

Инструкция по установке и использованию ElectricityController version3

Оглавление

Краткое описание.....	2
Сборка системы.....	2
Комплектация.....	2
Сборка системы.....	2
Установка операционной системы.....	2
Соединение элементов.....	2
Подключение часов реального времени.....	3
Подключение температурного датчика.....	3
Установка и настройка программного обеспечения.....	3
Установка.....	3
Настройка общих параметров работы системы.....	4
Настройка параметров работы устройств.....	4
Эксплуатация системы.....	5
Режимы работы устройств.....	5
Режим выходного дня.....	5
Режим ночного подогрева.....	6
Режим вечернего подогрева.....	6
Режим экономии в ночное время суток.....	6
Режим обогрева при низкой температуре.....	7
Режим временной работы.....	7
Альтернативные способы применения.....	7
Диагностика и отладка системы.....	8
Приложения.....	9
Файл общей настройки работы системы.....	9
Файл настройки работы устройства.....	10

Краткое описание

Данная программа позволяет управлять питанием устройств подключенных через плату реле Raspberry Pi. Переключение питания может происходить либо по периодическому принципу на основе дней недели, либо в четко заданные временные промежутки.

Сборка системы

Комплектация

Для сборки системы требуются следующие элементы:

- микрокомпьютер Raspberry Pi любой версии (но с установленными пинами GPIO)
- microSD карта для операционной системы Raspbian и памяти (для полной версии Raspbian можно использовать от 8Гб, лучше 16Гб)
- адаптер для подключения microSD карты к компьютеру (чаще всего, адаптер microSD-SD)
- блок питания micro USB или USB-C (в зависимости от типа Raspberry Pi) на 5V и от 2,5A, лучше 3A
- плата реле для Raspberry Pi на нужное количество контактов
- соединительные провода Dupont типа «мама»-«мама» для подключения платы реле к Raspberry Pi

опциональные элементы:

- часы реального времени и элемент питания CR2032
- экран или монитор с HDMI разъемом подключения
- мышь и клавиатура

Сборка системы

Установка операционной системы

По установке операционной системы и ее начальной настройке есть много инструкций и видео. Так как этот процесс со временем меняется, нет смысла описывать существующую на данный момент процедуру. В целом процесс состоит из следующих шагов:

1. Скачать с [официального сайта](#) образ последней версии системы Raspbian с базовыми программами (можно установить чистую систему без лишнего ПО, но тогда придется устанавливать Python3 самостоятельно)
2. Установить приложение для записи образа на SD карту (например, [SD Card Formatter](#))
3. Записать скачанный образ системы на microSD карту

Соединение элементов

Важно: любые соединения, включая подключение или отключения контактов GPIO Raspberry Pi нужно производить только при выключенном питании.

- Установить microSD карту в гнездо Raspberry Pi

- Подключить соединительными проводами плату реле к GPIO Raspberry Pi: питание подключить к пину 5V, землю к одному из пинов GND, остальные контакты к любым свободным каналам GPIO
- Подключить блок питания к Raspberry Pi
- Удобнее по крайней мере в первый раз подключить мышку, клавиатуру и дисплей, но можно и без них подключиться через [SSH и VNC](#)
- Так же можно подключить температурный датчик (Подключение температурного датчика) и часы (Подключение часов реального времени), но этот этап можно отложить до окончания сборки и проверки работоспособности системы.
- Подключение нагрузки к реле так же не является обязательным на начальном этапе, это можно так же сделать позднее.

Подключение часов реального времени

В микрокомпьютере Raspberry Pi нет встроенных часов. Системное время «идет» только пока компьютер включен. При этом для корректного использования данной системы необходимо, чтобы время никогда не сбивалось. По умолчанию подстройка времени происходит при включении через интернет. Если подключения к сети нет (или для страховки от таких случаев) нужно подключить к Raspberry Pi часы реального времени. Наиболее надежными являются модули на основе чипа DS3231. В [этой статье](#) есть подробное описание подключения и настройки часов по протоколу I2C.

Подключение температурного датчика

Температурный датчик позволяет включать нагревательные устройства при слишком низкой температуре. Данная система работает с датчиком DS18B20. В [этой статье](#) есть описание подключения и настройки такого датчика.

