Есть ли у вас вопросы?

Предупреждение

Все электрические схемы, представленные здесь и далее, являются условными!

В них могут отсутствовать важные компоненты!

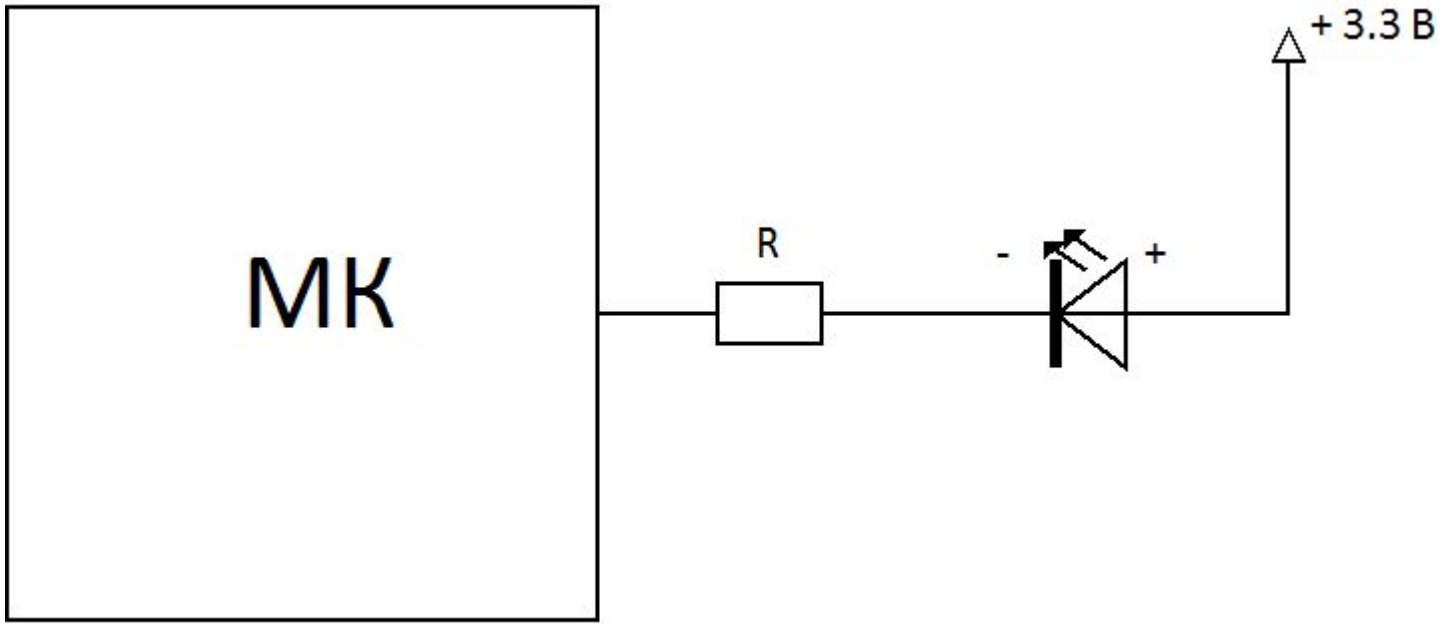
Цели на сегодня:

1. Зажечь светодиод
2. Погасить светодиод
3. Помигать светодиодом
4. Помигать по нажатию кнопки (bonus level)

Как зажечь светодиод?

Это зависит от того, как он подключен.

