```
// ====== Битовое исключающее ИЛИ ======
// 0 ^ 0 == 0
// 0 ^ 1 == 1
// 1 ^ 0 == 1
// 1 ^ 1 == 0
myByte = 0b11001100;
myByte ^= 0b10000000; // инвертируем 7-ой бит
// myByte теперь 01001100

// ====== Битовый сдвиг ======
myByte = 0b00011100;
myByte = myByte << 3; // двигаем на 3 влево
// myByte теперь 0b11100000

myByte >>= 5;
// myByte теперь 0b00000111

myByte >>= 2;
// myByte теперь 0b00000001
// остальные биты потеряны!
```

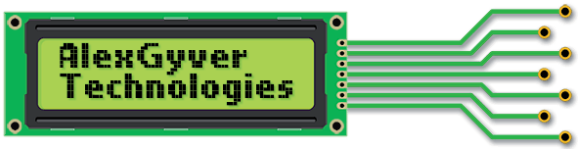
Указатели и ссылки

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/pointers/

// & - возвращает адрес данных в памяти (адрес первого блока данных)
// * - управляет значением по указанному адресу

// === указатели ===
// управление переменной через указатель
byte b;      // просто переменная типа byte
b = 10;      // b теперь 10
byte* ptr;  // ptr - переменная "указатель на объект типа byte"
ptr = &b;    // указатель ptr хранит адрес переменной b
*ptr = 24;  // b теперь равна 24 (записываем по адресу &b)
byte s;      // переменная s
s = *ptr;    // s теперь тоже равна 24 (читаем по адресу &b)

// === ссылки ===
// управление переменной через ссылку
byte b;      // просто переменная типа byte
b = 10;      // b теперь 10
byte &link = b;  // link - переменная "ссылка на объект типа byte"
link = 24;  // b теперь равна 24 (записываем через ссылку)
byte s;      // переменная s
s = link;    // s теперь тоже равна 24 (читаем по ссылке)
```

ШПОРА ARDUINO

Версия 1.0 от 01.03.2020

Краткая шпаргалка по основным функциям Arduino Wiring и языку C++. Оформлено с комментариями и примерами в виде кода: для большей наглядности и возможности сразу почувствовать код и запомнить, как он выглядит. Для полной информации по каждой главе обращайтесь по ссылкам.

Оглавление

Синтаксис

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/syntax/

// однострочный комментарий

/*
  многострочный
  комментарий
*/

// каждая команда оканчивается ;
// каждой скобке ( { < соответствует закрывающая > } )

// === ПРЕПРОЦЕССОР ===
#include <Servo.h>     // подключает библиотеку. Ищет в папке с библиотеками
#include "Servo.h"     // ищет в папке со скетчем, а потом в папке с библиотеками
#define MY_CONST 10    // объявить "жёсткую" константу MY_CONST равной 10

// эта функция обязательно должна быть в скетче в одном экземпляре
void setup() {
  // код выполнится 1 раз при старте программы
}

// эта функция обязательно должна быть в скетче в одном экземпляре
void loop() {
  // код будет выполняться циклично после setup
}
```

Переменные и типы данных

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/syntax/

boolean flag1;                // объявить
boolean flag1, flag2;         // объявить несколько
boolean flag1 = true;         // объявить и инициализировать

// === ТИПЫ ДАННЫХ ===
boolean или bool              // 1 байт, логическая. true/false или 1/0
int8_t                        // 1 байт, целочисл., -128… 127
char                          // 1 байт, символьная, -128… 127 или 'a'
uint8_t, byte                 // 1 байт, целочисл., 0… 255
int16_t, int, short           // 2 байта, целочисл., -32 768… 32 767
uint16_t, unsigned int, word  // 2 байта, целочисл., 0… 65 535
int32_t, long                 // 4 байта, целочисл., -2 147 483 648… 2 147 483 647
uint32_t, unsigned long       // 4 байта, целочисл., 0… 4 294 967 295
float, double                 // 4 байта, дробн., -3.4028235E+38… 3.4028235E+38
// примеч.: на других платформах double имеет размер 8 бит и бОльшую точность

