

Лабораторная работа 1.

Условный оператор. Логические операции.

Часть 0. Пошаговые задачи.

Задача 1. «Диапазон X: почему $0 \leq x \leq 10$ в C++ не работает?».

1. Запустите «наивный» фрагмент и проверьте 5 входов: $x = -1, 0, 5, 10, 11$

```
cpp

int x; std::cin >> x;
if (0 <= x <= 10) std::cout << "IN\n"; else std::cout << "OUT\n";
```

2. Зафиксируйте неожиданные результаты и попытайтесь объяснить.
3. Вставьте диагностические принты:

```
cpp

bool left = (0 <= x); int left_as_int = left;
std::cout << left << " " << left_as_int << "\n";
```

4. Исправьте на «правильные» формы и сравните:

- `if (x >= 0 && x <= 10)`
- `bool inRange = (unsigned)x <= 10;`

Задача 2.

Цель. Научиться диагностировать «странное» поведение условий, понять приоритет `&&/||`, расставлять скобки и правильно упорядочивать ветви `if / else if`.

1. Запустите программу ниже без правок.
2. Зафиксируйте вывод для входов:
(1,2), (2,1), (1,-1), (-3,5), (0,7), (0,0), (-4,-1).
3. Поставьте «зонды»: распечатайте значения подвыражений (пример в подсказке). Найдите, где ломается логика и почему.
4. Исправьте:
 - расставьте **скобки** в сложных выражениях;
 - исправьте **порядок ветвлений** для нулей/знаков;
 - поправьте условие для «противоположных знаков».
5. Повторите тесты и предложите короткое объяснение, что было не так и как починили.

```

#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    int m, n;
    cout << "Enter m and n: ";
    cin >> m >> n;

    // --- Классификация по нулям (ошибка в логике и порядке) ---
    if (m == 0 || n == 0)
        cout << "both zero\n"; // BUG: срабатывает даже когда только один ноль
    else if (m == 0 && n == 0)
        cout << "at least one is zero\n"; // BUG: перепутаны сообщения и порядок

    // --- Знаки (ошибка логики и приоритета &&/||) ---
    if (m < 0 && n < 0 || m > 0 && n > 0)
        cout << "opposite signs\n"; // BUG: условие реально про ОДИНАКОВЫЕ знаки
    else
        cout << "same sign\n";

    // --- Сложное условие без скобок (ошибка приоритета) ---
    if (m > 0 && n < -1 || n > 1)
        cout << "m positive and n outside [-1,1]\n";
    else
        cout << "otherwise\n";

    return 0;
}

```

Подсказка: «зонды» для диагностики

Добавьте временные печати, чтобы увидеть, как считаются части условия:

```

cpp

cout << "(m==0)=" << (m==0) << " (n==0)=" << (n==0) << "\n";
cout << "sameSignsLeft=" << (m < 0 && n < 0)
    << " sameSignsRight=" << (m > 0 && n > 0) << "\n";
cout << "rawCond=" << (m < 0 && n < 0 || m > 0 && n > 0) << "\n";
cout << "rangeCond=" << (m > 0 && n < -1 || n > 1) << "\n";

```

Часть 1.

Выполните следующие задачи по ссылке:

<https://informatics.msk.ru/mod/statements/view.php?id=78407#1>

Часть 2.

Задача 1. Задание. Шахматы: бьёт/не бьёт

Цель: потренировать логические выражения и ветвления на простых геометрических правилах хода фигур.

Предположение: доска пустая, других фигур между клетками нет. «Бьёт» = может попасть на клетку за один ход.

Что сделать:

1. Реализовать функции

```

bool canRook (int x1, int y1, int x2, int y2);
bool canBishop(int x1, int y1, int x2, int y2);
bool canQueen (int x1, int y1, int x2, int y2);
bool canKnight(int x1, int y1, int x2, int y2);

```

2. Написать `main()`, который читает: `<piece> <x1> <y1> <x2> <y2>`, где:
piece ∈ {rook, bishop, queen, knight} (без учета регистра),
координаты целые в диапазоне 1..8.
3. Выводить YES если фигура бьёт клетку, иначе NO.
4. Если вход некорректный (неизвестная фигура или координаты вне 1..8) — вывести:
ERROR: unknown piece или
ERROR: invalid coordinate

