ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.
СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ, ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ, ВВОД/ВЫВОД

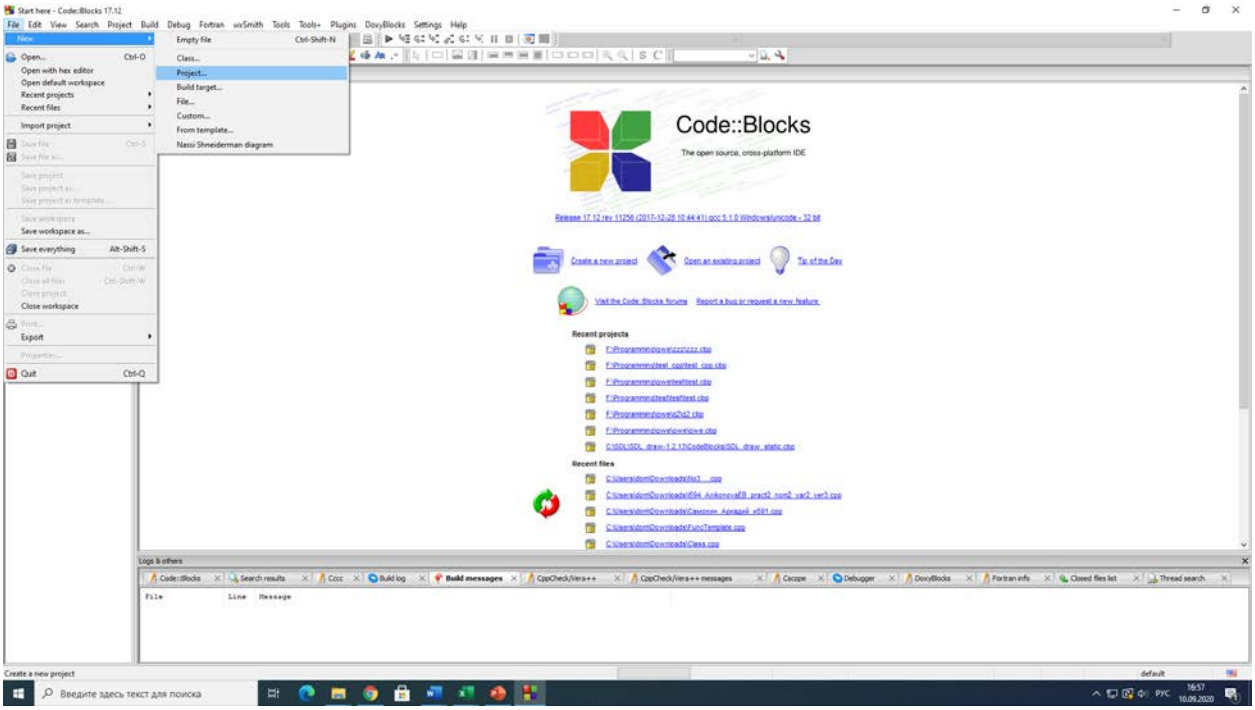
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. Форма проведения – групповая работа в компьютерном классе. Отрабатываемые вопросы:

- организация работы в кафедральной компьютерной сети или компьютерной сети вычислительного центра (ВЦ), знакомство с интегрированной средой разработки Code::Blocks, создание проекта, написание простейшей программы («Hello, world!») на языке Си;
- написание простой программы на языке Си с использованием данных типов int и double, арифметических операций и операций присваивания, функций форматного ввода и вывода;
- ввод и вывод данных в разных форматах;
- разбор часто встречающихся ошибок при написании форматных строк;
- простые типы данных языка Си: предельные значения, точность представления;
- анализ ситуаций, приводящих к выходу за границы типа;
- правила неявного преобразования типа;
- анализ результатов работы программы при обработке данных одного типа и в комбинациях, использование явного и неявного преобразования типов;
- анализ проблем, возникающих при использовании данных вещественных типов, и методов их решения;
- разбор и построение сложных выражений с использованием явного и неявного приведения типов, множественного присваивания, префиксной и постфиксной форм записи операций инкремента и декремента.

