Программирование 1

Лекция 2

Введение в язык программирования C++.

Стандартные типы данных.

Основные управляющие структуры (начало).

Внимание!

В начале лекции было завершено рассмотрение материала первой лекции

Концепция данных. Типы данных

Программы = структуры данных + алгоритмы

Компьютер – тоже состоит из структур данных (СД) и алгоритмов.

Компьютер – это интегрированный набор структур данных и алгоритмов, способный хранить и выполнять программы.

Встроенные СД = регистры и слова памяти, где хранятся двоичные коды (числа, символы и т.д.)

Встроенные в аппаратуру алгоритмы = воплощенные в электронных логических цепях (схемах) жесткие правила интерпретации данных в памяти как команд, подлежащих исполнению.

(Это некоторое упрощение)

Данные в прикладных (предметных) областях

Задачи, которые должны решаться людьми с помощью компьютеров, формулируются и решаются не на языке битов,

а с помощью оперирования

числами, литерами (буквами), текстами, символами,

а также более сложными структурами, например,

последовательностями, списками, деревьями, графами

и т.п.

Далее идут *геометрические образы, изображения, видео и аудио образы* и т.п.

Типы и структуры данных

Обеспечивают связь между двоичными (машинными) данными и прикладными («человеческими») данными.

Языки высокого уровня (в отличии от *машинных* языков) абстрагируются от деталей внутреннего машинного представления данных.

В программах используются *переменные.*

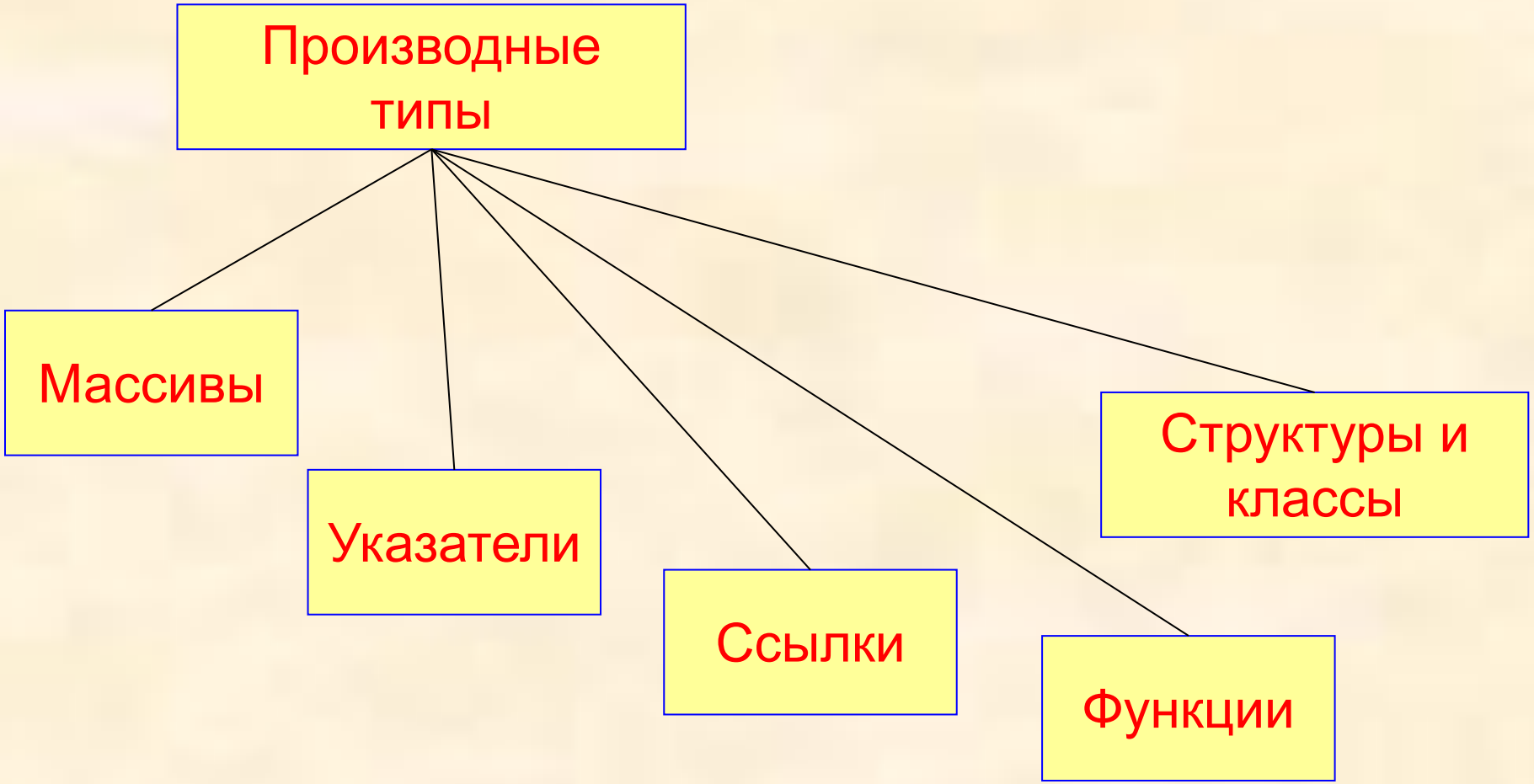
Переменная = имя + значение.