'a'     // символ
"abc"   // строка или массив символов

// === МАССИВЫ ===
int myInts[6];    // указываем количество ячеек
int myPins[] = {2, 4, 8, 3, 6};   // указываем содержимое ячеек
float Sens[3] = {0.2, 0.4, -8.5}; // указываем и то и то, количество ячеек должно
совпадать
char message[6] = "hello";        // храним символы

// === СПЕЦИФИКАТОРЫ ===
const     // константа, такую переменную нельзя изменить. const int val = 10;
static    // статическая переменная (см. ниже)
volatile  // не оптимизировать переменную. Использовать для работы в прерываниях
extern    // указывает компилятору, что эта переменная объявлена в другом файле
программы
```



```
void setup() {
  Serial.begin(9600);   // для отладки
  modes = CALIBRATION;  // присваивание значения
  // можем сравнивать
  if (modes == CALIBRATION) {
    Serial.println("calibr");
  } else if (modes == ERROR_MODE) {
    Serial.println("error");
  }

  // присваиваем числом
  modes = 3;  // по нашему порядку это будет SETTINGS_2
}
```

Битовые операции

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/bitmath/

//  &   - битовое И
//  <<  - битовый сдвиг влево
//  >>  - битовый сдвиг вправо
//  ^   - битовое исключающее ИЛИ (аналогичный оператор - xor)
//  |   - битовое ИЛИ
//  ~   - битовое НЕ

bit(val);           // возвращает 2 в степени val (0 будет 1, 1 будет 2, 2 будет 4, 3
будет 8 и т.д.)
bitClear(x, n);     // устанавливает на 0 бит, находящийся в числе x под номером n
bitSet(x, n);       // устанавливает на 1 бит, находящийся в числе x под номером n
bitWrite(x, n, b);  // устанавливает на значение b (0 или 1) бит , находящийся в числе
x под номером n
bitRead(x, n);      // возвращает значение бита (0 или 1), находящегося в числе x под
номером n
highByte(x);        // извлекает и возвращает старший (крайний левый) байт переменной
типа word (либо второй младший байт переменной, если ее тип занимает больше двух байт).
lowByte(x);         // извлекает и возвращает младший (крайний правый) байт переменной
(например, типа word).

// ====== Битовое И ======
// 0 & 0 == 0
// 0 & 1 == 0
// 1 & 0 == 0
// 1 & 1 == 1
myByte = 0b11001100;
myBits = myByte & 0b10000111;
// myBits теперь равен 0b10000100

// ====== Битовое ИЛИ ======
// 0 | 0 == 0
// 0 | 1 == 1
// 1 | 0 == 1
// 1 | 1 == 1
myByte = 0b11001100;
myBits = myByte | 0b00000001; // ставим бит №0
// myBits теперь равен 0b11001101

// ====== Битовое НЕ ======
~0 == 1
~1 == 0
myByte = 0b11001100;
myByte = ~myByte; // инвертируем
// myByte теперь 00110011
```

Функции времени

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/time/

delay(period);
// Приостанавливает" выполнение кода на time миллисекунд.
// Дальше функции delay выполнение кода не идёт, за исключением прерываний.

delayMicroseconds(period);
// Аналог delay(), но в микросекундах

millis(); // Возвращает количество миллисекунд, прошедших со старта программы
micros(); // Возвращает количество микросекунд, прошедших со старта программы
```

Структуры

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/variables-types/

struct myStruct { // создаём ярлык myStruct
  boolean a;
  byte b;
  int c;
  long d;
  byte e[5];
} kek;            // и сразу создаём структуру kek

// создаём массив структур cheburek типа myStruct
myStruct cheburek[3];

void setup() {
  // присвоим членам структуры значения вручную
  kek.a = true;
  kek.b = 10;
  kek.c = 1200;
  kek.d = 789456;
  kek.e[0] = 10;    // е у нас массив!
  kek.e[1] = 20;
  kek.e[2] = 30;

  // присвоим структуру kek структуре cheburek номер 0
  cheburek[0] = kek;

  // присвоим элемент массива из структуры kek
  // структуре cheburek номер 1
  cheburek[0].e[1] = kek.e[1];

  // забьём данными структуру cheburek номер 2
  cheburek[2] = (myStruct) {
    false, 30, 3200, 321654, {1, 2, 3, 4, 5}
  };
}
```