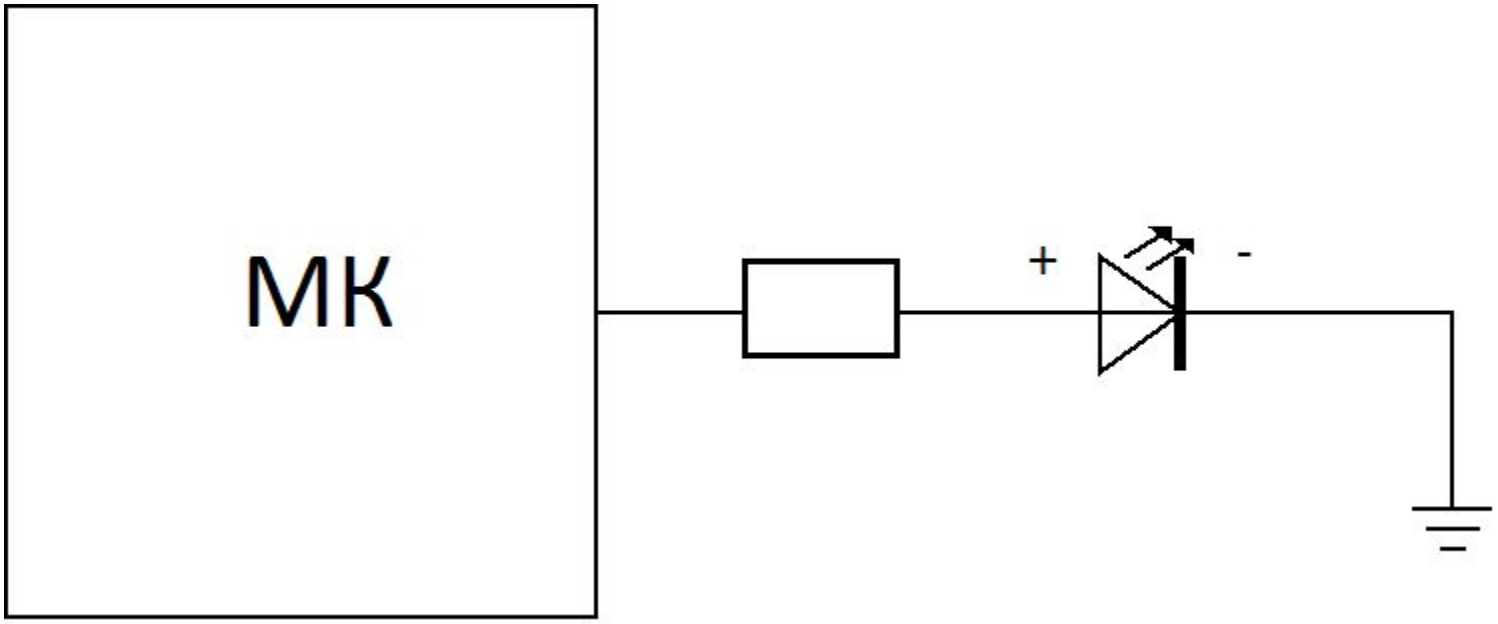
Как зажечь светодиод?



Как зажечь светодиод при таком подключении?
Нужно на вывод МК подать **низкий** уровень напряжения – светодиод загорится.

Если подать **высокий** уровень – светодиод погаснет.

