digital Pin 4 | Подключение через резистор |
| Счётчик воды 4 | Импульсный выход |  |  |  | Digital Pin 5 | Подключение через резистор |
| Счётчик электроэнергии (Меркурий 200.02) | RS-485 A/B |  |  |  | Serial RX/TX (Pins 0/1) | Использование RS-485 модуля |
| Счётчик газа (СГБМ-1.6) | Импульсный выход |  |  |  | Digital Pin 6 | Подключение через резистор |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Компонент** | **Вход на Concentrator** | **Вход на Arduino 1** | **Вход на Arduino 2** | **Вход на Arduino 3** | **Вход на Arduino 4** | **Примечания** |
| Concentrator | Data In | Serial TX (Pin 1) | Serial TX (Pin 1) | Serial TX (Pin 1) | Serial TX (Pin 1) |  |
| Concentrator | Data Out | Serial RX (Pin 0) | Serial RX (Pin 0) | Serial RX (Pin 0) | Serial RX (Pin 0) |  |
| Concentrator Power | Vcc (5V) | 5V | 5V | 5V | 5V | Питание от Arduino |
| Concentrator Ground | GND | GND | GND | GND | GND | Общий заземляющий контакт |

Таблица 9 – Подключение Concentrator к Raspberry Pi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Компонент** | **Вход на Raspberry Pi** | **Вход на Concentrator** | **Примечания** |
| Concentrator Data Out | UART RX (GPIO 15) | Data Out |  |
| Concentrator Data In | UART TX (GPIO 14) | Data In |  |
| Concentrator Power | 5V (Pin 2 or 4) | Vcc (5V) | Питание от Raspberry Pi |

Таблица 10 – Подключение компонентов к Интерактивному ИБП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Компонент** | **Питание от ИБП** | **Примечания** |
| Arduino | 5V и GND | Питание от ИБП через адаптер |
| Raspberry Pi | 5V и GND | Питание от ИБП через адаптер |
| Счётчики воды | Питание через Arduino |  |
| Счётчик электроэнергии | Питание от сети | Стабильное питание через ИБП |
| Счётчик газа | Питание через Arduino |  |

* 1. Итоговое подключение для четырёх квартир
     1. Arduino (для каждой квартиры)

1. Digital Pin 2 - Счётчик воды 1 (Импульсный выход)
2. Digital Pin 3 - Счётчик воды 2 (Импульсный выход)
3. Digital Pin 4 - Счётчик воды 3 (Импульсный выход)
4. Digital Pin 5 - Счётчик воды 4 (Импульсный выход)
5. Digital Pin 6 - Счётчик газа (Импульсный выход)
6. Serial RX/TX (Pins 0/1) - Счётчик электроэнергии (RS-485 модуль)
7. 5V и GND - Питание от ИБП
   * 1. Concentrator
8. Data In - Arduino Serial TX (Pin 1)
9. Data Out - Arduino Serial RX (Pin 0)
10. Vcc (5V) - Питание от Arduino
11. GND - Заземляющий контакт от Arduino
    * 1. Raspberry Pi
12. UART RX (GPIO 15) - Concentrator Data Out
13. UART TX (GPIO 14) - Concentrator Data In
14. 5V (Pin 2 or 4) - Питание от ИБП
15. GND (Pin 6, 9, 14, 20, or 25) - Заземляющий контакт от ИБП
    * 1. Питание от ИБП
16. Arduino (каждой квартиры) - Питание через адаптер 5V и GND
17. Raspberry Pi - Питание через адаптер 5V и GND
18. Счётчики воды и газа - Питание через Arduino
19. Счётчик электроэнергии - Питание от сети через ИБП
    * 1. Общее описание

Arduino для каждой квартиры подключается к четырём счётчикам воды и одному счётчику газа через цифровые входы.

Счётчики электроэнергии каждой квартиры подключаются к соответствующему Arduino через модуль RS-485, используя Serial RX/TX пины.

Concentrator подключен к каждому Arduino для сбора и передачи данных на общий Raspberry Pi.

Raspberry Pi обрабатывает данные, полученные от Concentrator, и обеспечивает их передачу в облачные системы и мобильное приложение.