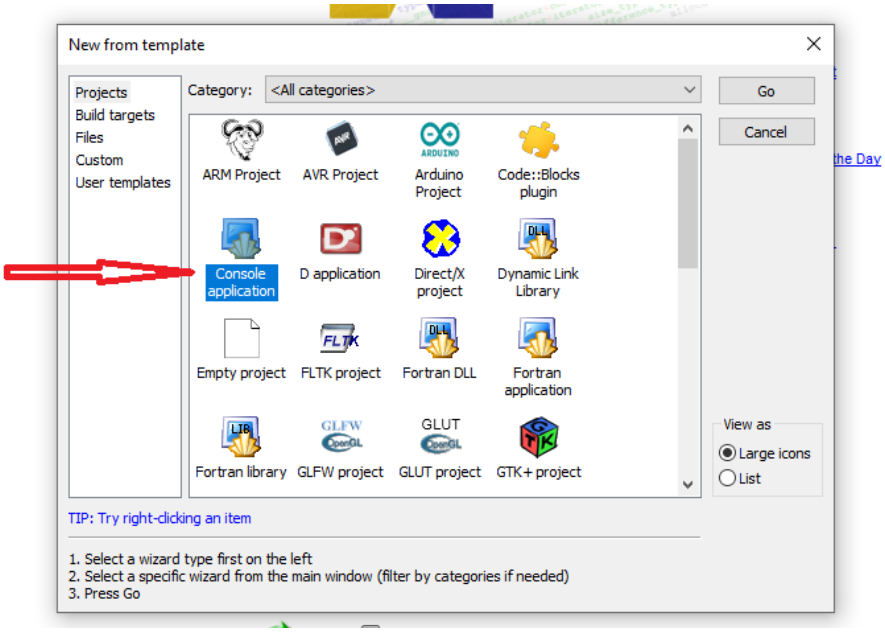
Задание 0.

Создайте новую папку, дайте ей имя по номеру группы, по желанию можно добавить фамилию. При задании имени во избежание возможных проблем НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ РУССКИЕ БУКВЫ. В этой папке Вы будете сохранять все создаваемые файлы.

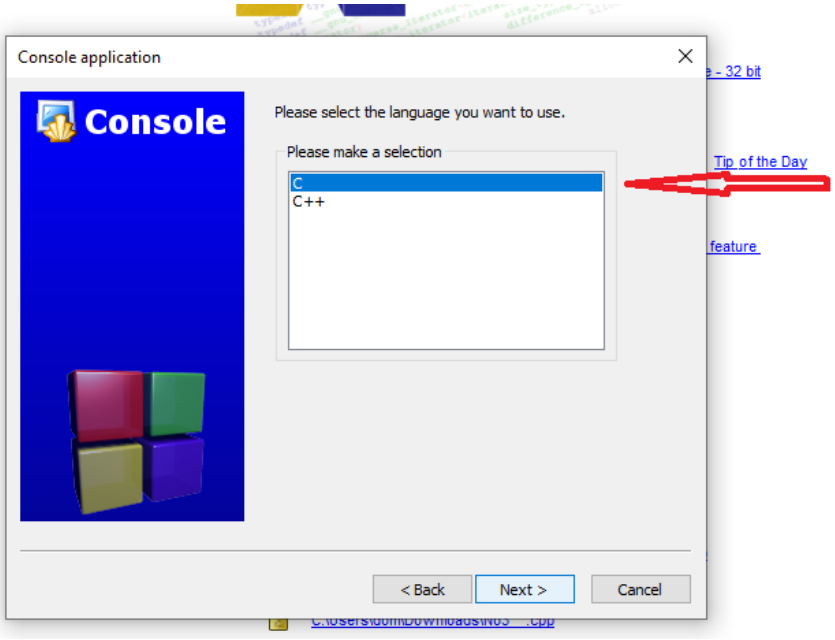
Запустите Code::Blocks и создайте новый проект:



В появившемся окне выберите *Console application*:



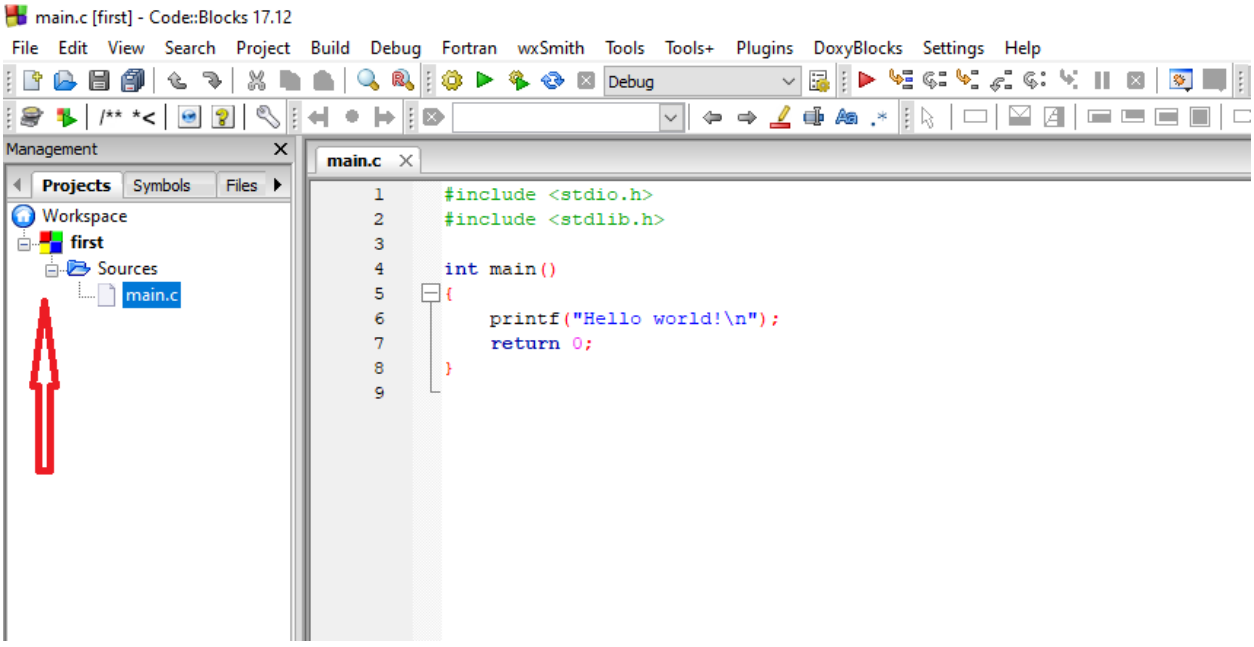
В окне выбора языка программирования выберите C