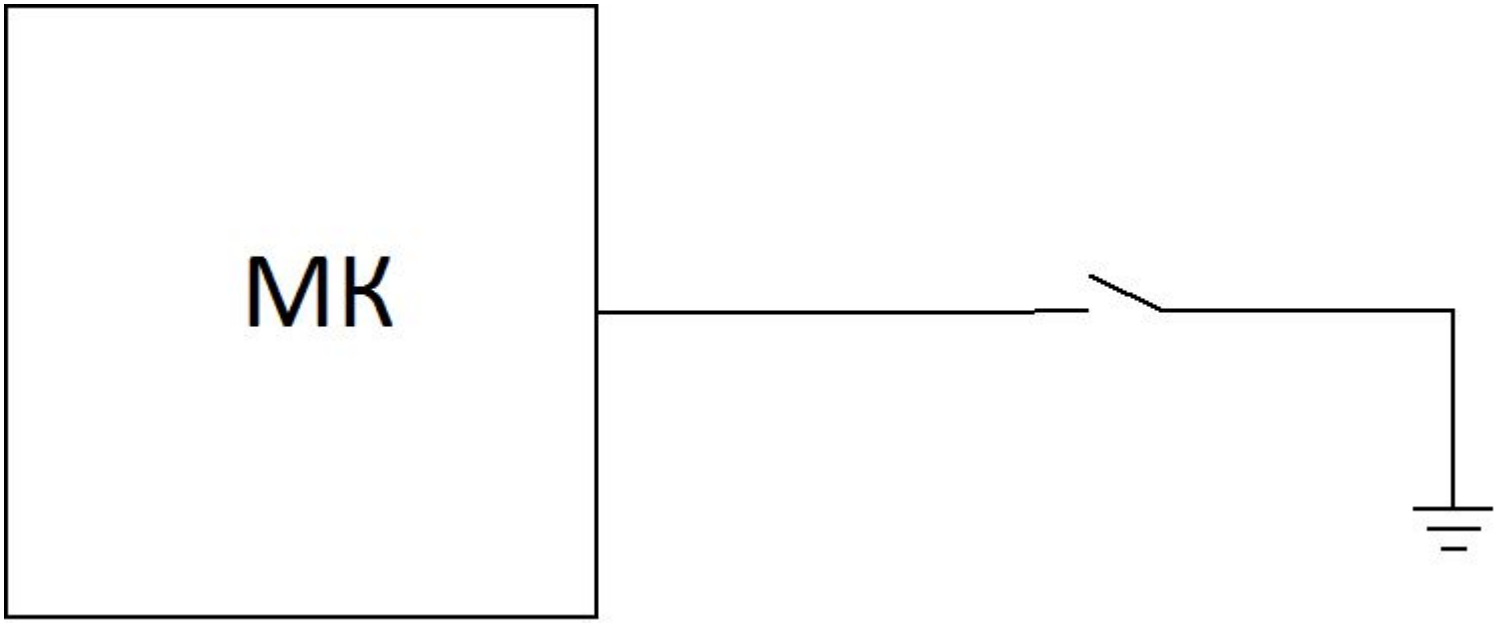
Как зажечь светодиод?



Как зажечь светодиод при таком подключении? Очевидно, все наоборот. Нужно на вывод МК подать **высокий** уровень напряжения – светодиод загорится.

Если подать **низкий** уровень – светодиод погаснет.