Перечисления

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/variables-types/

// создаём перечисление modes, не создавая ярлык
enum {
  NORMAL,
  WAITING,
  SETTINGS_1,
  SETTINGS_2,
  CALIBRATION,
  ERROR_MODE,
} modes;
```


Область видимости

```
// === ГЛОБАЛЬНАЯ ===
// Глобальная переменная объявляется вне функций и доступна
// для чтения и записи в любом месте программы, в любой её функции.
byte var;
void setup() {
  // спокойно меняем глобальную переменную
  var = 50;
}
void loop() {
  // спокойно меняем глобальную переменную
  var = 70;
}

// === ЛОКАЛЬНАЯ ===
// Локальная переменная живёт внутри функции или внутри любого блока кода,
// заключённого в { фигурные скобки }, доступна для чтения и записи только внутри него.
void setup() {
  byte var;  // локальная для setup переменная
  // спокойно меняем локальную переменную
  var = 50;
}
void loop() {
  // приведёт к ошибке, потому что в этом блоке кода var не объявлена
  var = 70;

  // сделаем тут отдельный блок кода
  {
    byte var2 = 10;
    // var2 существует только внутри этого блока!
  }
  // вот тут var2 уже будет удалена из памяти
}

// === СТАТИЧЕСКАЯ ЛОКАЛЬНАЯ ===
// статическая локальная переменная не удаляется из памяти
// после выхода из функции
void setup() {
  myFunc(); // вернёт 20
  myFunc(); // вернёт 30
  myFunc(); // вернёт 40
  myFunc(); // вернёт 50
}
void loop() {
}
byte myFunc() {
  static byte var = 10;
  var += 10;
  return var;
}
```

Строки

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/strings/

String string0 = "Hello String";              // заполняем словами в кавычках
String string1 = String("lol ") + String("kek");  // сумма двух строк
String string2 = String('a');                 // строка из символа в одинарных кавычках
String string3 = String("This is string");    // конвертируем строку в String
String string4 = String(string3 + " more");   // складываем строку string3 с текстом в
кавычках
String string5 = String(13);                  // конвертируем из числа в String
String string6 = String(20, DEC);             // конвертируем из числа с указанием
басиса (десятичный)
```

```
String string7 = String(45, HEX);             // конвертируем из числа с указанием
базиса (16-ричный)
String string8 = String(255, BIN);            // конвертируем из числа с указанием
базиса (двоичный)
String string9 = String(5.698, 3);            // из float с указанием количества знаков
после запятой (тут 3)

// длина строки
String textString = "Hello";
sizeof(textString);   // вернёт 6
textString.length();  // вернёт 5
// полный набор инструментов String тут https://alexgyver.ru/lessons/strings/

// ====== МАССИВЫ СИМВОЛОВ ======
// объявить массив текста длиной 6 символов
// и задать текст
char helloArray[] = "Hello!";

// объявить массив текста длиной 100 символов
// и задать в его начало текст
char textArray[100] = "World";

// длина строки
char textArray[100] = "World";
sizeof(textArray);  // вернёт 100
strlen(textArray);  // вернёт 5
```

Serial

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/serial/

// === СТАРТ/СТОП ===
Serial.begin(Speed);    // открыть порт на скорости
Serial.end();           // закрыть порт
Serial.available();     // возвращает количество байт в буфере приёма

// === ПЕЧАТЬ ===
// Отправляет в порт значение val - число или строку
Serial.print(val);
Serial.print(val, format);

// Отправляет и переводит строку
Serial.println(val);
Serial.println(val, format);

Serial.print(78);        // выведет 78
Serial.print(1.23456);   // 1.23 (умолч. 2 знака)
Serial.print('N');       // выведет N
Serial.print("Hello world."); // Hello world.
Serial.print(78, BIN);   // вывод "1001110"
Serial.print(78, OCT);   // вывод "116"
Serial.print(78, DEC);   // вывод "78"
Serial.print(78, HEX);   // вывод "4E"
Serial.print(1.23456, 0); // вывод "1"
Serial.print(1.23456, 2); // вывод "1.23"
Serial.print(1.23456, 4); // вывод "1.2345"

