

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Информационная безопасность систем и технологий»

Отчет

о практической работе №2

Функции управления портами ввода-вывода в среде STM32CubeIDE

Дисциплина: ПМК

Группа: 21ПИ1

Выполнил: Гусев Д. А.

Вариант: 8

Количество баллов:

Дата сдачи:

Принял: Хворостухин С. П.

2024

1 Цель работы: изучить функции управления портами ввода-вывода средствами библиотеки HAL в среде разработки STM32CubeIDE.

2 Задание на практическую работу.

2.1 Выполните настройку портов ввода-вывода в графическом интерфейсе среды разработки STM32CubeIDE в соответствии с вариантом 8.

2.2 Сгенерируйте программный код, соответствующий заданной конфигурации.

2.3 Проанализируйте программный код библиотеки HAL, приведенный в файле `stm32f4xx_hal_gpio.c`.

2.4 Определите назначение, с указанием возможных значений, полей структур:

- программной модель порта ввода-вывода;
- инициализации порта ввода-вывода.

2.5 Сформируйте описание работы функций:

- инициализации порта ввода-вывода;
- деинициализации вывода;
- чтения состояния вывода;
- установки состояния вывода;
- инвертирования состояния вывода;
- блокировки конфигурации.

2.6 Выделите и опишите программный код, реализующий программную настройку в соответствии с вариантом задания:

- включение тактирования портов ввода-вывода;
- инициализацию портов ввода-вывода.

3 Выполнение практической работы:

3.1 Была выполнена настройка портов ввода-вывода в графическом интерфейсе среды разработки STM32CubeIDE в соответствии с вариантом 8. Результат настройки представлен на рисунке 2 и 3. Вариант задания представлен на рисунке 1.

8	PC13	PB7 Pull-up	PA1 Output push pull Pull-up
---	------	----------------	------------------------------------

Рисунок 1 — Вариант задания

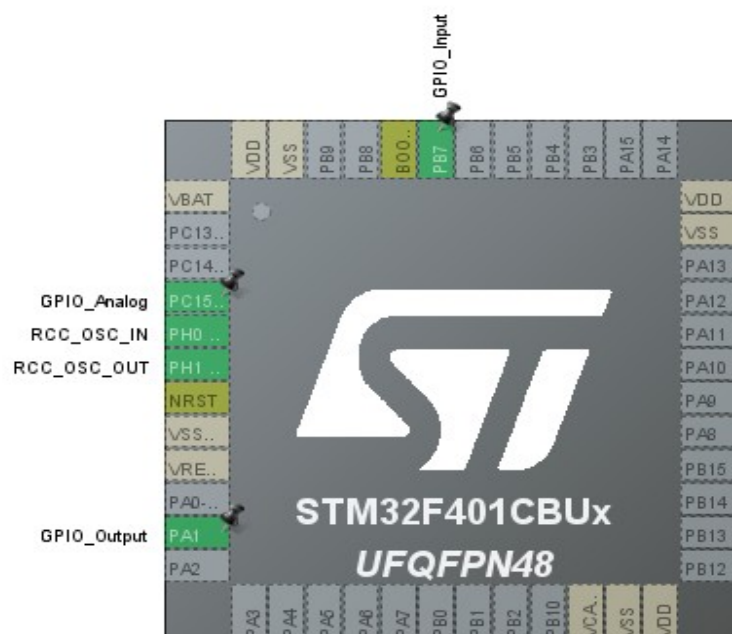


Рисунок 2 — Настройка портов

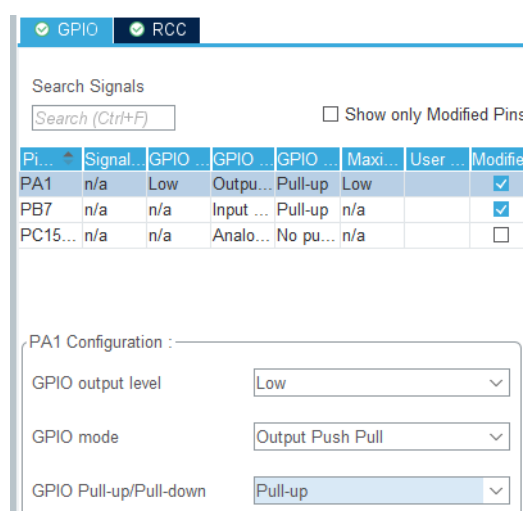


Рисунок 3 — Настройка портов

3.2 Был сгенерирован программный код, соответствующий заданной конфигурации. Результат выполнения задания представлен на рисунке 4.