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <cctype>
#include <cmath>

// (опционально) using namespace std;

bool inBoard(int x, int y) {
    // TODO: вернуть true, если 1 <= x,y <= 8
    return false;
}

bool canRook(int x1, int y1, int x2, int y2) {
    // TODO: ладья — общий x или общий y; старт != финиш
    return false;
}

bool canBishop(int x1, int y1, int x2, int y2) {
    // TODO: слон — |dx| == |dy|; старт != финиш
    return false;
}

bool canQueen(int x1, int y1, int x2, int y2) {
    // TODO: ферзь — как ладья ИЛИ как слон (можно вызывать canRook/canBishop)
    return false;
}

bool canKnight(int x1, int y1, int x2, int y2) {
    // TODO: конь — (1,2) или (2,1)
    return false;
}

int main() {
    std::ios::sync_with_stdio(false);
    std::cin.tie(nullptr);

    std::string piece;
    int x1, y1, x2, y2;

    // TODO: считать piece, x1, y1, x2, y2; нормализовать регистр piece в нижний
    // TODO: проверить координаты через inBoard; при ошибке вывести "ERROR: invalid coordinate"
    // TODO: по значению piece вызвать соответствующую функцию; иначе "ERROR: unknown piece"
    // TODO: вывести "YES"/"NO"