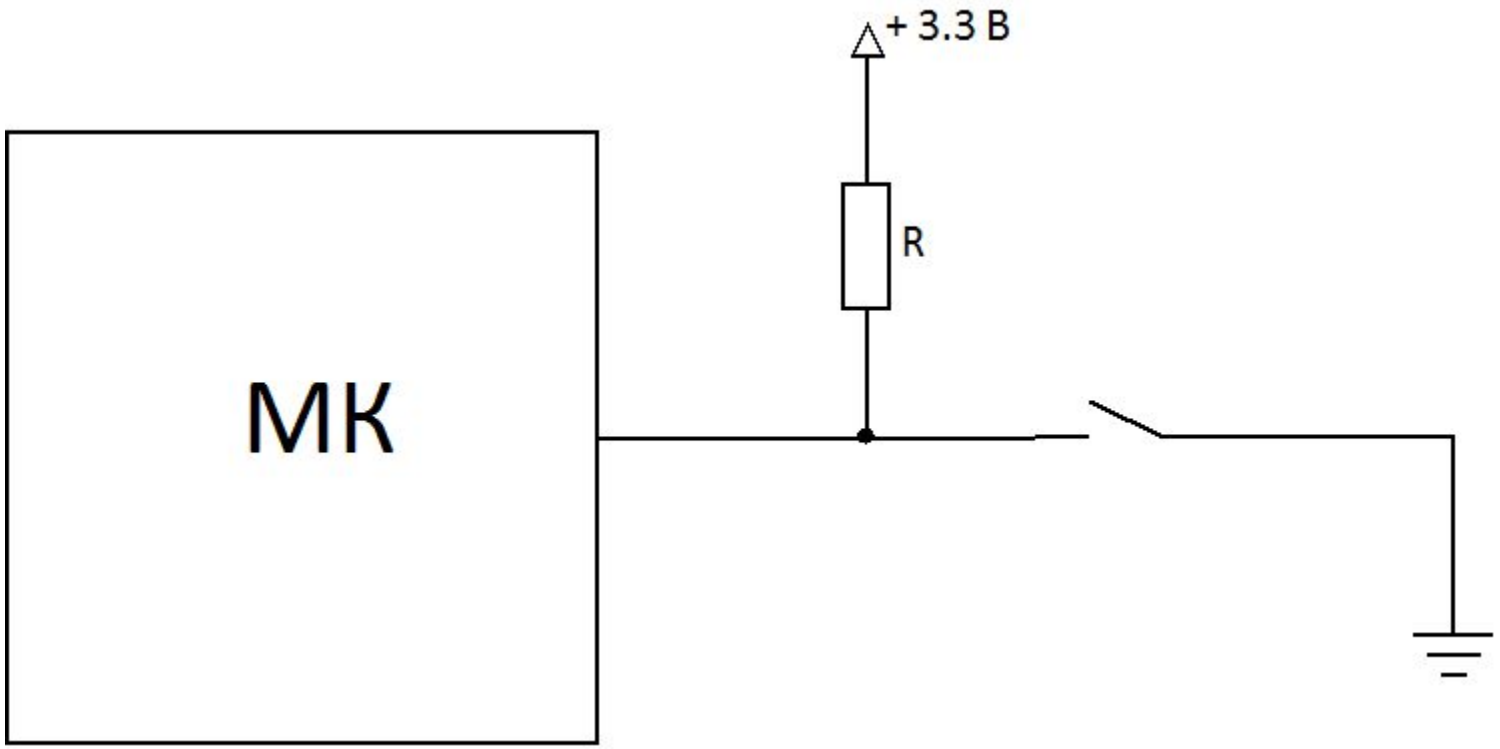
Как узнать, нажата ли кнопка?



Нужно измерить уровень напряжения на входе.
Если кнопка нажата – то уровень на входе будет низким.