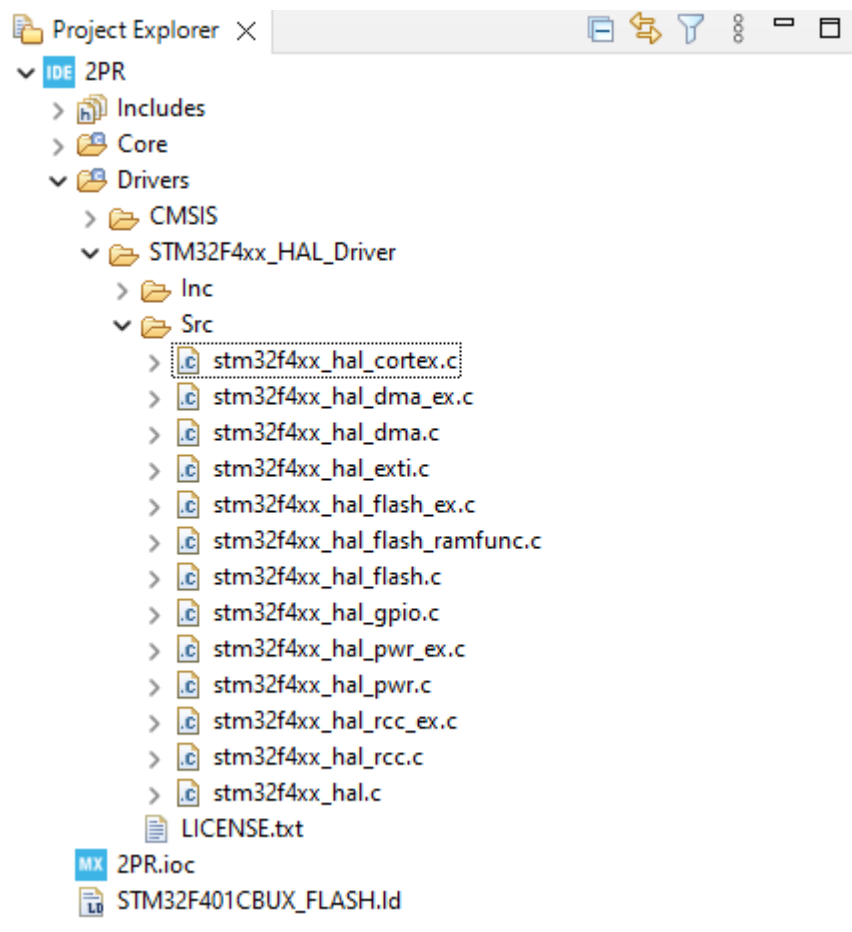


Рисунок 4 — Сгенерированный код

3.3 Код в файле `stm32f4xx_hal_gpio.c` представляет собой реализацию функций для инициализации и деинициализации портов GPIO микроконтроллера STM32 с использованием библиотеки HAL.

Здесь включаются необходимые заголовочные файлы для работы с GPIO и другими периферийными устройствами, объявляются макросы, константы и другие определения, используемые в коде. объявляются структуры данных, такие как `GPIO_InitTypeDef`, которые содержат параметры и настройки GPIO, прописаны реализации различных функций, таких как `HAL_GPIO_Init`, `HAL_GPIO_WritePin`, `HAL_GPIO_ReadPin` и других функций, необходимых для работы с GPIO. Также в библиотеке находятся обработчики прерываний и их настройки.

3.4 Программная модель порта ввода-вывода и функция инициализации порта ввода-вывода предназначена для инициализации конфигурации пина

GPIO на микроконтроллере STM32. Она используется для настройки параметров пина, таких как режим работы (analog, input, output), скорости передачи данных. Функция возвращает код ошибки типа HAL_StatusTypeDef (например, HAL_OK в случае успешной инициализации). В функции есть параметры GPIOx - указатель на порт GPIO, к которому относится пин. GPIO_Init - указатель на структуру типа GPIO_InitTypeDef, содержащую параметры и настройки для инициализации пина.

3.5 Было сформировано описание работы функций.