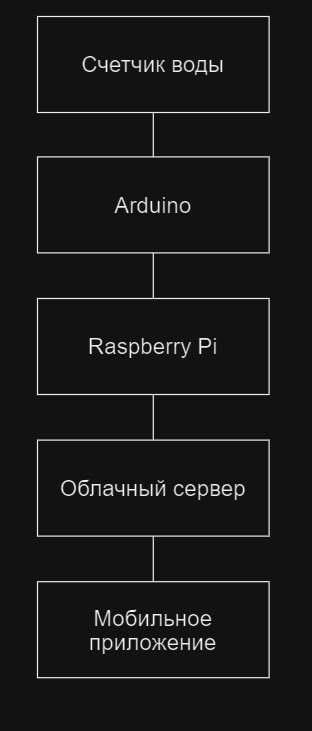
Питание всех компонентов обеспечивается от интерактивного ИБП с дополнительными аккумуляторными модулями для длительной автономной работы до 7 дней.

1. Программное обеспечение

Для Arduino: Arduino IDE для написания кода. Используют библиотеки для работы с счетчиками и модулями связи (SoftwareSerial для RS485).

Для Raspberry Pi: Raspbian OS. Скрипты на Python для считывания данных с Arduino, передачи их в облако.

1. Диаграмма потоков данных
   1. Считывание данных
   * Счетчики передают данные в Arduino.
   * Arduino считывает данные и отправляет их на Raspberry Pi.
   1. Передача в облако
   * Raspberry Pi отправляет данные в облачное хранилище через интернет.



1. Описание применяемых программных компонентов

Arduino код: Включает скетчи для считывания данных с счетчиков и отправки их на Raspberry Pi через USB.

Python скрипты для Raspberry Pi: Считывают данные с Arduino, отправляют их в облако и принимают команды от мобильного приложения.

Мобильное приложение: Использует IoT-совместимые библиотеки для связи с облаком и отображения данных.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. YF-S201 датчик расхода воды: [Электронный ресурс] — URL: https://duino.ru/Schetchik-rashoda-vody.html/ (дата обращения: 12.05.2024).
2. ВСЦ-15 класс В LoRaWAN - ВОДОМЕР: [Электронный ресурс] — URL: https://www.vodomer.su/catalog/schetchiki-vody-i-raskhodomery/kvartirnye-schetchiki-vody/schetchik-vody-universalnyy-du-15/ (дата обращения: 12.05.2024).
3. Электронный счетчик Ду15 RS-485 модель 1: [Электронный ресурс] — URL: https://pulsarm.ru/products/schetchik-vody/kvartirnyy-schyetchik-vody-du-15-du-20/elektronnyy-schetchik-du15-rs-485-qn-1-5-m3-ch-l-80mm-prisoediniteli-v-komplekte-/ (дата обращения: 12.05.2024).
4. Меркурий 200: [Электронный ресурс] — URL: https://www.incotexcom.ru/catalogue/200 (дата обращения: 12.05.2024).
5. Электросчетчик СЭ-310: [Электронный ресурс] — URL: http://www.energomera.ru/ru/products/meters/ce301r33 (дата обращения: 12.05.2024).
6. Счетчик газа СГБМ-1,6 Бетар: [Электронный ресурс] — URL: https://xn----7sbajcomicunrr2bq2fc.xn--p1ai/magazin/product/schetchik-gaza-sgbm-1-6-betar (дата обращения: 12.05.2024).
7. Счетчик газа Сигнал СГК-1.6: [Электронный ресурс] — URL: https://clck.ru/3As6ay (дата обращения: 12.05.2024).
8. Счетчик газа «Тепловодомер ВК G4»: [Электронный ресурс] — URL: https://gazovye-schetchiki.ru/bk-g4/(дата обращения: 12.05.2024).
9. APC by Schneider Electric Back-UPS BX950MI: [Электронный ресурс] — URL: https://www.apc.com/kz/ru/product/BX950MI-GR/apc-backups-950va-tower-230v-4x-cee-7-7-schuko-outlets-avr/ (дата обращения: 12.05.2024).
10. Arduino UNO: [Электронный ресурс] — URL: https://duino.ru/arduino-uno-r3.html/ (дата обращения: 12.05.2024).
11. Raspberry Pi 4: [Электронный ресурс] — URL: https://amperka.ru/product/raspberry-pi-4-model-b-4-gb (дата обращения: 12.05.2024).