Этот датчик имеет герметичное исполнение с длинным проводом и поэтому может использоваться на открытом воздухе. Датчик должен быть установлен именно на улице, так как подключенные устройства могут находиться в разных частях дома, а датчик для них всех используется один. Кроме того, расположение его в теплом помещении может привести к некорректной работе: в том помещении, где находится датчик будет работать по сути режим поддержки температуры, в то время как в других помещениях обогрев будет работать хаотически.

Установка и настройка программного обеспечения

Установка

Для автоматической установки ПО нужно, чтобы Raspberry Pi был подключен к интернету.

1. Скопировать установочный скрипт «install.sh» на Raspberry Pi, например на рабочий стол.
2. Открыть в терминале расположение установочного скрипта и дать ему права запуска:

```
cd ~/Desktop
```

```
chmod +x install.sh
```

3. Запустить установочный скрипт командой

```
./install.sh
```

Скрипт скачает программу с github, установит ее и добавит автозапуск. Программа будет установлена в каталог

Documents/Projects/Controller

После окончания установки нужно внести необходимые изменения в файлы настройки в каталоге **config**. Это текстовые файлы, и изменения можно сделать в обычном текстовом редакторе.

Настройка общих параметров работы системы

1. В файле **global_config.conf** в раздел **relay_pins** нужно внести значения номеров пинов GPIO, к которым подключены реле. Формат этого файла и значения по умолчанию описаны в главе Файл общей настройки работы системы. При необходимости можно добавить или убрать лишние элементы из этого списка.
2. Если температурный датчик не используется, нужно изменить значение параметра **useTemperatureSensor** в разделе **settings** на false.
3. В случае использования температурного датчика нужно так же выполнить следующие действия с параметрами из группы **thermostatSettings**:
 - 3.1. Записать расположение файла данных w1_slave, получаемых с датчика в параметр **temperatureSensorPath**.
 - 3.2. При необходимости можно изменить стандартную температуру включения термостата, равную 1.5 градусов Цельсия. Она задается параметром **lowTemperatureValue**.
 - 3.3. Если температурный датчик никогда не оказывается под прямыми солнечными лучами в течение дня, нужно изменить параметр **useSunHeatingCorrection** на false.
 - 3.4. Если температурный датчик в течение дня может оказаться под нагревом от солнца, нужно внести примерное время такого воздействия в параметры **startOfTheSunHeating** (время начала) и **endOfTheSunHeating** (время окончания).

Настройка параметров работы устройств

В каталоге **config** все файлы, кроме файла **global_config.conf** являются файлами, описывающими работу устройств, подключенных через плату реле. По умолчанию там есть следующие файлы (для моей дачи):

- Bathroom.conf — обогрев ванной комнаты
- Flour.conf — теплый пол
- NewHouse.conf — обогрев «нового» дома
- OldHouse.conf — обогрев «старого» дома
- Water.conf — водонагреватель

Для другой системы нужно сделать свои файлы. Тем не менее, лучше не создавать новые файлы с нуля, а взять существующие, переименовать их и внести необходимые изменения. Это позволит избежать проблем с синтаксисом и форматированием. В главе Файл настройки работы устройства описывается формат такого файла и некоторые возможности его использования. На данном этапе важно создать необходимые файлы с «говорящими» названиями и указать в каждом из них используемое реле (или несколько реле, если большая нагрузка подключена параллельно через несколько реле). Для того чтобы избежать непредвиденных выключений на этом этапе можно просто выключить управление всеми устройствами, с помощью флагов **active** группы параметров **settings** всех файлов.

На этом начальная настройка программного обеспечения завершена. Более подробное описание управление устройствами приведено в главе Режимы работы устройств.

Эксплуатация системы

Режимы работы устройств

Для каждого устройства есть файл с описанием его работы. Настройка работы устройства может производиться несколькими способами или их комбинацией. Существует три принципиально разных метода:

1. периодическое выключение устройства по расписанию на основе дней недели
2. включение устройства на основе данных от температурного датчика
3. включение устройства по временному расписанию на основе календаря

Стандартным режимом работы является первый вариант, два других — вспомогательные. Приводимые в этой части примеры основаны на использовании системы для обогрева дачного дома.