    return 0;
}
```

Задача 2. Общие правила для всех вариантов

- Используйте именованные константы, никаких «магических чисел», напр.: `const double EPS = 1e-9;`.
- Для вещественных сравнений применяйте допуск: `fabs(a - b) <= EPS`.
- В задачах IN/ON/OUT проверяйте **сначала** ON (границы), затем IN, иначе OUT.
- Если задание требует числового вывода — форматируйте: `fixed + setprecision(3)`.
- К каждому из 4 заданий варианта добавьте минимум **3 граничных теста** и краткое пояснение.

Вариант 1

А. Есть ли пара равных среди четырёх

Ввод: четыре целых A B C D. Выведите YES, если есть хотя бы одна пара равных чисел, иначе NO.

В. Верхняя половина круга

Ввод: x y R . Классифицируйте точку относительно области $y \geq 0$ и $x^2 + y^2 \leq R^2$: IN/ON/OUT (с EPS).

С. Прямоугольный треугольник

Ввод: положительные A B C. Если треугольник не существует — NO TRIANGLE. Если существует и прямоугольный — RIGHT (можно указать гипотенузу), иначе NOT RIGHT.

Д. Подобие треугольников

Ввод: A B C и D E F (положительные). Если какой-либо не существует — NO TRIANGLE. Иначе проверьте подобие: равенство **отсортированных** отношений с допуском EPS. Выведите SIMILAR/NOT SIMILAR.

Вариант 2

А. Максимальное нечётное среди шести

Ввод: шесть целых. Если есть нечётные — выведите **максимальное нечётное**, иначе NO.

В. Круг \cap полуплоскость $y \geq L$

Ввод: x y R L . Классифицируйте IN/ON/OUT для пересечения круга радиуса R и полуплоскости $y \geq L$.

С. Взаимное положение двух кругов

Ввод: R_1 X_1 Y_1 R_2 X_2 Y_2 . Выведите одно: CONCENTRIC, INSIDE, TANGENT-IN, INTERSECT, TANGENT-OUT, SEPARATE (с EPS).

Д. Толстая горизонтальная полоса

Ввод: x y . Константы объявите в коде: $YTOP$, $YBOT$. Классифицируйте IN/ON/OUT для $YBOT \leq y \leq YTOP$.

Вариант 3

А. Можно ли выбрать три из четырёх и составить треугольник

Ввод: A B C D (положительные). Выведите YES, если существует какая-либо тройка, удовлетворяющая неравенствам треугольника; иначе NO.

В. Круг U правая полуплоскость $x \geq A$

Ввод: x y R A . Верните IN, если точка в круге **или** $x \geq A$; ON — на окружности или на $x = A$ (вне круга); иначе OUT.

С. «Кирпич в отверстие» (осевая упрощённая)

Ввод: A B C (границы кирпича), D E (отверстие). Разрешён поворот **только в плоскости отверстия**. Кирпич проходит, если существует пара из $\{(A,B), (A,C), (B,C)\}$, которая после сортировки не превышает отсортированное (D,E) (учитывая EPS). Выведите YES/NO.

Д. Полоса по Y и круг (пересечение)

Ввод: x y H R . Область: $|y| \leq H$ и $x^2 + y^2 \leq R^2$. Верните IN/ON/OUT.

Вариант 4

А. Квадранты для двух точек

Ввод: (x_1, y_1) (x_2, y_2) . Для каждой точки выведите I/II/III/IV/AXIS, затем SAME/DIFFERENT (один квадрант или нет; AXIS — отдельная категория).

В. Кольцо $R_{in} \leq \sqrt{(x^2+y^2)} \leq R_{out}$

Ввод: x y R_{in} R_{out} . Если $R_{in} > R_{out} \rightarrow$ ERROR, иначе IN/ON/OUT.

С. Квадранты (расширенная версия)

Ввод: те же две точки. Повторите классификацию I/II/III/IV/AXIS, затем SAME/DIFF. (Проверьте все ветки на осях.)

Д. Вертикальная полоса и нижняя полуокружность (разность)

Ввод: x y X_0 R . Область: $x \geq X_0$ и одновременно $y \geq -\sqrt{(R^2 - x^2)}$ (когда подкоренное ≥ 0). На границах ($x = X_0$ или на дуге) — ON; иначе IN/OUT.

Вариант 5

А. Максимальное нечётное среди шести — как в B2-A.

В. Осевой прямоугольник

Ввод: x y x_1 y_1 x_2 y_2 , ожидается $x_1 \leq x_2$, $y_1 \leq y_2$. При нарушении — ERROR. Иначе IN/ON/OUT для $[x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$.

С. Прямоугольный треугольник — как в B1-C.

Д. Толстая горизонтальная полоса — как в B2-D.

Вариант 6

A. Можно ли выбрать три из четырёх и составить треугольник — как в B3-A.

B. Полоса по X $|x| \leq A$ \cap круг

Ввод: x y A R . Классифицируйте IN/ON/OUT для пересечения вертикальной полосы и круга.

C. Взаимное положение двух кругов — как в B2-C.