// === ПАРСИНГ ===
Serial.setTimeout(value); // таймаут ожидания приёма данных для парсинга, мс. По
умолчанию 1000 мс (1 секунда)
Serial.readString();      // принять строку
Serial.parseInt();        // принять целочисленное
Serial.parseFloat();      // принять float
```



```
float volt = (float)(analogRead(pin) * 5.0) / 1024;
// именно /1024, потому что АЦП сам отнимает 1 бит при вычислении

analogReference(mode);
// Устанавливает режим работы АЦП согласно mode:
// DEFAULT: опорное напряжение равно напряжению питания МК
// INTERNAL: встроенный источник опорного на 1.1V для ATmega168 или ATmega328P и 2.56V
на ATmega8
// INTERNAL1V1: встроенный источник опорного на 1.1V (только для Arduino Mega)
// INTERNAL2V56: встроенный источник опорного на 2.56V (только для Arduino Mega)
// EXTERNAL: опорным будет считаться напряжение, поданное на пин AREF
```

ШИМ

```
// урок: https://alexgyver.ru/lessons/pwm-signal/

analogWrite(pin, value);
// Запускает генерацию ШИМ сигнала на пине pin со значением value.
// Для стандартного 8-ми битного режима это значение 0-255, соответствует скважности 0-
100%.
// ШИМ пины:
// ATmega 328/168 (Nano, UNO, Mini): D3, D5, D6, D9, D10, D11
// ATmega 32U4 (Leonardo, Micro): D3, D5, D6, D9, D10, D11, D13
// ATmega 2560 (Mega): D2 - D13, D44 - D46
```

Прерывания

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/interrupts/

attachInterrupt(pin, ISR, mode);
// Подключить прерывание на номер прерывания pin,
// назначить функцию ISR как обработчик и
// установить режим прерывания mode:
// LOW - срабатывает при сигнале LOW на пине
// RISING - срабатывает при изменении сигнала на пине с LOW на HIGH
// FALLING - срабатывает при изменении сигнала на пине с HIGH на LOW
// CHANGE - срабатывает при изменении сигнала (с LOW на HIGH и наоборот)

volatile int counter = 0;  // переменная-счётчик
void setup() {
  Serial.begin(9600); // открыли порт для связи
  // подключили кнопку на D2 и GND
  pinMode(2, INPUT_PULLUP);

  // D2 это прерывание 0
  // обработчик - функция buttonTick
  // FALLING - при нажатии на кнопку будет сигнал 0, его и ловим
  attachInterrupt(0, buttonTick, FALLING);
}
void buttonTick() {
  counter++;  // + нажатие
}
void loop() {
  Serial.println(counter);  // выводим
  delay(1000);              // ждём
}
```

Случайные числа

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/random/

random(max);        // возвращает случайное число в диапазоне от 0 до (max - 1)
random(min, max);   // возвращает случайное число в диапазоне от min до (max - 1)
randomSeed(value);  // дать генератору случайных чисел новую опорную точку для счёта
```

```
M_PI          // 3.141592654 pi
M_PI_2        // 1.570796327 pi/2
M_PI_4        // 0.785398163 pi/4
M_1_PI        // 0.318309886 1/pi
M_2_PI        // 0.636619772 2/pi
M_2_SQRTPI    // 1.128379167 2/корень(pi)
M_SQRT2       // 1.414213562 корень(2)
M_SQRT1_2     // 0.707106781 1/корень(2)
PI            // 3.141592654 Пи
HALF_PI       // 1.570796326 пол Пи
TWO_PI        // 6.283185307 два Пи
EULER         // 2.718281828 Число Эйлера e
DEG_TO_RAD    // 0.01745329  Константа перевода град в рад
RAD_TO_DEG    // 57.2957786
```

Функции

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/functions/

// Функция, которая ничего не принимает и ничего не возвращает. Пример - сумма
void sumFunction() {
  c = a + b;
}

// Функция, которая ничего не принимает и возвращает результат. Пример - сумма
int sumFunction() {
  return (a + b);
}

// Функция, которая принимает параметры и возвращает результат. Пример - сумма
int sumFunction(byte paramA, byte paramB) {
  return (paramA + paramB);
}

// оператор return завершает выполнение функции и возвращает результат
// в void функции он вернёт void, всё верно
```