Тип данных =

- *множество значений*, которые могут принимать переменные и
- *набор операций*, которые можно к ним применять.

Типы C++

* Определяется программистом, остальные типы - встроенные


Производные типы
Массивы
Указатели
Ссылки
Функции
Структуры и классы

Для описания *стандартных типов* определены следующие ключевые слова:

int (целый);

char (символьный);

wchar_t (расширенный символьный);

bool (логический);

float (вещественный);

double (вещественный с двойной точностью).

Спецификаторы типа, уточняющих внутреннее представление и диапазон значений стандартных типов:

short (короткий);

long (длинный);

signed (со знаком);

unsigned (без знака).

Диапазоны значений простых типов данных

Тип	Диапазон значений	Размер (байт)
Bool	true и false	1
signed char	-128 … 127	1
Unsigned char	0 … 255	1
signed short int	-32 768 … 32 767	2
Unsigned short int	0 … 65 535	2
signed long int	-2 147 483 648 … 2 147 483 647	4
Unsigned long int	0 … 4 294 967 295	4
Float	3.4e-38 … 3.4e+38	4
Double	1.7e-308 … 1.7e+308	8
long double	3.4e-4932 … 3.4e+4932	10

Стандартные арифметические операции +, -, *, /, %

Знаки отношений порядка

Равно (=)	==
Не равно (≠)	!=
Меньше (<)	<
Больше (>)	>
Меньше или равно (≤)	<=
Больше или равно (≥)	>=

Логический (булевский) тип

Джордж Буль (1815-1864)

Тип **Bool**.

Множество значений = {*true, false*}.

Для краткости в свободном тексте (не в тексте программы) будем обозначать

true = *T*, *false* = *F*.

Константы, *переменные*, *выражения* булевского типа.

Определение *булевского выражения* см. далее.

Кроме записи *булевских выражений* в программах нам потребуется

запись ***утверждений***.

(Синтаксически утверждения представляются как *комментарии*)

Утверждение = Высказывание.

Формула – обозначение высказывания.

Высказывание (формула) образовано из других высказываний (*подформул*),

в т.ч. «простейших».

Логические операторы (логические связки):

(Словесное обозначение, в Паскале, в C++ , в мат. логике)

Отрицание – **не**, **not**, !, ¬

Дизъюнкция – **или**, **or**, ||, ∨

Конъюнкция – **и**, **and**, &&, & или ∧

Таблица истинности

a и *b* – переменные (или другие «объекты» программы, принимающие булевские значения).

Val (a) или короче *V* (*a*) – значение *a*.

V (*a*)	*V* (*b*)	*V* (*a* ∨ *b*)	*V* (*a* & *b*)	*V* (¬ *a*)
F	**F**	**F**	**F**	**T**
F	**T**	**T**	**F**	
T	**F**	**T**	**F**	**F**
T	**T**	**T**	**T**	

Свойства булевских операций (проверяются по таблице истинности)

Коммутативность (перестановочный закон):

$$a \vee b = b \vee a ,$$

$$a \& b = b \& a .$$

Ассоциативность (сочетательный закон):

$$(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c),$$

$$(a \& b) \& c = a \& (b \& c).$$

Дистрибутивность (распределительный закон):

$$(a \vee b) \& c = (a \& c) \vee (b \& c),$$

$$(a \& b) \vee c = (a \vee c) \& (b \vee c).$$

Законы Де Моргана:

$\neg (a \vee b) = (\neg a) \& (\neg b)$,

$\neg (a \& b) = (\neg a) \vee (\neg b)$.