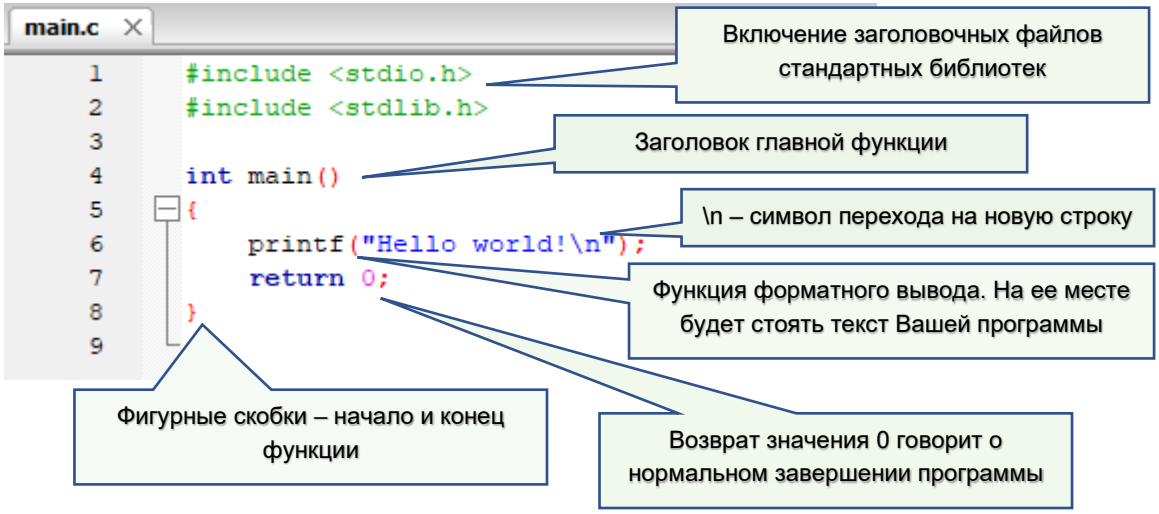
В следующем окне задайте имя проекта ЛАТИНСКИМИ буквами (это важно, Code::Blocks не «дружит» с кириллицей, могут возникнуть трудно интерпретируемые ошибки) и укажите путь к созданной Вами папке.

В следующем окне (выбор компилятора) ничего менять не надо, жмите кнопку *Finish*.

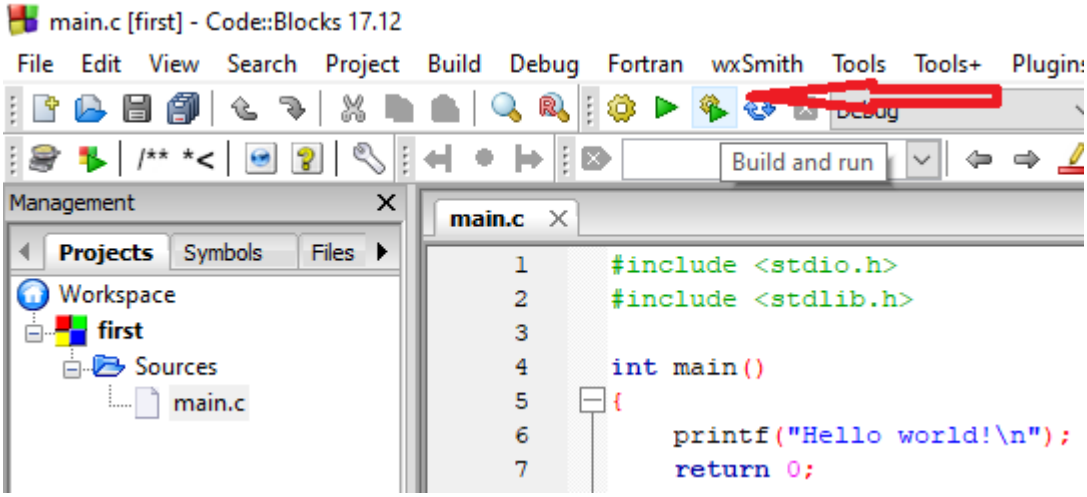
Проект создан и активирован. Разверните список источников, и откройте файл *main.c*