Режим выходного дня

С помощью этого режима можно установить нагревательные приборы в режим «выходного дня», когда они будут выключены в будние дни, а включатся только накануне выходных, чтобы прогреть дом. Выглядеть такой режим будет так:

c1 = 1, Mon 0:00 - Mon 24:00

c2 = 1, Tue 0:00 - Tue 24:00

c3 = 1, Wed 0:00 - Wed 24:00

c4 = 1, Thu 0:00 - Thu 24:00

c5 = 0, Fri 0:00 - Fri 24:00

c6 = 0, Sat 0:00 - Sat 24:00

c7 = 0, Sun 0:00 - Sun 24:00

Если нужно выключить обогрев после отъезда в шесть часов вечера воскресенья, следует изменить условие $c7$ следующим образом:

$c7 = 1, \text{Sun } 18:00 - \text{Sun } 24:00$

Если отъезд из дома происходит прямо на работу в 7 утра в понедельник, то следует изменить условие $c1$:

$c1 = 1, \text{Mon } 7:00 - \text{Mon } 24:00$

Режим ночного подогрева

Другим вариантом применения периодического режима работы является включение устройства только в ночное время суток — например, для подогрева холодного дома в отсутствие жильцов по дешевому ночному тарифу электричества с 23:00 до 7:00

$c1 = 1, \text{Mon } 7:00 - \text{Mon } 23:00$

$c2 = 1, \text{Tue } 7:00 - \text{Tue } 23:00$

$c3 = 1, \text{Wed } 7:00 - \text{Wed } 23:00$

$c4 = 1, \text{Thu } 7:00 - \text{Thu } 23:00$

$c5 = 0, \text{Fri } 7:00 - \text{Fri } 23:00$

$c6 = 0, \text{Sat } 7:00 - \text{Sat } 23:00$

$c7 = 0, \text{Sun } 7:00 - \text{Sun } 23:00$

Этот режим можно комбинировать с Режим выходного дня. Например, в будние дни помещение обогревается только ночью, а перед выходными включается полный обогрев.

Режим вечернего подогрева

В летнее время года бывает так, что днем на улице достаточно тепло и даже жарко, а вечером и ночью надо включать обогрев. Более того, если днем открыть окна, то например теплый пол будет по сути греть улицу. Режим работы который это исправляет может быть следующим:

$c1 = 1, \text{Mon } 8:00 - \text{Mon } 20:00$

$c2 = 1, \text{Tue } 8:00 - \text{Tue } 20:00$

$c3 = 1, \text{Wed } 8:00 - \text{Wed } 20:00$

$c4 = 1, \text{Thu } 8:00 - \text{Thu } 20:00$

$c5 = 1, \text{Fri } 8:00 - \text{Fri } 20:00$

$c6 = 1, \text{Sat } 8:00 - \text{Sat } 20:00$

$c7 = 1, \text{Sun } 8:00 - \text{Sun } 20:00$

Режим экономии в ночное время суток

Некоторые устройства в ночь могут быть не нужными и впустую тратить энергию. Например, электрический водонагреватель способен сохранять тепло всю ночь. Поэтому его лучше отключать вечером и включать рано утром, чтобы согреть воду по ночному тарифу электричества:

c1 = 1, Mon 0:00 - Mon 6:00
c2 = 1, Tue 0:00 - Tue 6:00
c3 = 1, Wed 0:00 - Wed 6:00
c4 = 1, Thu 0:00 - Thu 6:00
c5 = 1, Fri 0:00 - Fri 6:00
c6 = 1, Sat 0:00 - Sat 6:00
c7 = 1, Sun 0:00 - Sun 6:00

Режим обогрева при низкой температуре

Одним из вариантов экономичного обогрева дома может быть включение нагревателя только при очень низких температурах. Можно сделать комбинацию с вариантом Режим выходного дня, а можно полностью отключить питание, экономя таким образом и ночное электричество. Выглядеть такой режим будет так:

[settings]

...