Полезные тождества

$a \vee a = a$,

$a \& a = a$.

$a \vee T = T$,

$a \& T = a$.

$a \vee F = a$,

$a \& F = F$.

Исключающее *или* (xor)

V (a)	V (b)	V (a **xor** b)
F	F	F
F	T	T
T	F	T
T	T	F

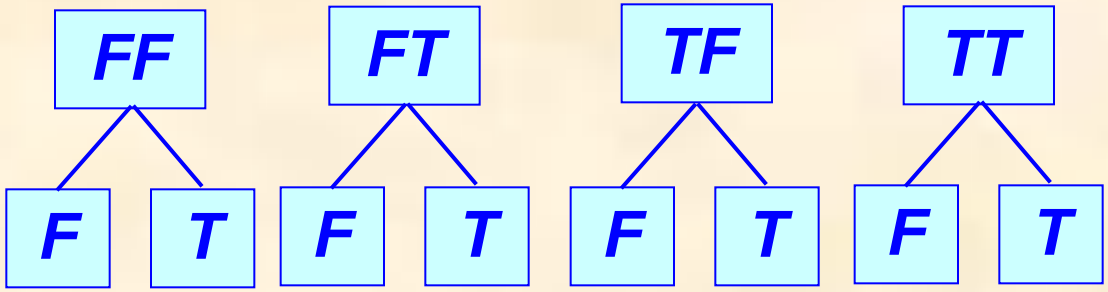
$$a \text{ xor } b = (a \,\&\, \neg b) \vee (\neg a \,\&\, b)$$

Всего можно определить

16 бинарных функций *a* **op** *b*

Вариантов значений аргументов – 2*2 = 4

$(a = F, a = T) \otimes (b = F, b = T) \rightarrow FF, FT, TF, TT$



Каждый вариант может иметь 2 результата (*F* или *T*)

Всего $2*2*2*2 = 2^4 = 16$ различных четверок ответов.

Оказывается, что все 16 бинарных функций выражаются через

¬, &, V, *F*, *T*

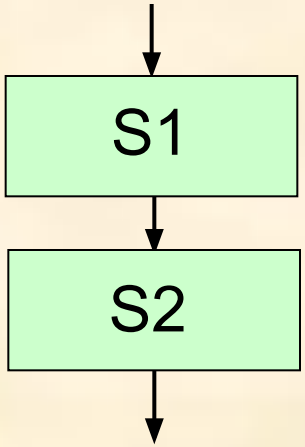
Основные управляющие структуры и инструкции (операторы) языка C++

Управляющие структуры

= способы сочетания *простых* операторов

= управление вычислительным процессом (порядком действий)

1. ***Структура следования*** = последовательность операторов



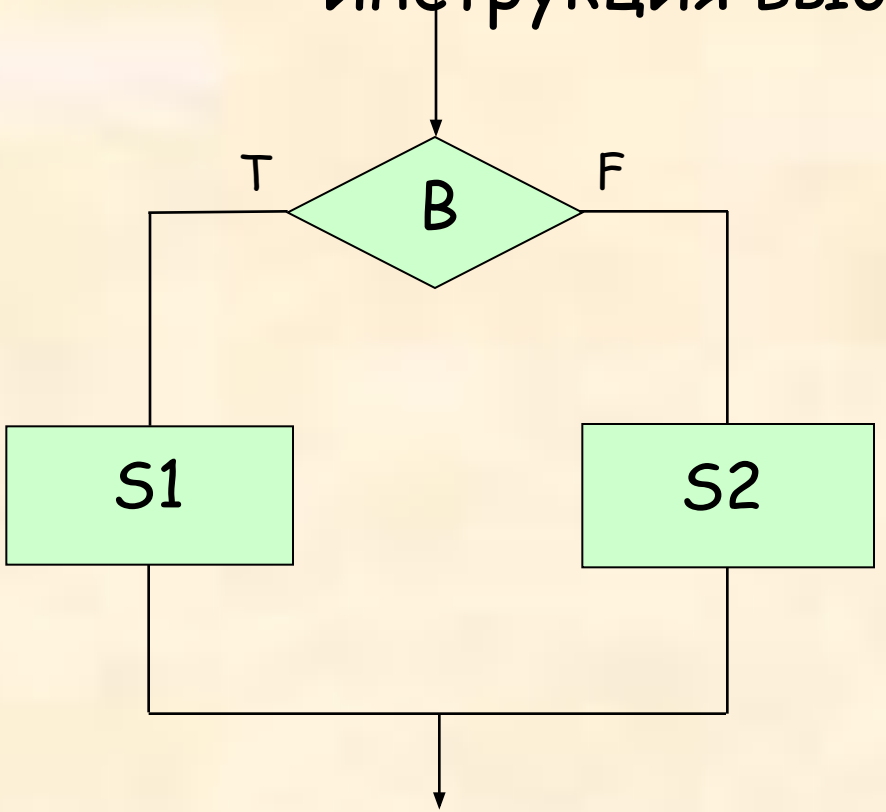
Последовательное выполнение S1; S2;