Рассмотрите структуру файла:



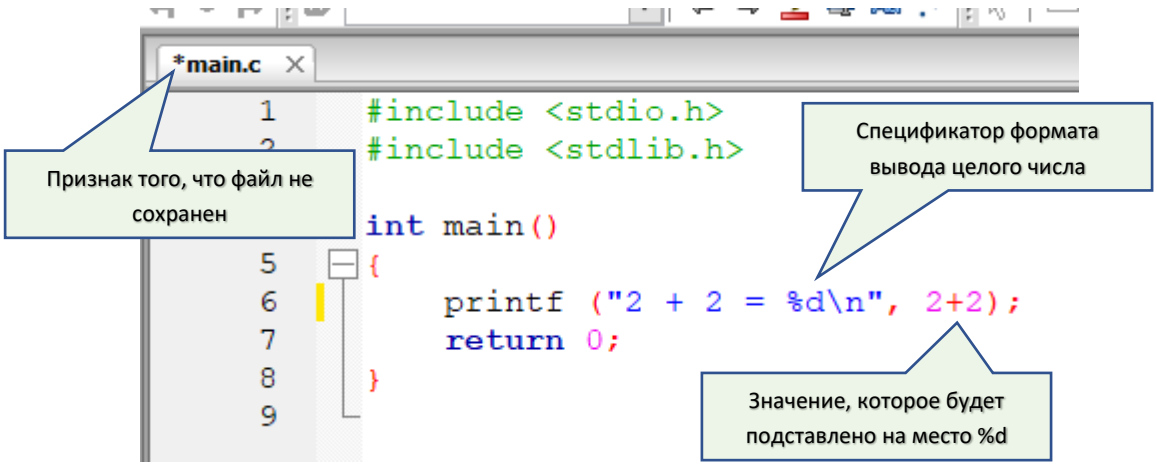
Запустите программу на исполнение, выбрав кнопку «Build and run» на панели инструментов:



Убедились, что программа работает. Внесите в программу изменения, чтобы она выводила сумму 2+2, для этого замените строку вывода на такую:

```
printf ("2 + 2 = %d\n", 2+2);
```

Должно получиться так:



Запустите программу, посмотрите, что получилось.

Задание 1.

Находить только сумму 2+2 не интересно. Напишем программу, которая будет находить сумму любых двух целых чисел, введенных с клавиатуры.

Для начала проанализируем, какие в нашей программе входные и выходные данные и как их можно запрограммировать. Входные – слагаемые, два целых числа. Выходное данное – сумма, тоже целое число. Все данные программа берет из оперативной памяти, в которой они размещаются в переменных. *Переменная* – это область памяти, которая имеет имя, тип и значение. Назовем первое слагаемое ***a***, второе – ***b***, а сумму – ***s***. Поскольку все данные у нас целочисленные, то пусть наши переменные будут иметь стандартный целый тип *int*. Запишем результаты анализа в отчет.

Значения переменных ***a*** и ***b*** будет задавать пользователь, вводя их с клавиатуры, а значение переменной ***s*** должно быть вычислено в программе как сумма значений ***a*** и ***b***. Все переменные в программе на языке Си должны быть предварительно объявлены. Объявление наших переменных выглядит так:

```
int a, b, s;
```

Теперь прикинем, что должно получиться и построим небольшую таблицу тестирования:

Входные данные	**Ожидаемый результат**	**Результат работы программы**
a = 2, b = 2	4	
a = 2000, b = -2000	0	
a = 2000000000, b = 2000000000	4000000000	

Таблицу сразу включаем в отчет.

Запишем последовательность действий, которую должна будет выполнить программа – алгоритм:

1. ввести значения a и b;
2. вычислить s = a + b ;
3. вывести значение s на экран.

На языке Си этот алгоритм записывается так:

```
scanf ("%d", &a);
scanf ("%d", &b);
s = a + b;
printf ("%d + %d = %d\n", a, b, s);
```

%d – спецификатор формата ввода, означает, что вводится целое
& - операция получения адреса

Для того, чтобы пользователь догадался, что от него требуется, перед каждым вызовом функции *scanf()* нужно вывести какую-нибудь подсказку. Готовая программа будет выглядеть так:

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main()
{
    int a, b, s;          /* объявление переменных */
    printf ("a = ");      /* печать сообщения */
    scanf ("%d", &a);     /* ввод с клавиатуры целого числа и запись его в переменную a */
    printf ("b = ");      /* печать следующего сообщения */
    scanf ("%d", &b);     /* ввод с клавиатуры целого числа и запись его в переменную b */
    s = a + b;            /* вычисление суммы и запись ее в переменную s */
    printf ("%d + %d = %d\n", a, b, s); /* вывод результата в формате число + число = число */
    return 0;
}
```

Запустите программу, введите значения, записанные в первой графе таблицы, получите результат и запишите в третью графу. Сделайте выводы. Все действия фиксируйте в отчете.

Такая последовательность решения задач: анализ входных и выходных данных, подготовка тестовых наборов, составление алгоритма, запись программы, тестирование программы, выводы и фиксация всех действий в отчете – должна постоянно использоваться при выполнении индивидуальных практических заданий (и в дальнейшем тоже 😊).

Задание 2.

Используя этот алгоритм, напишите программу деления одного целого числа на другое. При подготовке тестового набора включите в него пару чисел, в которой делимое делится на делитель без остатка, пары, в которых делимое нацело на делитель без остатка не делится (в одной паре делимое больше делителя, в другой - меньше), и пару, в которой делитель равен нулю. Протестируйте написанную программу, сделайте выводы.

Задание 3.

Измените тип переменных на *double* (стандартный вещественный тип). В функциях *scanf()* и *printf()* поменяйте спецификаторы формата на *%lf*. Должно получиться примерно так:

main.c

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main()
{
    double a, b, res;         /* объявление переменных */
    printf ("a = ");      /* печать сообщения */
    scanf ("%lf", &a);    /* ввод с клавиатуры вещественного числа и запись его в переменную a */
    printf ("b = ");      /* печать следующего сообщения */
    scanf ("%lf", &b);    /* ввод с клавиатуры вещественного числа и запись его в переменную b */
    res = a / b;           /* вычисление частного и запись ее в переменную res */
    printf ("%lf / %lf = %lf\n", a, b, res); /* вывод результата в формате число / число = число */
    return 0;
}
```

Протестируйте программу на тех же тестовых наборах, что и в предыдущем задании. Сделайте выводы.

Поменяйте формат вывода чисел, изменив количество знаков, выводимых после точки. Для этого в спецификаторе *%lf* между *%* и *l* поставьте точку и запишите требуемое число знаков, например, *%.2lf*. Если указать после точки *0* или не записывать число вовсе (*%.lf*), то точка и дробная часть выведены не будут. Обратите внимание на округление чисел. Сделайте выводы.

Задание 4.

Измените тип делимого и делителя обратно на int, результат оставьте типа double. Не забудьте поменять спецификатор формата в функции *scanf()* на *%d*. Протестируйте программу на тех же тестовых наборах, что и в задании 3. Сделайте выводы.

Внесите изменение в инструкцию вычисления результата – запишите (double) перед делимым:

```
res = (double) a / b;
```

Протестируйте программу, сделайте выводы.

Задание 5.

С помощью преподавателя или самостоятельно сделайте несколько ошибок при вызове функций scanf() и printf(). Важно! Каждый раз делайте только ОДНУ ошибку, запускайте программу, анализируйте результат, записывайте его, после чего возвращайете правильную запись. Наиболее распространенные ошибки:

- отсутствие & перед именем переменной в scanf();
- наличие & перед именем переменной в printf() при выводе значения переменной;
- тип спецификатора формата не совпадает с типом переменной;
- количество спецификаторов формата не совпадает с количеством вводимых или выводимых значений.

Задание 6а.

Повторите сведения о кодировании целых чисел.

Целые беззнаковые числа представляются в компьютере *прямым кодом* – своим двоичным представлением, дополненным в старших разрядах нулями до размера разрядной сетки.

Дополнительный код (англ. two’s complement, иногда twos-complement) — наиболее распространённый способ представления *отрицательных целых* чисел в компьютерах. Он позволяет заменить операцию вычитания на операцию сложения и сделать операции сложения и вычитания одинаковыми для знаковых и беззнаковых чисел, чем упрощает архитектуру ЭВМ.

Дополнительный код для отрицательного числа можно получить инвертированием его двоичного модуля и прибавлением к инверсии единицы или вычитанием числа из нуля.

При записи числа в дополнительном коде старший разряд является знаковым. Если его значение равно 0, то в остальных разрядах записано положительное двоичное число, совпадающее с прямым кодом.

Двоичное 8-разрядное число со знаком в дополнительном коде может представлять любое целое в диапазоне от −128 до +127. Если старший разряд равен нулю, то наибольшее целое число, которое может быть записано в оставшихся 7 разрядах, равно 2^7-1=127.

Примеры:

Десятичное представление	**Двоичное представление (8 бит)**		
	прямой	**обратный**	**дополнительный**
127	0111 1111	0111 1111	0111 1111
1	0000 0001	0000 0001	0000 0001
0	0000 0000	0000 0000	0000 0000
-0	1000 0000	1111 1111	
-1	1000 0001	1111 1110	1111 1111
-2	1000 0010	1111 1101	1111 1110
-3	1000 0011	1111 1100	1111 1101
-4	1000 0100	1111 1011	1111 1100
-5	1000 0101	1111 1010	1111 1011
-6	1000 0110	1111 1001	1111 1010
-7	1000 0111	1111 1000	1111 1001
-8	1000 1000	1111 0111	1111 1000
-9	1000 1001	1111 0110	1111 0111
-10	1000 1010	1111 0101	1111 0110
-11	1000 1011	1111 0100	1111 0101
-127	1111 1111	1000 0000	1000 0001
-128	---	---	1000 0000

Задание 6б.