temperatureControl=true

[conditions]

c1 = 1, Mon 0:00 - Mon 24:00
c2 = 1, Tue 0:00 - Tue 24:00
c3 = 1, Wed 0:00 - Wed 24:00
c4 = 1, Thu 0:00 - Thu 24:00
c5 = 1, Fri 0:00 - Fri 24:00
c6 = 1, Sat 0:00 - Sat 24:00
c7 = 1, Sun 0:00 - Sun 24:00

Режим временной работы

Режим временной работы позволяет задать временные интервалы, когда устройство точно будет включено. Этот режим не очень удобно использовать сам по себе, но он может быть полезен как дополнение к периодическому режиму работы. Например, при использовании Режим выходного дня к выходным может добавиться какой-то праздник. В этом случае можно изменить настройки периодического выключения, а через неделю вернуть их обратно. Другим же способом будет написать временное условие конкретно для этого дня. Такой вариант требует только одного действия и поэтому является более надежным. Например, 14 июня 2021 года — было понедельником и выходным днем. Временное условие активности могло бы выглядеть так:

[temporaryActivityConditions]

t0 = 14.06.2021 0:00 - 14.06.2021 24:00

В целом, этот режим нужен для внесения небольших изменений в работу устройства, имеющих кратковременную основу.

Альтернативные способы применения

Все вышеперечисленные режимы работы являются лишь несколькими примерами вариантов систематизации, но, во-первых, этот список не является исчерпывающим, а во-вторых, можно применять эту систему не только для экономии электроэнергии. Например на основе этой системы можно сделать управление переключением основного и резервного питания или систему автоматического полива сада. Практически любая задача требующая периодического переключения или включения/выключения электрического устройства может быть решена с использованием этой системы.

Диагностика и отладка системы

В систему встроена система записи подробных логов документирующих все действия. Запись этих логов можно включить и выключить с помощью параметра **writeLog** в файле **config/global_config.conf** (подробнее в разделе Файл общей настройки работы системы). Сам текстовый файл с записями находится в корневом каталоге системы **Controller**. Его название по умолчанию **log.txt** (можно задать другое параметром **logFileName**). В этот файл записывается информация обо всех переключениях реле, включению/выключению устройств, активации температурного контроля и т.п. Так же в этот файл записываются сообщения об ошибках и проблемах. Например, если при редактировании файла **global_config.conf** были допущены синтаксические ошибки, и система не может корректно интерпретировать эти данные, в лог будет записано соответствующее сообщение.

Для самой подробной диагностики текущей работы системы нужно запустить программу либо в терминале, либо в программной оболочке Python3. Для запуска в терминале нужно выполнить следующие команды:

```
cd ~/Documents/Projects/Controller
```

```
python3 main.py
```

Все диагностические сообщения — и записываемые в лог, и имеющие только информационный характер, будут отображаться в ходе выполнения программы.

Приложения

Файл общей настройки работы системы

Все параметры настройки работы системы находятся в папке **config**. В этой папке располагается файл общих настроек **global_config.conf** и один или несколько дополнительных файлов, описывающих работу подключенных через реле устройств.

В следующих таблицах представлена структура файла общих настроек **global_config.conf**.

- Группа настроек подключения платы реле **relay_pins**. По умолчанию используются настройки для подключения платы реле из 8 элементов.

Название	Значение по умолчанию	Описание
relay1	21	пин GPIO для управления реле 1
relay2	20	пин GPIO для управления реле 2
relay3	26	пин GPIO для управления реле 3
relay4	16	пин GPIO для управления реле 4
relay5	19	пин GPIO для управления реле 5
relay6	13	пин GPIO для управления реле 6
relay7	6	пин GPIO для управления реле 7
relay8	5	пин GPIO для управления реле 8

При необходимости можно удалить лишние элементы (например при подключении платы на 2 или 4 элемента) или добавить новые, назвав их relay9, relay10 и т.д.

- Группа общих настроек работы **settings**.

Название	Значение по умолчанию	Описание
writeLog	true	Включение/выключение записи лога работы системы
logFileName	log.txt	Название файла лога
useTemperatureSensor	true	Использование/отключение температурного датчика
updatePeriod	5	Период обновления системы в секундах

При использовании температурного датчика не рекомендуется устанавливать период обновления системы меньше 2-3 секунд.