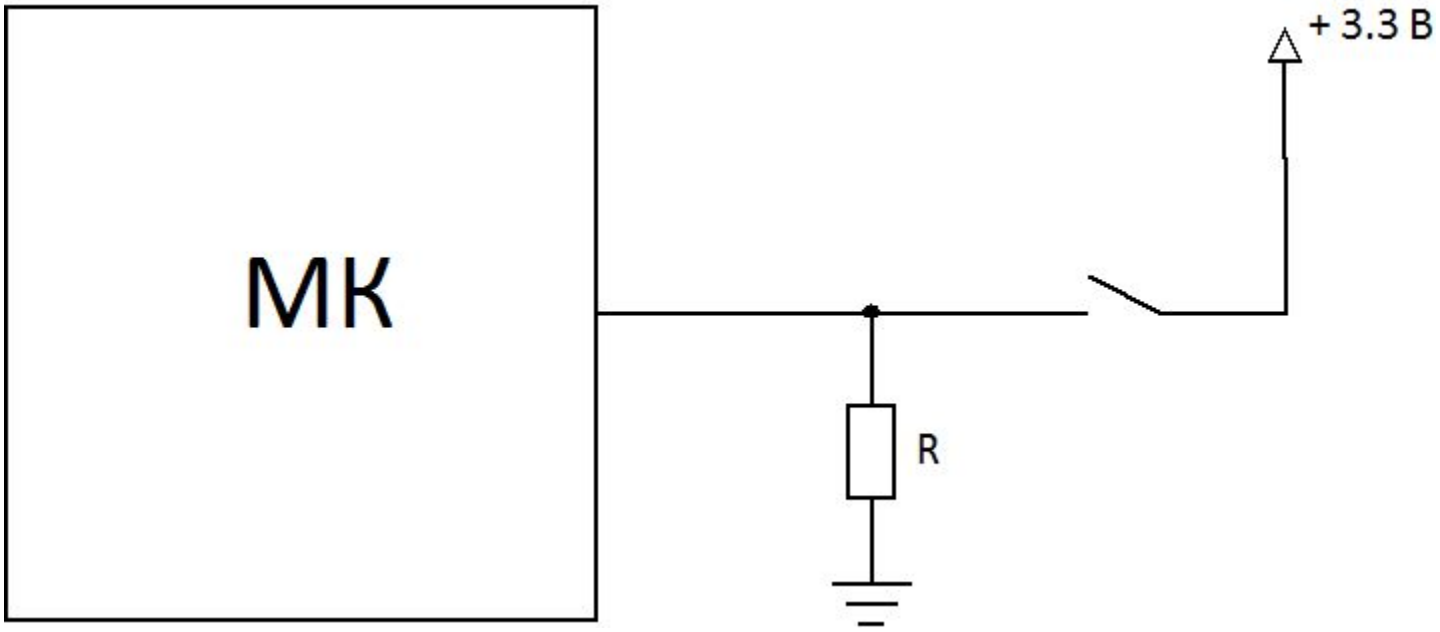
А если не нажата?
Неопределенность. Это плохо. Что делать?

Как правильно подключать кнопку



Теперь, когда кнопка не нажата, на входе будет высокий уровень.
Это называется «подтяжка к питанию» - Pull Up.
А зачем нужен резистор?
Чтобы не было КЗ, когда кнопка нажата.

Но можно и наоборот

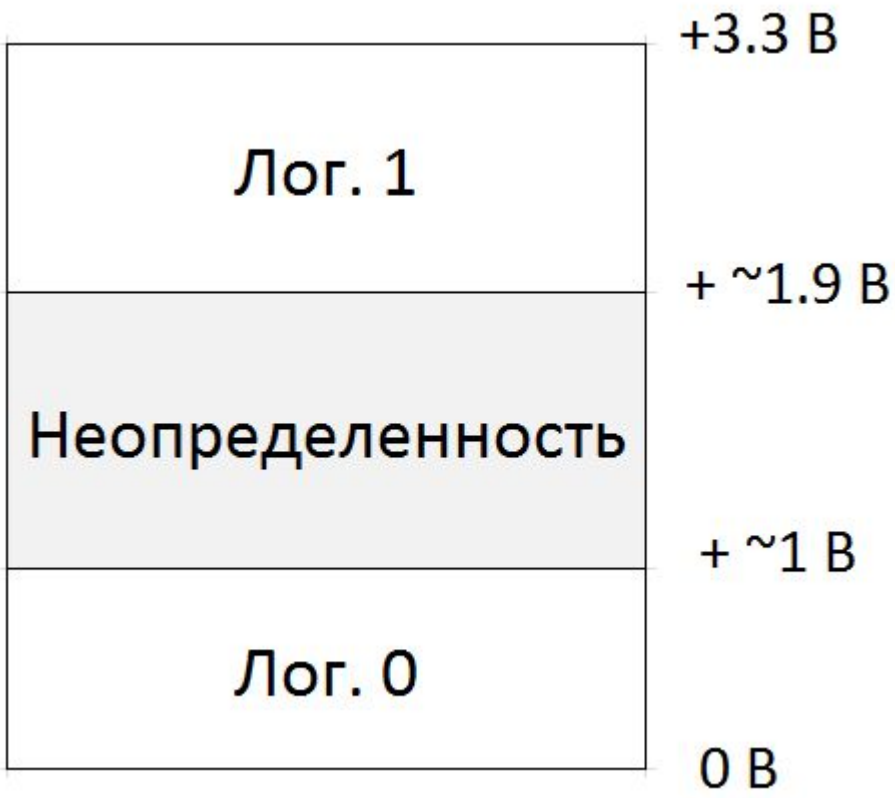


Это называется «подтяжка к земле» - Pull Down.
Теперь, когда кнопка нажата, на входе МК будет высокий уровень,
а когда не нажата - низкий
Подтяжка может быть ВНУТРИ МК!