D. Полоса по Y и круг (пересечение) — как в B3-D.

Вариант 7

A. Квадранты для двух точек — как в B4-A.

B. Две полуплоскости: $y \geq B$ и $|x| \leq C$

Ввод: x y B C . Верните IN, если обе выполняются; ON, если на границе одной при строгом выполнении другой; иначе OUT.

C. «Кирпич в отверстие» — как в B3-C.

D. Вертикальная полоса и нижняя полуокружность — как в B4-D.

Вариант 8

A. Есть ли пара равных среди четырёх — как в B1-A.

B. Полоса по Y $|y| \leq D$ \setminus круг

Ввод: x y D R . Область: полоса по Y за исключением круга радиуса R . Верните IN/ON/OUT.

C. Квадранты (расширенная версия) — как в B4-C.

D. Подобие треугольников — как в B1-D.

Вариант 9

A. Можно ли выбрать три из четырёх... — как в B3-A.

B. Верхняя половина круга — как в B1-B.

C. Взаимное положение двух кругов — как в B2-C.

D. Вертикальная полоса и нижняя полуокружность — как в B4-D.

Вариант 10

A. Квадранты для двух точек — как в B4-A.

B. Круг \cap полуплоскость $y \geq L$ — как в B2-B.

C. «Кирпич в отверстие» — как в B3-C.

D. Подобие треугольников — как в B1-D.

Вариант 11

A. Есть ли пара равных среди четырёх — как в B1-A.

B. Круг \cup правая полуплоскость $x \geq A$ — как в B3-B.

C. Квадранты (расширенная версия) — как в B4-C.

D. Толстая горизонтальная полоса — как в B2-D.

Вариант 12

A. Максимальное нечётное среди шести — как в B2-A.

B. Кольцо $R_{in} \dots R_{out}$ — как в B4-B.

C. Прямоугольный треугольник — как в B1-C.

D. Полоса по Y и круг (пересечение) — как в B3-D.

Вариант 13

A. Квадранты для двух точек — как в B4-A.

B. Осевой прямоугольник — как в B5-B.

C. Взаимное положение двух кругов — как в B2-C.

D. Подобие треугольников — как в B1-D.

Вариант 14

A. Есть ли пара равных среди четырёх — как в B1-A.

B. Полоса по X $|x| \leq A \cap$ круг — как в B6-B.

C. «Кирпич в отверстие» — как в B3-C.

D. Толстая горизонтальная полоса — как в B2-D.

Вариант 15

A. Максимальное нечётное среди шести — как в B2-A.

B. Две полуплоскости: $y \geq B$ и $|x| \leq C$ — как в B7-B.

C. Квадранты (расширенная версия) — как в B4-C.

D. Полоса по Y и круг (пересечение) — как в B3-D.

Вариант 16

A. Можно ли выбрать три из четырёх... — как в B3-A.

B. Полоса по Y $|y| \leq D \setminus$ круг — как в B8-B.

C. Прямоугольный треугольник — как в B1-C.

D. Вертикальная полоса и нижняя полуокружность — как в B4-D.

Вариант 17

A. Есть ли пара равных среди четырёх — как в B1-A.

B. Верхняя половина круга — как в B1-B.

C. «Кирпич в отверстие» — как в B3-C.

D. Полоса по Y и круг (пересечение) — как в B3-D.

Вариант 18

A. Максимальное нечётное среди шести — как в B2-A.

B. Круг \cap полуплоскость $y \geq L$ — как в B2-B.

C. Квадранты (расширенная версия) — как в B4-C.

D. Вертикальная полоса и нижняя полуокружность — как в B4-D.

Вариант 19

A. Можно ли выбрать три из четырёх... — как в B3-A.

B. Круг U правая полуплоскость $x \geq A$ — как в B3-B.

C. Прямоугольный треугольник — как в B1-C.

D. Подобие треугольников — как в B1-D.

Вариант 20

A. Квадранты для двух точек — как в B4-A.

B. Кольцо $R_{in} \dots R_{out}$ — как в B4-B.

C. Взаимное положение двух кругов — как в B2-C.

D. Толстая горизонтальная полоса — как в B2-D.

Задача 3.

- Ввод: одно число x (double). Вывод: $f(x)$ в формате `fixed + setprecision(3)`.
- Границы интервалов трактовать **строго по знакам** $\leq, <, \geq, >$, как указано.
- Если выбранная ветка даёт недопустимый аргумент для `sqrt` (< 0) или `ln` (≤ 0) — печатать DOMAIN ERROR.
- Рекомендуемые «микро-тесты на границах»: для **каждой** границы проверить три значения: «чуть левее; ровно на границе; чуть правее». В заданиях ниже я даю примерные наборы x (можете менять «чуть» на ± 0.001).
- **Реализовать в виде функции** `double f(double x)` и запрет на `cin/cout` внутри неё (ввод/вывод только в `main`)