Входы/выходы

Цифровые

```
// урок: https://alexgyver.ru/lessons/digital/

pinMode(pin, mode);
// Устанавливает режим работы пина pin (ATmega 328: D0-D13, A0-A5) на режим mode:
// INPUT - вход (все пины сконфигурированы так по умолчанию)
// OUTPUT - выход (при использовании analogWrite ставится автоматически)
// INPUT_PULLUP - подтяжка к питанию (например для обработки кнопок)

digitalRead(pin);
// Читает состояние пина pin и возвращает :
// 0 или LOW - на пине 0 Вольт (точнее 0-2.5В)
// 1 или HIGH - на пине 5 Вольт (точнее 2.5-опорное В)

digitalWrite(pin, value);
// Подаёт на пин pin сигнал value:
// 0 или LOW - 0 Вольт (GND)
// 1 или HIGH - 5 Вольт (точнее, напряжение питания)
```

Аналоговые

```
// урок: https://alexgyver.ru/lessons/analog-pins/

analogRead(pin);
// Читает и возвращает оцифрованное напряжение с пина pin. 0-1023
// Перевести значение в напряжение:
```


Условия и выбор

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/conditions/

// === Сравнение и логика ===
== , != , >= , <= ;   // равно, не равно, больше или равно, меньше или равно
! , && , || ;         // НЕ, И, ИЛИ

// === if-else ===
// при выполнении одного действия {} необязательны
if (a > b) c = 10;  // если a больше b, то c = 10
else c = 20;        // если нет, то c = 20

// вместо сравнения можно использовать лог. переменную
boolean myFlag, myFlag2;
if (myFlag) c = 10;

// сложные условия
// если оба флага true - c = 10
if (myflag && myFlag2) c = 10;

// при выполнении двух и более {} обязательны
if (myFlag) {
  c = 10;
  b = c;
} else {
  c = 20;
  b = a;
}

// === else if ===
byte state;
if (state == 1) a = 10;       // если state 1
else if (state == 2) a = 20;  // если нет, но если state 2
else a = 30;                  // если и это не верно, то вот

// === Оператор ? ===
// "Короткий" вариант if-else
int c = (a > b) ? 10 : -20;  // если a > b, то c = 10. Если нет, то c = -20
Serial.println( (flag) ? ("флаг поднят") : ("флаг опущен") );

// === Оператор выбора ===
switch (val) {
case 1:  // выполнить, если val == 1
  break;
case 2:  // выполнить, если val == 2
  break;
default: // выполнить, если val ни 1 ни 2
  // default опционален
  break;
}

// Оператор break очень важен, позволяет выйти из switch
// Можно использовать так:
switch (val) {
case 1:
case 2:
case 3:
case 4:
  // выполнить, если val == 1, 2, 3 или 4
  break;
case 5:
  // выполнить, если val == 5
  break;
}
```

Циклы

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/loops/

// === for ===
for (int i = 0; i < 10; i++) {
  Serial.println(i);    // вывод в порт 0, 1.. 9
}

// === while ===
while (a < b) {
  // выполняется, пока a меньше b
}

// === do while ===
// Отличается от while тем, что выполнится хотя бы один раз
do {
  // выполняется, пока a меньше b
} while (a < b);

// === Дополнительно ===
continue;   // перейти к след. итерации цикла
break;      // выйти из цикла
```