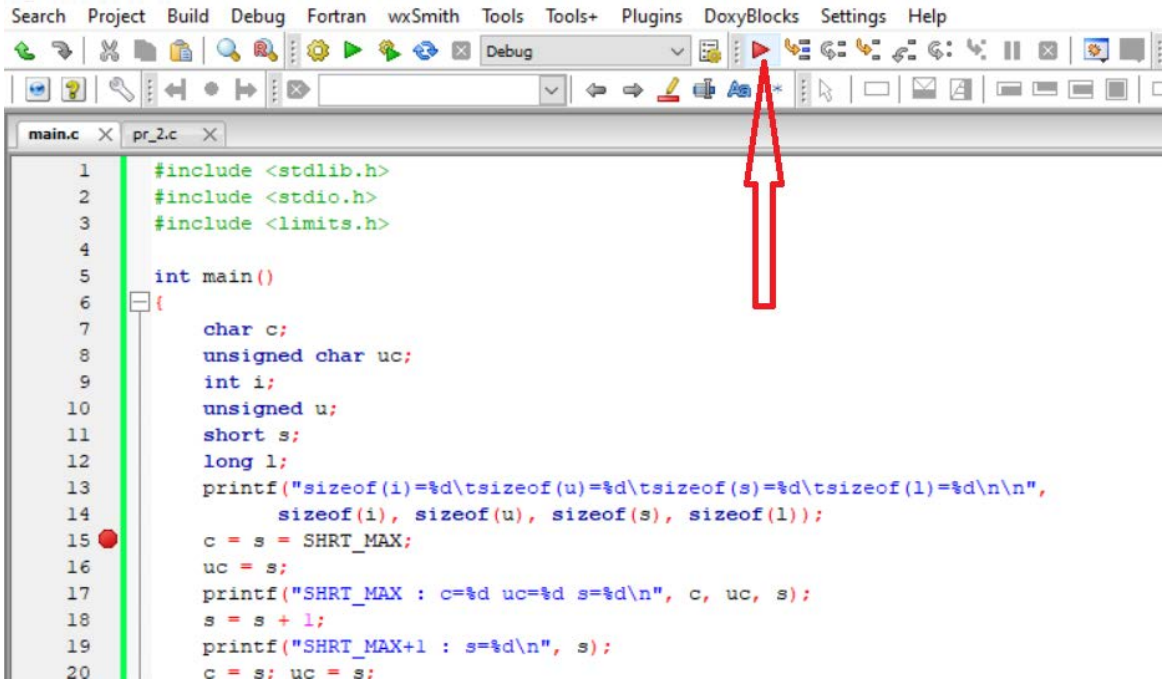
Познакомьтесь с типами данных *char* и *unsigned char*.

Создайте новый проект, скопируйте в файл *main.c* содержимое файла *pr_1.c*. Запустите программу, расположите окно программы таким образом, чтобы видеть и текст программы, и результаты ее работы. С помощью преподавателя проанализируйте работу программы, запишите в комментариях, как вычисляются значения.

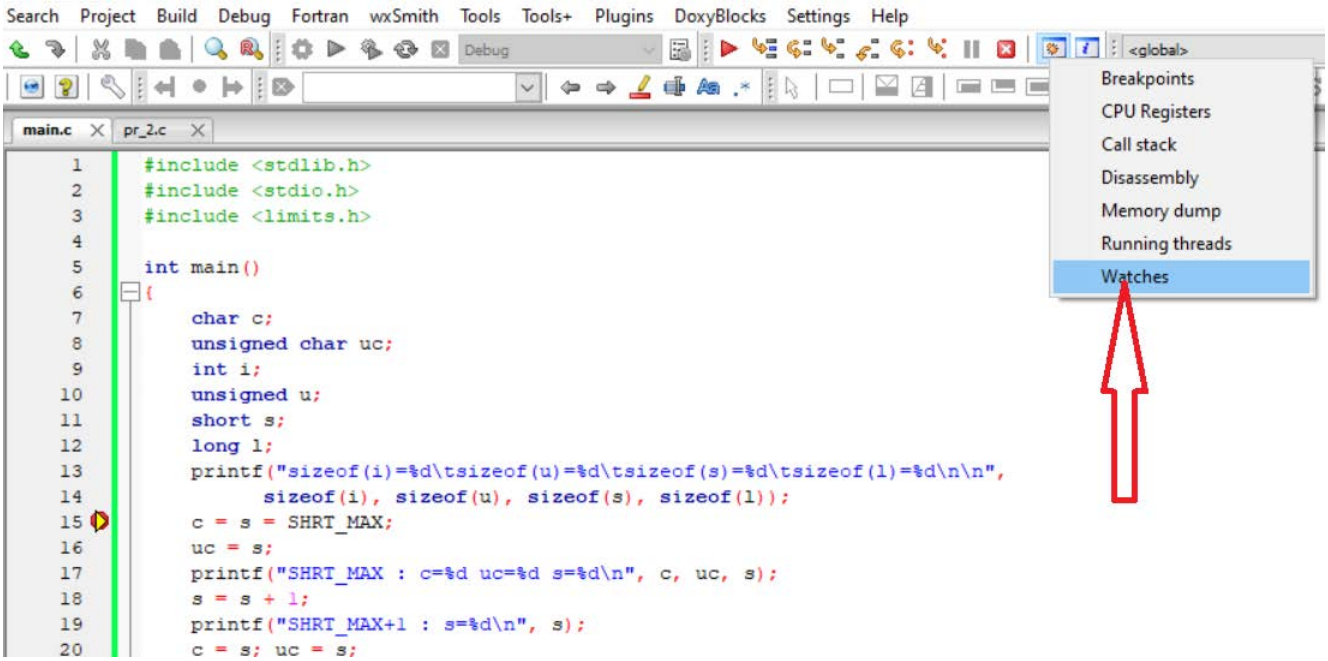
Задание 7.