Операторные скобки – { … }

{ S1; S2; }

Составной оператор

2. ***Структура ветвления*** = условный оператор = инструкция выбора



if (B) S1 **else** S2 =

S1, при B

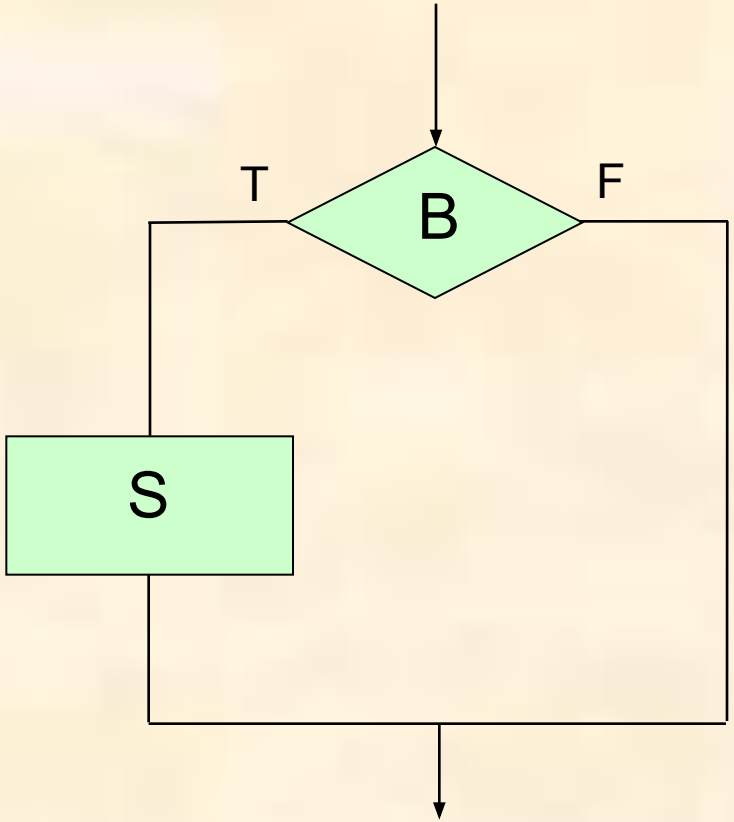
S2, при **not** B

B – условие = булевское выражение

S1 и S2 - инструкции

Пример:

if (a > b) a = a – b ; **else** b = b – a;



