

Лабораторные работы по курсу Операционные системы

Приложение 1

Основы работы с GPIO в Raspberry Pi OS

Оглавление

Введение.....	3
1. Особенности аппаратной организации GPIO в Raspberry Pi	3
2. Управление GPIO в командной оболочке.....	4
2.1. Организация файловой системы.....	4
2.2. Настройка вывода на «выход»	5
2.3. Настройка вывода на «вход».....	5
3. Примеры.....	6
3.1. Управление светодиодом	6
3.2. Взаимодействие с кнопкой.....	6

Введение

GPIO (*General-Purpose Input/Output*, «Интерфейс ввода/вывода общего назначения») представляет собой аппаратный блок внутри микропроцессорной системы, предназначенный для обмена данными с сопряженными устройствами.

GPIO состоит из набора пронумерованных выводов («пинов»). Каждый вывод может быть настроен на «выход» или на «вход». Когда вывод настроен на «выход», с помощью программного управления возможно устанавливать на нем выходное значение – логический «0» или логическую «1». Когда вывод настроен на «вход», в программной среде возможно получение текущего логического уровня на выводе, которое может быть установлено сопрягаемым устройством.

1. Особенности аппаратной организации *GPIO* в *Raspberry Pi*

В одноплатном компьютере *Raspberry Pi* доступные для пользователя выводы *GPIO* размещены на штыревом разъеме *PLD-40*. Соответствие между номером вывода *GPIO* и его расположением на разъеме указано на Рисунке Рисунок 1.

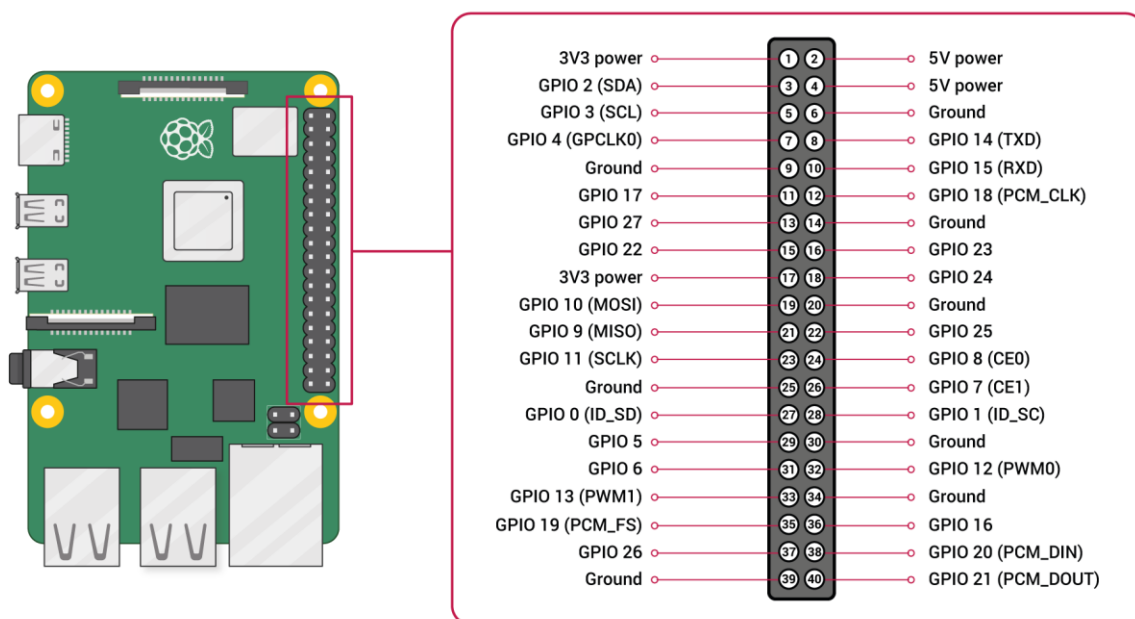


Рисунок 1. Расположение выводов *GPIO*

Всего для программного управления в *Raspberry Pi* 4 доступны выводы *GPIO* с номерами 0, 1, 2, ..., 27. Некоторые выводы *GPIO* имеют альтернативные функции, соответствующие сигналам от других интерфейсов. На Рисунке Рисунок 1 для таких выводов их альтернативная функция указана в скобках.

Логической «1» на выводе *GPIO* соответствует напряжение, равное 3,3 В. Логическому «0» на выводе *GPIO* соответствует напряжение 0 В.

2. Управление *GPIO* в командной оболочке

2.1. Организация файловой системы

Управление *GPIO* в *Raspberry Pi OS* доступно через файловую систему. Все виртуальные файлы и директории, которые соответствуют интерфейсу *GPIO* располагаются в директории «*/sys/class/gpio*»:

Команда

```
ls -l /sys/class/gpio
```

выведет

```
total 0
-rwxrwx--- 1 root gpio 4096 Aug 15 21:17 export
lrwxrwxrwx 1 root gpio 0 Aug 15 21:17 gpiochip0
lrwxrwxrwx 1 root gpio 0 Aug 15 21:17 gpiochip504
-rwxrwx--- 1 root gpio 4096 Aug 15 21:17 unexport
```

Символьные ссылки «*gpiochip0*» и «*gpiochip504*» представляют собой интерфейс для контроллера *GPIO*. В дальнейшем мы не будем их использовать.