Познакомьтесь с типами данных *int, short int, long int* и *unsigned int*.

Создайте новый проект, скопируйте в файл *main.c* содержимое файла *pr_2.c*. Поставьте точку останова программы на 15-й строке, щелкнув мышкой справа от номера строки. Запустите программу в режиме отладки, нажав клавишу F8 или красную стрелку на панели инструментов:



Откройте окно «Watches» для наблюдения за значениями переменных в процессе работы программы:



Подберите размер окна «Watches» таким образом, чтобы видеть значения переменных. Расположите окна таким образом, чтобы видеть и текст программы, и окно «Watches», и результаты работы программы. Нажимая F7 или кнопку перехода к следующей строке на панели инструментов 

просмотрите программу в пошаговом режиме. С помощью преподавателя проанализируйте работу программы, запишите в комментариях, как вычисляются значения.

Задание 8а.

Повторите сведения о кодировании вещественных чисел.

В компьютерной технике вещественными называются числа, имеющие дробную часть. Вещественные числа обычно представляются в виде чисел с плавающей запятой. Числа с плавающей запятой – один из возможных способов представления действительных чисел, который является компромиссом между точностью и диапазоном принимаемых значений, его можно считать аналогом экспоненциальной записи чисел, но только в памяти компьютера.

Число с плавающей запятой состоит из набора отдельных двоичных разрядов, условно разделенных на так называемые знак (англ. sign), порядок (англ. exponent) и мантиссу (англ. mantis). В наиболее распространённом формате (стандарт IEEE 754) число с плавающей запятой представляется в виде набора битов, часть из которых кодирует собой мантиссу числа, другая часть – показатель степени, и ещё один бит используется для указания знака числа (0 – если число положительное, 1 – если число отрицательное). Порядок и мантисса – целые числа, которые вместе со знаком дают представление числа с плавающей запятой в следующем виде:

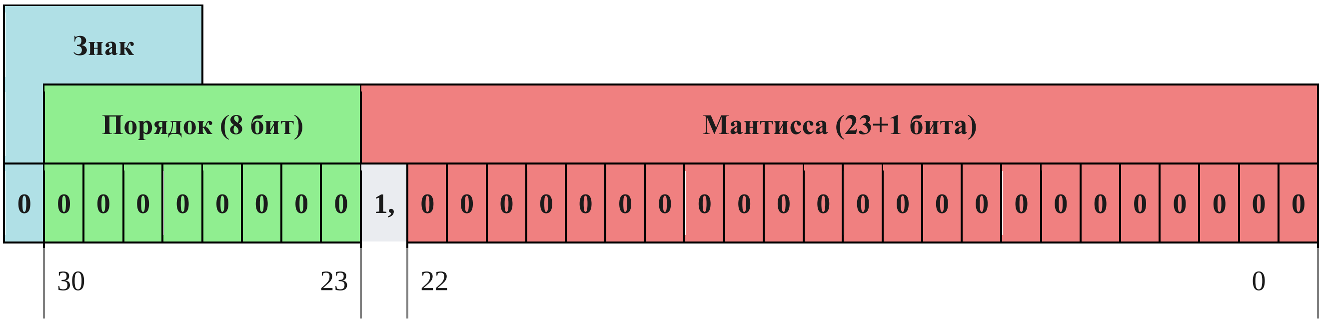
$$(-1)^S \times M \times B^E,$$

где S – знак, B – основание системы счисления, E – порядок, а M – мантисса.

Порядок записывается как целое число в коде со сдвигом, а мантисса – в нормализованном виде, своей дробной частью в двоичной системе счисления. Порядок также иногда называют экспонентой или просто показателем степени. При этом лишь некоторые из вещественных чисел могут быть представлены в памяти компьютера точным значением, в то время как остальные числа представляются приближёнными значениями.