Сокращенный условный оператор

if (B) S ≡

≡ **if** (B) S **else** ПУСТО

Пример 1: проверка пересечения отрезков

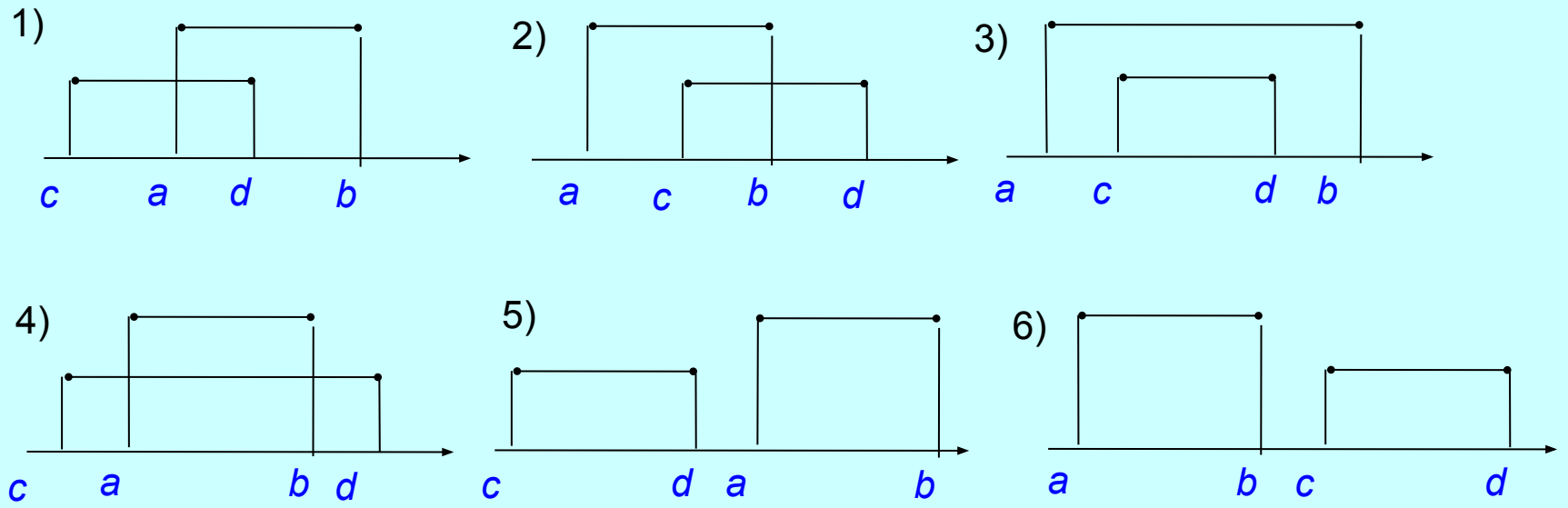
Дано: два отрезка на прямой $[a, b]$ и $[c, d]$ с целочисленными координатами концов $a, b, c, d \in Z$ ($a \le b, c \le d$)

Требуется:

определить – пересекаются ли отрезки $[a, b]$ и $[c, d]$

Условие пересечения

$$(b \geq c)\ \&\ (d \geq a)$$



В вариантах 1) – 4) справедливо $(b \geq c)\ \&\ (d \geq a)$;
в варианте 5) – $(b \geq c)\ \&\ (d < a)$;
в варианте 6) – $(b < c)\ \&\ (d \geq a)$

Инструкция выбора

if ((*b* ≥ *c*) && (*d* ≥ *a*)) отрезки пересекаются;
else отрезки не пересекаются;

См. программу в файле inters.cpp

Замечание о корректности исходных данных

Пример программы

```
//  Пример 1.1 : пересечение отрезков
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{    int a, b, c, d, w;   // входные данные
     cout << "Введите координаты первого отрезка (левый и правый концы):\n" ;
     cin >> a >> b;
     cout << "Введите координаты второго отрезка (левый и правый концы):\n" ;
     cin >> c >> d;
     cout << "Введены отрезки: [" << a << "," << b << "]  [" << c << "," << d <<"]\n";
     if (( b >= c ) && ( d >= a )) cout << "Отрезки пересекаются\n" ;
     else  cout << "Отрезки не пересекаются\n" ;
     cout << "End of the program LINE\n" ;
     return 0 ;
}
```