Логические уровни

Для stm32f103:

Для других устройств уровни могут быть другими; кодирование может быть инверсным и т.д.



Контакты микроконтроллера

(они же «пины», «ноги», «выводы»)

Тип:
- цифровой
- аналоговый

Направление:
- вход
- выход

Режим:
- Ввод/вывод общего назначения (GPIO)
- Альтернативный

Режим входа:
- С подтяжкой (вверх/вниз)
- Без подтяжки (floating)

Режим выхода:
- Комплементарный (Push pull)
- Открытый сток (Open drain)

Текущее состояние:
- входа (только чтение)
- выхода (чтение/запись)

Работа с периферийными устройствами

- Специальные команды ассемблера
- Ввод/вывод, отображенный на память (memory mapped IO) – регистры доступны по фиксированным адресам.

В последнем случае у каждого периферийного устройства есть набор регистров (не путать с регистрами ЦПУ).

Каждый регистр настраивает определенную функциональность.

Каждый бит в регистре что-то означает.

Что из этого нам сегодня нужно?

Чтобы зажечь светодиод на плате discovery, нам нужна ножка в режиме комплементарного выхода (output push-pull).

Чтобы считать состояние кнопки – вход без подтяжки (input floating).

Как же всем этим управлять?

Нужно как-то выбирать все эти режимы и состояния для каждого контакта! Как? Как должен выглядеть API?

С помощью специальных функций, которые кто-то уже написал за нас?

Но что делают эти функции?

Работа с GPIO

Контакты МК логически объединяются в группы – «порты».

В stm32f10x в каждом порту 16 контактов.

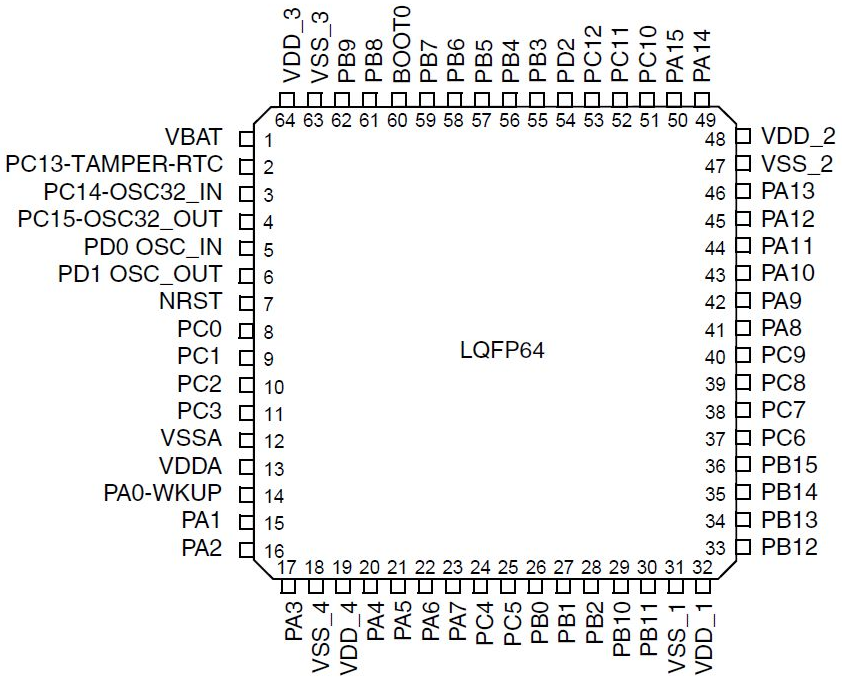
Порты обозначаются буквами – PORTA, PORTB, PORTC...