3.5.1 Функция инициализации порта ввода-вывода — HAL_GPIO_Init, расположена в файле stm32f4xx_hal_gpio.c.

Возвращаемое значение функции: void - нет возвращаемого значения.

Параметры функции:

1) GPIOx: Указатель на структуру типа GPIO_TypeDef, представляющую конкретный порт GPIO.

2) GPIO_Init: Указатель на структуру типа GPIO_InitTypeDef, содержащую конфигурационную информацию для указанного порта GPIO.

Краткий алгоритм работы функции:

1) Функция проверяет параметры, такие как правильность указанного порта GPIO и параметры конфигурации.

2) Далее функция конфигурирует пины порта согласно заданным параметрам, таким как режим работы (вход, выход, альтернативная функция, аналоговый режим), скорость передачи данных, тип вывода (открытый коллектор, открытый сток), подтяжка (включение/выключение подтяжки к питанию или земле).

3) Также функция настраивает альтернативную функцию для пинов в случае, если выбран режим работы как альтернативная функция.

4) Конфигурируются режимы внешних прерываний, включая настройку срабатывания по фронту и спаду сигнала и разрешение прерываний.

3.5.2 Функция чтения состояния вывода – HAL_GPIO_DeInit, расположена в файле stm32f4xx_hal_gpio.c.

Возвращаемое значение функции: void - нет возвращаемого значения.

Параметры функции:

- 1) GPIOx: Указатель на структуру типа GPIO_TypeDef, представляющую конкретный порт GPIO.
- 2) GPIO_Pin: Номер пина, который нужно деинициализировать (от 0 до 15).

Краткий алгоритм работы функции:

- 1) Функция осуществляет деинициализацию пина путем сброса всех его параметров в значения по умолчанию.
- 2) Проверка корректности параметров функции.
- 3) Конфигурация порта пинов.
- 4) Если заданный пин используется в режиме внешнего прерывания (EXTI Mode), то происходит сброс конфигурации внешних прерываний для данного пина.
- 5) Сброс конфигурации для использования в GPIO Mode (ввод-вывод).
- 6) Сброс режима работы пина на вход с плавающим уровнем, сброс альтернативной функции, отключение подтяжки и определение типа вывода.
- 7) Сброс установки скорости передачи данных через данный пин.

3.5.3 Функция деинициализации вывода – HAL_GPIO_ReadPin, расположена в файле stm32f4xx_hal_gpio.c.

Возвращаемое значение функции: GPIO_PinState.

Параметры функции:

- 1) GPIOx: указывает на структуру типа GPIO_TypeDef, представляющую GPIO периферию для устройств STM32F429X (для GPIO порта с буквами A до K) или STM32F40XX и STM32F427X (для GPIO порта с буквами A до I).
- 2) GPIO_Pin: указывает на номер бита порта для считывания. Допустимые значения для x - от 0 до 15.

Краткий алгоритм работы функции:

- 1) Значение порта пина считывается с помощью операции побитового И между регистром входных данных порта (IDR) и значением GPIO_Pin.
- 2) Результат этой операции сравнивается с GPIO_PIN_RESET (нулевым значением).
- 3) Если результат операции не равен GPIO_PIN_RESET, то устанавливается bitstatus в GPIO_PIN_SET, иначе устанавливается в GPIO_PIN_RESET.

3.5.4 Функция установки состояния порта ввода-вывода - HAL_GPIO_WritePin, расположена в файле stm32f4xx_hal_gpio.c.

Возвращаемое значение функции: void - нет возвращаемого значения.

Параметры функции:

- 1) GPIOx - указатель на структуру программной модели порта ввода-вывода-определяет используемый порт ввода-вывода;
- 2) GPIO_Pin - целочисленное беззнаковое 16-битное число - определяет номер вывода порта ввода-вывода;
- 3) PinState - значение перечисляемого типа - определяет устанавливаемое состояние вывода.

Краткий алгоритм работы функции:

- 1) Выполняется проверка передаваемых в функцию параметров
assert_param(IS_GPIO_PIN(GPIO_Pin));
assert_param(IS_GPIO_PIN_ACTION(PinState));
- 2) Для значений состояния вывода не равных сброшенному состоянию, выполняется установка бита состояния в регистре сброса/установки значения вывода

```
if(PinState != GPIO_PIN_RESET) { GPIOx->BSRR = GPIO_Pin; }
```

- 3) Для значений состояния вывода равных сброшенному состоянию, выполняется сброс бита состояния в регистре сброса/установки значения вывода

```
else { GPIOx->BSRR = (uint32_t)GPIO_Pin << 16U; }
```

3.5.5 Функция инвертирования состояния вывода —

HAL_GPIO_TogglePin, расположена в файле stm32f4xx_hal_gpio.c.