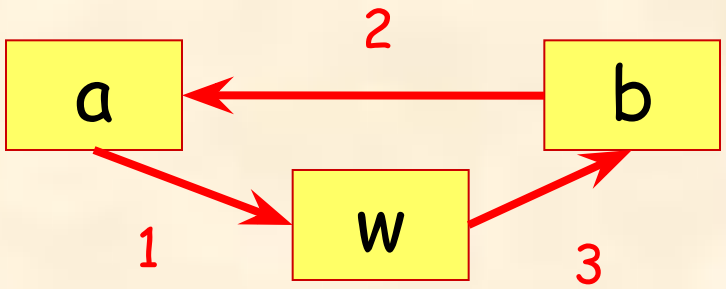
Демонстрация выполнения. Обсуждение.
См. программу в файле intrsct.cpp
Замечание о корректности исходных данных (проверка?)

```
//  Пример 1.2 : пересечение отрезков (с проверкой корректности ввода)
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{    int a, b, c, d, w;   // входные данные
     cout << "Введите координаты первого отрезка (левый и правый концы):\n" ;
     cin >> a >> b;
     if (a > b) { w = a; a = b; b = w; };
     cout << "Введите координаты второго отрезка (левый и правый концы):\n" ;
     cin >> c >> d;
     if (c > d) { w = c; c = d;  d = w; };
     cout << "Введены отрезки: [" << a << "," << b << "]  [" << c << "," << d <<"]\n";
     if (( b >= c ) && ( d >= a )) cout << "Отрезки пересекаются\n" ;
     else  cout << "Отрезки не пересекаются\n" ;
     cout << "End of the program LINE\n" ;
     return 0 ;
}
```

Обмен значений

```
if (a > b) { w = a; a = b; b = w; };
```

```
if (a > b)  a ⇔ b;
```



```
// Пример 1.3 : пересечение отрезков (с вычислением булевской переменной)
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{   int a, b, c, d, w;   // входные данные
    bool  p;
    cout << "Введите координаты первого отрезка (левый и правый концы):\n" ;
    cin >> a >> b;
    if (a > b) { w = a;  a = b; b = w;};
    cout << "Введите координаты второго отрезка (левый и правый концы):\n" ;
    cin >> c >> d;
    if (c > d) {w = c;  c = d; d = w;};
    cout << "Введены отрезки: [" << a << "," << b << "]  [" << c << "," << d << "]\n";
    p = ( b >= c ) && ( d >= a );
    cout << "Отрезки " ;
    if (!p ) cout << "НЕ" ;
    cout << " пересекаются\n" ;
    cout << "End of the program LINE INTERSECTION\n" ;
return 0 ; }
```

Варианты

```
p = ( b >= c ) && ( d >= a );
// p – отрезки пересекаются
if (!p ) cout << "НЕ" ;
```

$!p \Rightarrow !(\ (\ b >= c\ )\ \&\&\ (\ d >= a\ )) \Rightarrow$

$\Rightarrow\ !(\ b >= c\ )\ ||\ !(\ d >= a\ ) \Rightarrow (\ b < c\ )\ ||\ (\ d < a\ )$

```
q =  ( b < c ) || ( d < a );
// q – отрезки не пересекаются
if (q) cout << "НЕ" ;
```

Конец примера 1

Проще было бы начать именно с условия «непересечения»!

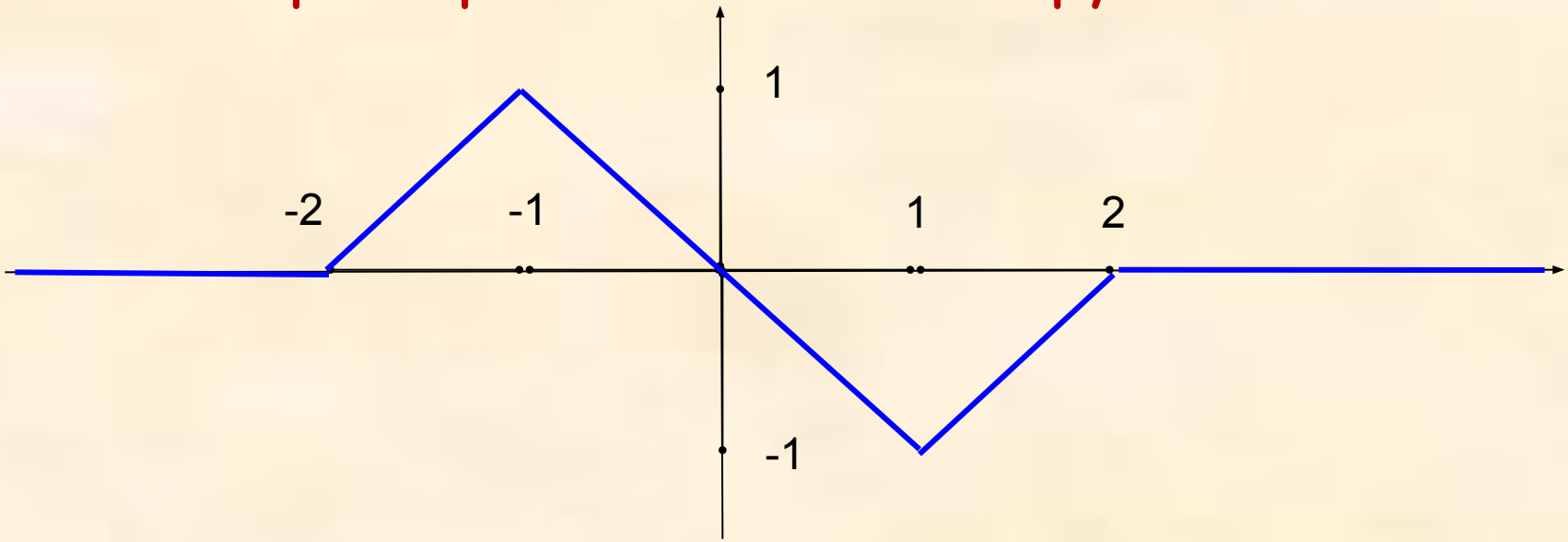
Закон Де Моргана:
$\neg\ (a\ \&\ b) = (\neg\ a)\ \vee\ (\neg\ b).$