Контакты обозначаются числами от 0 до 15:

PC.12 – 12-й контакт в порту C.

Количество **доступных** контактов зависит от корпуса МК; некоторые порты могут отсутствовать целиком или частично.

STM32f103RBT6



На плате discovery не доступны:

PA13, PA14, PA15; PB3,PB4; PC14, PC15; PD0, PD1

STM32 VL Discovery

Два светодиода, подключенные к земле и МК:

- PC.8
- PC.9

Две кнопки:

- Черная – это reset
- Синяя – PA.0 – просто кнопка с внешней подтяжкой к питанию

Регистры GPIO

Регистр CRL (control low) – режим работы пинов с 0 по 7.

Регистр CRH (control high) – режим работы пинов с 8 по 15.

Регистр IDR (input data register) – чтение состояния входов.

Регистр ODR (output data register) – чтение и запись состояния выходов.

И еще несколько.

У каждого порта есть такой набор регистров.

Где про них читать? reference manual, глава 9.2 (стр. 166)

Доступ к регистрам периферии в языке С

Через указатели на «волшебные» структуры:

GPIOA->ODR – доступ к регистру ODR порта A, словно это обычная глобальная переменная.

(в других МК бывают «волшебные» указатели сразу на регистры, без структур)

Почему ничего не работает?!

Практически всю периферию в МК нужно сначала включить (подать питание и тактирование).

Это нужно сделать через регистры подсистемы тактирования. Все GPIO включаются через регистр RCC->APB2ENR (ref. man. стр. 142)

Как же зажечь светодиод

1. Подать питание на нужный порт
   - регистр RCC->AP2ENR

2. Настроить режим нужного контакта в нужном порту (нужен режим output push pull)
   - регистр GPIOx->CRH или CRL

3. Вывести на контакт высокий уровень
   - регистр GPIOx->ODR

Битовые манипуляции

- Установка одного бита:
  - a |= 1<<7; // установить седьмой бит
- Сброс одного бита:
  - a &= ~(1<<3); // сбросить третий бит
- Инверсия одного бита:
  - a ^= 1<<5; // инверсия пятого бита

Доступ к регистрам, отображенным на память

Допустим, адрес нужного мне регистра - 0x4001 0800.

И регистр этот размером в 4 байта.

Как мне в него что-нибудь записать, если я пишу на C?

Например, можно создать указатель:

```
uint32_t * ptr = 0x40010800;
```

Но указателю нельзя присвоить число, будет ошибка компиляции.

Нужно сделать *приведение типа*:

```
uint32_t * ptr = (uint32_t *)0x40010800;
```

Теперь почти все ок, можно записать число по нужному адресу:

```
*ptr = 1;
```

Доступ к регистрам, отображенным на память

А как сделать то же самое, не создавая указатель?

```
*((volatile uint32_t *)(0x40010800) ) = 1
```

Ужас какой. И что, каждый раз вот так писать?
Можно и так.
Но как правило, этот ужас прячут за #define:

```
#define REGISTER  *((volatile uint32_t *)0x40010800)
```

И потом можно писать так, словно REGISTER – это заранее созданная глобальная переменная:

```
REGISTER = 5;
```

Доступ к регистрам, отображенным на память

В последние годы, дефайнить каждый регистр – это уже не модно.

Теперь модно объявить структуру из нескольких регистров, относящихся к одному периферийному устройству.

А потом задефайнить адрес с приведением типа к этой структуре.

Тогда доступ к регистрам выглядит как доступ к *глобальному указателю на структуру:*

```
GPIOC->ODR = 1;
```