Возвращаемое значение функции: void - нет возвращаемого значения.

Параметры функции:

- 1) GPIOx: Указатель на GPIO порт, к которому относится пин.
- 2) GPIO_Pin: Номер пина, чье состояние требуется переключить.

Краткий алгоритм работы функции:

- 1) При вызове функции она изменяет состояние указанного пина на противоположное: если пин был в состоянии "1" (высокий уровень), то он становится "0" (низкий уровень), и наоборот.

3.5.6 Функция блокировки конфигурации — HAL_GPIO_LockPin, расположена в файле stm32f4xx_hal_gpio.c.

Возвращаемое значение функции: HAL_StatusTypeDef: HAL_OK при успешном блокировании, HAL_ERROR при ошибке.

Параметры функции:

- 1) GPIOx: Указатель на структуру типа GPIO_TypeDef, представляющую конкретный порт GPIO.
- 2) GPIO_Pin: Номер пина порта, который нужно заблокировать. Этот параметр может быть любой комбинацией GPIO_PIN_x, где x может быть числом от 0 до 15.

Краткое описание алгоритма работы:

- 1) Функция применяет последовательность записи ключа блокировки.
- 2) Устанавливает биты LCKx: LCKK='1' + LCK[15-0].
- 3) Сбрасывает биты LCKx: LCKK='0' + LCK[15-0].
- 4) Повторно устанавливает биты LCKx: LCKK='1' + LCK[15-0].
- 5) Обязательное чтение регистра LCKR для завершения последовательности блокировки ключа.
- 6) Повторное чтение для подтверждения активации блокировки.

3.6 Был выделен программный код, реализующий включение тактирования портов ввода-вывода. Код представлен ниже:

```
/* GPIO Ports Clock Enable */
__HAL_RCC_GPIOC_CLK_ENABLE();
__HAL_RCC_GPIOH_CLK_ENABLE();
__HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();
__HAL_RCC_GPIOB_CLK_ENABLE();
```

Был выделен программный код, реализующий инициализацию портов ввода-вывода. Код представлен ниже:

```
static void MX_GPIO_Init(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct = {0};

    /* GPIO Ports Clock Enable */
    __HAL_RCC_GPIOC_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOH_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();
    __HAL_RCC_GPIOB_CLK_ENABLE();

    /*Configure GPIO pin Output Level */
    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_1, GPIO_PIN_RESET);

    /*Configure GPIO pin : PC15 */
    GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_15;
    GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_ANALOG;
    GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
    HAL_GPIO_Init(GPIOC, &GPIO_InitStruct);

    /*Configure GPIO pin : PA1 */
    GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_1;
    GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
    GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_PULLUP;
```

```

GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStruct);

/*Configure GPIO pin : PB7 */
GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_7;
GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_INPUT;
GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_PULLUP;
HAL_GPIO_Init(GPIOB, &GPIO_InitStruct);

}

```

Функция инициализации портов ввода-вывода — `MX_GPIO_Init`, расположена в файле `main.c`.

Возвращаемое значение функции: `void` - нет возвращаемого значения.

Параметры функции: нет параметров.

Краткое описание алгоритма работы:

1) Включение тактирования для `GPIOC`, `GPIOH`, `GPIOA` и `GPIOB` портов ввода-вывода.

2) Настройка параметров и инициализация порта `GPIOA`, пина 1:

3) Указывается пин `GPIOA_PIN_1` для настройки.

4) Устанавливается режим `OUTPUT_PP` (push-pull output mode) для этого пина, что означает, что пин будет работать в режиме выхода и сможет управлять подтягивающим или зажимающим током.

5) Назначается тип подтяжки к питанию (`GPIO_PULLUP`).

6) Устанавливается низкая скорость передачи данных (`GPIO_SPEED_FREQ_LOW`).

4 Вывод: были изучены функции управления портами ввода-вывода средствами библиотеки HAL в среде разработки STM32CubeIDE.