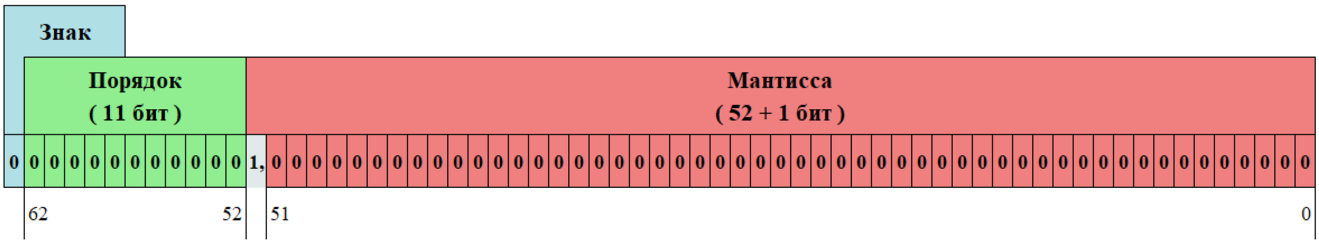
Для записи числа используется *нормализованная форма* записи (англ. normalized), в которой мантисса десятичного числа принимает значения от 1 (включительно) до 10 (не включительно), а мантисса двоичного числа принимает значения от 1 (включительно) до 2 (не включительно). То есть в мантиссе слева от запятой до применения порядка находится ровно один знак. В такой форме любое число (кроме 0) записывается единственным образом. Ноль же представить таким образом невозможно, поэтому стандарт предусматривает специальную последовательность битов для задания числа 0 (а заодно и некоторых других полезных чисел, таких как $-\infty$ и $+\infty$). Так как старший двоичный разряд (целая часть) мантиссы вещественного числа в нормализованном виде всегда равен «1», то его не хранят, экономя таким образом один бит, т.е. имеет место так называемый скрытый разряд. Однако при аппаратном выполнении операций этот разряд автоматически восстанавливается и учитывается. Порядок числа также учитывает скрытый старший разряд мантиссы.

Число одинарной точности (Single precision, ***float***) – компьютерный формат представления чисел, занимающий в памяти 32 бита (или 4 байта). Используется для работы с вещественными числами везде, где не нужна очень высокая точность.



Порядок записан со сдвигом 127.

Число двойной точности (Double precision, ***double***) – компьютерный формат представления чисел, занимающий в памяти 64 бита (или 8 байт).



Порядок записан со сдвигом 1023.

<u>Задание 8б.</u>

Познакомьтесь с типами данных *float* и *double*.

Создайте новый проект, скопируйте в файл *main.c* содержимое файла *pr_3.c*. Поставьте точку останова программы на 10-й строке, щелкнув мышкой справа от номера строки. Запустите программу в режиме отладки, нажав клавишу F8 или красную стрелку на панели инструментов. Откройте окно «Watches» для наблюдения за значениями переменных в процессе работы программы. Расположите окна таким образом, чтобы видеть и текст программы, и окно «Watches», и результаты работы программы. Нажимая F7 или кнопку перехода к следующей строке на панели инструментов, просмотрите программу в пошаговом режиме. С помощью преподавателя проанализируйте работу программы, запишите выводы в комментариях.

<u>Задание 9.</u>

Создайте новый проект, скопируйте в файл *main.c* содержимое файла *pr_4.c*. Запустите программу. Проанализируйте значения переменных после каждой операции присваивания. Сохраните скриншот. Найдите выражения, в которых изменяются значения двух и более переменных, закомментируйте их и запишите последовательность выражений, выполняющих ту же последовательность действий, в каждом из которых будет изменяться значение только одной переменной. Например, в выражении

```
z *= x++ - ++y
```

изменяются значения трех переменных. Забираете его в комментарий и пишете три отдельных инструкции, выполняющие те же действия в том же порядке:

```
/* z *= x++ - ++y; */
++y;
z *= x – y;
++x;
```

Как вариант

```
/* z = x++ - ++y; */
y = y + 1;
z = z * ( x – y );
x = x + 1;
```

Результат выполнения измененной программы должен полностью совпасть с результатом выполнения оригинала.

Задание 10.

Напишите программу для вычисления значений следующих выражений:

```
a=5, c=5
a=a+b-2
c=c+1, d=c-a+d
a=a*c, c=c-1
a=a/10, c=c/2, b=b-1, d=d*(c+b+a)
```

Выражения, записанные в одной строке, записывайте одним оператором-выражением, не содержащим запятой. Используйте расширенные операции присваивания, операции инкремента и декремента. Переменные *c* и *d* объявите как целые, переменные *a* и *b* – как вещественные. Значения переменных *b* и *d* вводите с клавиатуры. После вычисления каждого выражения выводите на экран значения всех переменных.

Перед написанием программы не забудьте подготовить тестовые наборы и вычислить ожидаемые результаты.