Указание

Следующие примеры на лекции не рассматривались (но были на практическом занятии в некоторых группах).

Студенты должны разобрать эти примеры самостоятельно.

Пример 2. Вычисление функции



Функция f(x) задана графиком (см.рис.).

Дано: x – вещественное число

Требуется: вычислить значение функции y=f(x)

Анализ задачи

Запишем аналитическое представление функции:

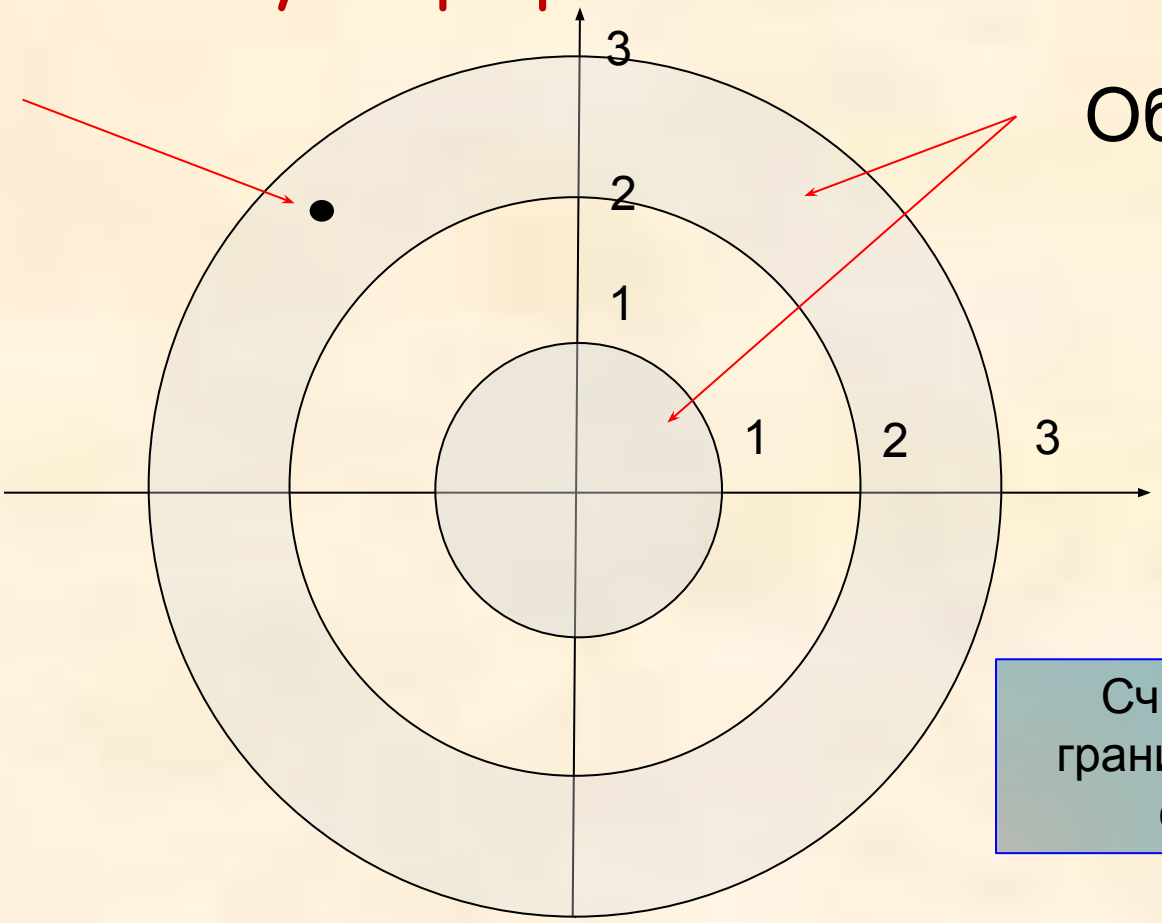
$$y = \begin{cases} 0, & \text{при } x \le -2 \\ x + 2, & \text{при } -2 < x \le -1 \\ -x, & \text{при } -1 < x \le 1 \\ x - 2, & \text{при } 1 < x \le 2 \\ 0, & \text{при } x > 2 \end{cases}$$