По умолчанию пользователь не может управлять выводами *GPIO*. Для создания такой возможности необходимо произвести «экспорт» вывода в пространство пользователя. Для экспортирования вывода *GPIO* с номером *N* необходимо записать данный номер в файл «*export*»:

```
echo "$N" > /sys/class/gpio/export # N = 0, 1, 2, ..., 27
```

После записи в директории «*/sys/class/gpio*» появится символьная ссылка с именем формата «*gpio\$N*», с помощью которой можно управлять выводом. Например, после записи номера «14»

```
echo "14" > /sys/class/gpio/export
ls -l /sys/class/gpio/
```

в директории «*/sys/class/gpio*» появится символьная ссылка «*gpio14*» для управления выводом *GPIO* с номером 14:

```
total 0
-rwxrwx--- 1 root gpio 4096 Sep 9 15:07 export
lrwxrwxrwx 1 root gpio 0 Sep 9 15:07 gpio14
lrwxrwxrwx 1 root gpio 0 Aug 15 21:17 gpiochip0
lrwxrwxrwx 1 root gpio 0 Aug 15 21:17 gpiochip504
-rwxrwx--- 1 root gpio 4096 Aug 15 21:17 unexport
```

Повторная запись уже экспортированного вывода вызовет ошибку. Чтобы этого избежать целесообразно использовать проверку на уже проведенный экспорт вывода *GPIO*:

```
if [ ! -d "/sys/class/gpio/gpio$N" ]; then
    echo "$N" > /sys/class/gpio/export
fi
```

Для удаления символьной ссылки, соответствующей определенному выводу, необходимо записать его номер в файл *«unexport»*:

```
echo "$N" > /sys/class/gpio/export # N = 0, 1, 2, ..., 27
```

Попытка записать номер вывода, который не был ранее экспортирован, приведет к ошибке. Чтобы того избежать целесообразно использовать проверку на существование символьной ссылки для вывода с заданным номером перед удалением:

```
if [ -d "/sys/class/gpio/gpio$N" ]; then
    echo "$N" > /sys/class/gpio/unexport
fi
```

Все операции, проводимые с файлами в директории *«/sys/class/gpio»* должны быть выполнены с правами администратора (например, с помощью команды *«sudo»*).

2.2. Настройка вывода на «выход»

После экспортирования вывода *GPIO* необходимо настроить его работу на «вход» или «выход». Настройка вывода с номером *«\$N»* на «выход» осуществляется с помощью записи ключевого слова *«out»* в файл *«direction»*, соответствующий данному выводу:

```
echo "out" > /sys/class/gpio/gpio$N/direction
```

Установить на выводе логическую «1» возможно с помощью записи строки «1» в файл *«value»*, соответствующий данному выводу:

```
echo "1" > /sys/class/gpio/gpio$N/value
```

Установить на выводе логическую «0» возможно с помощью записи строки «0» в файл *«value»*, соответствующий данному выводу:

```
echo "0" > /sys/class/gpio/gpio$N/value
```

2.3. Настройка вывода на «вход»

Настройка вывода с номером *«\$N»* на «вход» осуществляется с помощью записи ключевого слова *«in»* в файл *«direction»*, соответствующий данному выводу:

```
echo "in" > /sys/class/gpio/gpio$N/direction
```

Получение текущего состояния на входном выводе *«\$N»* возможно с помощью чтения файла *«/sys/class/gpio/gpio4/value»*:

```
cat /sys/class/gpio/gpio4/value
```

Значение будет возвращено в текстовом формате. Строка «1» соответствует логической «1», а строка «0» соответствует логическому «0».

3. Примеры

3.1. Управление светодиодом

Следующий скрипт демонстрирует работу с выводом *GPIO* номер 18, к которому подключен светодиод:

```
N=18

# 1. Export pin:
if [ ! -d "/sys/class/gpio/gpio$N" ]; then
    echo "$N" > /sys/class/gpio/export
fi

# 2. Set pin as output:
echo "out" > /sys/class/gpio/gpio$N/direction

# 3. Write value to pin:
echo "1" > /sys/class/gpio/gpio$N/value           # light on
echo "0" > /sys/class/gpio/gpio$N/value           # light off
...

# 4. Unexport pin:
if [ -d "/sys/class/gpio/gpio$N" ]; then
    echo "$N" > /sys/class/gpio/unexport
fi
```

3.2. Взаимодействие с кнопкой

Следующий скрипт демонстрирует работу с выводом *GPIO* номер 4, к которому подключена кнопка:

```
N=4

# 1. Export pin:
if [ ! -d "/sys/class/gpio/gpio$N" ]; then
    echo "$N" > /sys/class/gpio/export
fi

# 2. Set pin as input:
echo "in" > /sys/class/gpio/gpio$N/direction

# 3. Get value from pin:
cat /sys/class/gpio/gpio$N/value           # return "1" if button unpressed
cat /sys/class/gpio/gpio$N/value           # return "0" if button pressed
...

# 4. Unexport pin:
if [ -d "/sys/class/gpio/gpio$N" ]; then
    echo "$N" > /sys/class/gpio/unexport
fi
```