Математика, вычисления

```
// полный урок тут: https://alexgyver.ru/lessons/compute/

+ , - , * , / , % ;             // сложить, вычесть, умножить, разделить, остаток от
деления
a = b + c / d;

++ , -- , += , -= , *= , /= ;   // прибавить 1, вычесть 1, прибавить, вычесть,
умножить, разделить
a++;        // ~ a = a + 1;
a /= 10;    // ~ a = a / 10;

// === БОЛЬШИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ===
// ВАЖНО! Для арифметических вычислений по умолчанию используется ячейка long (4 байта)
// но при умножении и делении используется int (2 байта)
// Если при умножении чисел результат превышает 32’768, он будет посчитан некорректно.
// Для исправления ситуации нужно писать (long) перед умножением, что заставит МК
выделить дополнительную память
long val;
val = 2000000000 + 6000000;         // посчитает корректно (т.к. сложение)
val = 25 * 1000;                    // посчитает корректно (умножение, меньше 32'768)
val = 35 * 1000;                    // посчитает НЕКОРРЕКТНО! (умножение, больше
32'768)
val = (long)35 * 1000;              // посчитает корректно (выделяем память (long) )
val = 1000 + 35 * 10 * 100;         // посчитает НЕКОРРЕКТНО! (в умножении больше
32'768)
val = 1000 + 35 * 10 * 100L;        // посчитает корректно! (модификатор L)
val = (long)35 * 1000 + 35 * 1000;  // посчитает НЕКОРРЕКТНО! Второе умножение всё
портит
val = (long)35 * 1000 + (long)35 * 1000;  // посчитает корректно (выделяем память
(long) )

// === ВЫЧИСЛЕНИЯ FLOAT ===
// если при вычислении двух целочисленных нужен дробный результат - пишем (float)
float val;
val = 100 / 3;          // посчитает НЕПРАВИЛЬНО (результат 3.0)
val = (float)100 / 3;   // посчитает правильно (указываем (float))
val = 100.0 / 3;        // посчитает правильно (есть число float)

// при присваивании float числа целочисленному типу данных дробная часть отсекается
```



```
int val;
val = 3.25;         // val принимает 3
val = 3.92;         // val принимает 3
val = round(3.25);  // val принимает 3
val = round(3.92);  // val принимает 4

// === МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ===
// Ограничить диапазон числа val между low и high
val = constrain(val, low, high);

// Перевести диапазон числа val (от inMin до inMax) в новый диапазон (от outMin до
outMax)
val = map(val, inMin, inMax, outMin, outMax);

min(a, b);     // Возвращает меньшее из чисел a и b
max(a, b);     // Возвращает большее из чисел
abs(x);        // Модуль числа
round(x);      // Математическое округление
radians(deg); // Перевод градусов в радианы
degrees(rad); // Перевод радиан в градусы
sq(x);         // Квадрат числа
cos(x)         // Косинус (радианы)
sin(x)         // Синус (радианы)
tan(x)         // Тангенс (радианы)
fabs(x)        // Модуль для float чисел
fmod(x, y)     // Остаток деления x на y для float
sqrt(x)        // Корень квадратный
sqrtf(x)       // Корень квадратный для float чисел
cbrt(x)        // Кубический корень
hypot(x, y)    // Гипотенуза ( корень(x*x + y*y) )
square(x)      // Квадрат ( x*x )
floor(x)       // Округление до целого вниз
ceil(x)        // Округление до целого вверх
exp(x)         // Экспонента (e^x)
cosh(x)        // Косинус гиперболический (радианы)
sinh(x)        // Синус гиперболический (радианы)
tanh(x)        // Тангенс гиперболический (радианы)
acos(x)        // Арккосинус (радианы)
asin(x)        // Арксинус (радианы)
atan(x)        // Арктангенс (радианы)
atan2(y, x)    // Арктангенс (y / x) (позволяет найти квадрант, в котором находится
точка)
log(x)         // Натуральный логарифм x ( ln(x) )
log10(x)       // Десятичный логарифм x ( log_10 x)
pow(x, y)      // Степень ( x^y )
fma(x, y, z)   // Возвращает x*y + z
fmax(x, y)     // Возвращает большее из чисел
fmin(x, y)     // Возвращает меньшее из чисел
trunc(x)       // Возвращает целую часть числа с дробной точкой
round(x)       // Математическое округление


// === КОНСТАНТЫ ===
F_CPU          // частота тактирования в Гц (16000000 для 16 МГц)
INT8_MAX       // 127 Максимальное значение для char, int8_t
UINT8_MAX      // 255 Максимальное значение для byte, uint8_t
INT16_MAX      // 32767 Максимальное значение для int, int16_t
UINT16_MAX     // 65535 Максимальное значение для unsigned int, uint16_t
INT32_MAX      // 2147483647  Максимальное значение для long, int32_t
UINT32_MAX     // 4294967295  Максимальное значение для unsigned long, uint32_t
M_E            // 2.718281828 Число e
M_LOG2E        // 1.442695041 log_2 e
M_LOG10E       // 0.434294482 log_10 e
M_LN2          // 0.693147181 log_e 2
M_LN10         // 2.302585093 log_e 10
```