- Группа настроек использования температурного датчика **thermostatSettings**.

Название	Значение по умолчанию	Описание
temperatureSensorPath	/sys/bus/w1/devices/28-0117c158edff/w1_slave	Расположение файла с данными считываемыми с температурного датчика

lowTemperatureValue	1.5	Минимальная температура в градусах Цельсия при которой включается устройство
temperatureThreshold	0.5	Порог допуска переключения термостата в градусах
useSunHeatingCorrection	true	Флаг применения поправки измерений от нагрева датчика на солнце
startOfTheSunHeating	5:00	Время начала использования поправки измерения температуры
endOfTheSunHeating	9:00	Время окончания использования поправки измерения температуры
sunCorrection	0.5	Величина поправки измерений температуры при нагреве датчика на солнце

Для порога переключения термостата не рекомендуется устанавливать значения ниже 0.2 градуса, т.к. в противном случае на работу системы может оказать влияние цифровой дребезг измерения температуры, что приведет к очень частым переключениям реле.

Файл настройки работы устройства

Все параметры настройки работы системы находятся в папке **config**. В этой папке располагается файл общих настроек **global_config.conf** и один или несколько дополнительных файлов, описывающих работу подключенных через реле устройств.

В следующих таблицах представлена структура файла настройки работы устройства на примере файла **OldHouse.conf**.

- Группа параметров **settings**.

Название	Значение по умолчанию	Описание
relays	relay1, relay2	Реле, через которые подключено устройство. Реле может быть одно или несколько при большой нагрузке (больше 2кВт 220В). Их названия должны соответствовать элементам из списка relay_pins в файле global_config.conf
active	false	Флаг активности устройства. Если устройство выключено, переключение реле производится не будет
temperatureControl	true	Флаг применения термостата. При включении этого параметра, питание устройства не будет отключаться при слишком низкой температуре

- Группа параметров **conditions**. Здесь описывается расписание периодического отключения устройства, подключенного через реле.

Название	Значение по умолчанию	Описание
----------	-----------------------	----------

c1	1, Mon 0:00 - Mon 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток
c2	1, Tue 0:00 - Tue 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток
c3	1, Wed 0:00 - Wed 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток
c4	1, Thu 0:00 - Thu 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток
c5	0, Fri 0:00 - Fri 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток
c6	0, Sat 0:00 - Sat 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток
c7	1, Sun 18:00 - Sun 24:00	Флаг активности условия и временной промежуток

Для каждого условия есть флаг активности (1 или 0), определяющий, будет ли использоваться заданный после него временной промежуток. Например, для условий из таблицы выше активны условия c1, c2, c3, c4, c7. Условия c5 и c6 неактивны. Таким образом, согласно этому расписанию устройство будет отключено с 18:00 воскресенья до 24:00 четверга каждую неделю. Флаг активности условия используется для того, чтобы не требовалось удалять ненужные в данный момент строки. В данном случае обогрев дома будет включен в выходные. Но если в следующий выходной никого дома не будет, или температура на улице достаточно теплая, можно активировать условия c5 и c6, изменить время в параметре c7 с 18:00 на 0:00 и обогрев будет постоянно выключен.

- Группа параметров **temporaryActivityConditions** с условиями временного включения устройства, подключенного через реле.

Название	Значение по умолчанию	Описание
t0	10.10.2010 10:10 - 10.10.2010 20:20	Пример временного диапазона включения устройства, подключенного через реле

В этой группе находится только одна строка с примером. При необходимости можно изменить дату и время на необходимые или написать дополнительные условия (но с другими названиями!).

Следует учитывать, что условия могут комбинироваться между собой. Так, например, если по расписанию из группы **conditions** в данный момент устройство должно быть выключено, но при этом используется термостат **temperatureControl**, а температура на улице опустилась ниже допустимого порога, устройство будет включено. Аналогичная ситуация произойдет и при противоречии периодического расписания с временными условиями: временное условие имеет более высокий приоритет.