Вариант 1 <ul style="list-style-type: none">• $x \leq 0$: $f(x) = x * x + 1$• $0 < x < 2$: $f(x) = \sqrt{2 - x}$• $x \geq 2$: $f(x) = \ln(x - 1)$ Тесты: $x = -0.1, 0, 0.1; 1.9, 2.0, 2.1$	Вариант 2 <ul style="list-style-type: none">• $x < -1$: $f(x) = \ln(x + 2)$• $-1 \leq x \leq 1$: $f(x) = x$• $x > 1$: $f(x) = \sqrt{x - 1}$ Тесты: $x = -1.1, -1.0, -0.9; 0.9, 1.0, 1.1$
Вариант 3 <ul style="list-style-type: none">• $x < -3$: $f(x) = 2 * x + 1$• $-3 \leq x \leq -1$: $f(x) = \sqrt{x + 3}$• $x > -1$: $f(x) = \ln(x + 2)$ Тесты: $x = -3.1, -3.0, -2.9; -1.1, -1.0, -0.9$	Вариант 4 <ul style="list-style-type: none">• $x \leq -2$: $f(x) = \ln(-x)$ (заметьте: здесь $-x > 0$)• $-2 < x < 2$: $f(x) = \cos(x)$• $x \geq 2$: $f(x) = \sqrt{x - 2}$ Тесты: $x = -2.1, -2.0, -1.9; 1.9, 2.0, 2.1$

Вариант 5 <ul style="list-style-type: none"> $x < 0$: $f(x) = x + 1$ $0 \leq x \leq 4$: $f(x) = \sqrt{4 - x}$ $x > 4$: $f(x) = \ln(x - 3)$ Тесты: $x = -0.1, 0, 0.1; 3.9, 4.0, 4.1$	Вариант 6 <ul style="list-style-type: none"> $x \leq 1$: $f(x) = (x - 1) \cdot (x - 1)$ $1 < x < 3$: $f(x) = \ln(3 - x)$ $x \geq 3$: $f(x) = x - 3$ Тесты: $x = 0.9, 1.0, 1.1; 2.9, 3.0, 3.1$
Вариант 7 <ul style="list-style-type: none"> $x < -2$: $f(x) = x + 5$ $-2 \leq x \leq -1$: $f(x) = \ln(x + 3)$ $-1 < x < 1$: $f(x) = \sqrt{1 - x \cdot x}$ $x \geq 1$: $f(x) = x \cdot x$ Тесты: $x = -2.1, -2.0, -1.9; -1.1, -1.0, -0.9; 0.9, 1.0, 1.1$	Вариант 8 <ul style="list-style-type: none"> $x \leq 0$: $f(x) = \ln(1 - x)$ $0 < x \leq 2$: $f(x) = \sqrt{x}$ $x > 2$: $f(x) = 2 \cdot x + 1$ Тесты: $x = -0.1, 0, 0.1; 1.9, 2.0, 2.1$
Вариант 9 <ul style="list-style-type: none"> $x < -1$: $f(x) = x \cdot x$ $-1 \leq x \leq 2$: $f(x) = \ln(x + 2)$ $x > 2$: $f(x) = \sqrt{x - 2}$ Тесты: $x = -1.1, -1.0, -0.9; 1.9, 2.0, 2.1$	Вариант 10 <ul style="list-style-type: none"> $x \leq -3$: $f(x) = \ln(-x - 2)$ (аргумент: $-x - 2 > 0$) $-3 < x < 0$: $f(x) = x \cdot x + x$ $x \geq 0$: $f(x) = \sqrt{x + 1}$ Тесты: $x = -3.1, -3.0, -2.9; -0.1, 0.0, 0.1$
Вариант 11 <ul style="list-style-type: none"> $x < 0$: $f(x) = \sin(x)$ $0 \leq x < 2$: $f(x) = \ln(x + 1)$ $x \geq 2$: $f(x) = \sqrt{x - 2}$ Тесты: $x = -0.1, 0.0, 0.1; 1.9, 2.0, 2.1$	Вариант 12 <ul style="list-style-type: none"> $x \leq 1$: $f(x) = \sqrt{1 - x}$ $1 < x \leq 4$: $f(x) = \ln(x - 0.5)$ $x > 4$: $f(x) = x - 4$ Тесты: $x = 0.9, 1.0, 1.1; 3.9, 4.0, 4.1$
Вариант 13 <ul style="list-style-type: none"> $x < -1$: $f(x) = \ln(x + 2)$ $-1 \leq x \leq 1$: $f(x) = x$ $x > 1$: $f(x) = \sqrt{x - 1}$ Тесты: $x = -1.1, -1.0, -0.9; 0.9, 1.0, 1.1$	Вариант 14 <ul style="list-style-type: none"> $x < -2$: $f(x) = x + 3$ $-2 \leq x \leq 0$: $f(x) = \sqrt{x + 2}$ $x > 0$: $f(x) = \ln(x + 1)$ Тесты: $x = -2.1, -2.0, -1.9; -0.1, 0.0, 0.1$
Вариант 15 <ul style="list-style-type: none"> $x \leq 0$: $f(x) = x \cdot x + 2$ $0 < x < 1$: $f(x) = -\ln(1 - x)$ (т.к. $\ln(1/(1-x)) = -\ln(1-x)$) $x \geq 1$: $f(x) = 1 + \sqrt{x - 1}$ Тесты: $x = -0.1, 0.0, 0.1; 0.9, 1.0, 1.1$	Вариант 16 <ul style="list-style-type: none"> $x < 1$: $f(x) = \ln(2 - x)$ $1 \leq x \leq 3$: $f(x) = \sqrt{3 - x}$ $x > 3$: $f(x) = x - 3$ Тесты: $x = 0.9, 1.0, 1.1; 2.9, 3.0, 3.1$

<p>Вариант 17</p> <ul style="list-style-type: none"> • $x < -1$: $f(x) = x + 2$ • $-1 \leq x \leq 2$: $f(x) = \ln(x + 2)$ • $x > 2$: $f(x) = \sqrt{x - 2}$ <p>Тесты: $x = -1.1, -1.0, -0.9; 1.9, 2.0, 2.1$</p>	<p>Вариант 18</p> <ul style="list-style-type: none"> • $x \leq 2$: $f(x) = x - 2$ • $2 < x < 5$: $f(x) = \ln(x - 1)$ • $x \geq 5$: $f(x) = 2 + \sqrt{x - 5}$ <p>Тесты: $x = 1.9, 2.0, 2.1; 4.9, 5.0, 5.1$</p>
<p>Вариант 19</p> <ul style="list-style-type: none"> • $x < 0$: $f(x) = \ln(1 - x)$ • $0 \leq x \leq 4$: $f(x) = 2 - \sqrt{4 - x}$ • $x > 4$: $f(x) = x / 2$ <p>Тесты: $x = -0.1, 0.0, 0.1; 3.9, 4.0, 4.1$</p>	<p>Вариант 20</p> <ul style="list-style-type: none"> • $x \leq -3$: $f(x) = x * x$ • $-3 < x \leq -1$: $f(x) = \ln(x + 4)$ • $-1 < x < 2$: $f(x) = \sqrt{2 - x}$ • $x \geq 2$: $f(x) = \ln(x - 1)$ <p>Тесты: $x = -3.1, -3.0, -2.9; -1.1, -1.0, -0.9; 1.9, 2.0, 2.1$</p>