Пример программы

```
// пример 2 с инструкцией выбора (ветвления)
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{   float x, y;
    cout << "Enter argument x : " ;
    cin >> x ;
    cout << "Argument x = " << x << endl;
    y = 0;
    if ((-2 < x) && (x <= -1)) y = x + 2;
    else if ((-1 < x) && (x <= 1)) y = - x;
    else if ((1 < x) && (x <= 2)) y = x - 2;
    cout << "Value function f (" << x << ") = " << y << endl;
    return 0;
}
```

Пример 3. Попадание точки на плоскости в заданную графически область

p = (x, y)



Область D

Считаем, что граница входит в область

Дано: точка p = (x, y)

Ответ:

"точка лежит/не лежит в D"

Анализ задачи

Уравнение окружности радиуса r : $x^2 + y^2 = r^2$

Круг радиуса r_1 : $x^2 + y^2 \le r_1^2$

Кольцо с радиусами r_2 и r_3 ($r_2 \le r_3$):

$r_2^2 \le x^2 + y^2 \le r_3^2$ или в другой форме

$(x^2 + y^2 \ge r_2^2) \,\&\, (x^2 + y^2 \le r_3^2)$

В нашей задаче: точка p = (x, y), область D,

$p \in D \Leftrightarrow (p \in \text{Круг}) \vee (p \in \text{Кольцо})$

$r_1 = 1, r_2 = 2, r_3 = 3$

$(x^2 + y^2 \le 1) \vee (x^2 + y \ge 4) \,\&\, (x^2 + y^2 \le 9)$

```
// пример 3 с инструкцией выбора (ветвления) -  вариант 3.1
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{   float x, y, r2;
    bool b = false;
    cout << "Enter x and y for point p=(x y): ";
    cin >> x >> y;
    cout << "Point p = (" << x << " , " << y << " ) " << endl;
    r2 = x*x + y*y;
    if (r2 <= 1) b = true;
    else if (r2 >= 4) if (r2 <= 9) b = true;
    if (!b) cout << "NOT ";
    cout << "in region !" << endl;
    return 0;
}
```

```
// пример 3 с инструкцией выбора (ветвления) -  вариант 3.2
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{   float x, y, r2;
    bool b = false;
    cout << "Enter x and y for point p=(x y): ";
    cin >> x >> y;
    cout << "Point p = (" << x << " , " << y << " ) " << endl;
    r2 = x*x + y*y;
    if ( (r2 <= 1) || (r2 >= 4) && (r2 <= 9) ) b = true;
    if (!b) cout << "NOT ";
    cout << "in region !" << endl;
    return 0;
}
```

```
// пример 3 с инструкцией выбора (ветвления) -  вариант 3.3
#include <iostream>
using namespace std ;
int main ( )
{   float x, y, r2;
    bool b = false;
    cout << "Enter x and y for point p=(x y): ";
    cin >> x >> y;
    cout << "Point p = (" << x << " , " << y << " ) " << endl;
    r2 = x*x + y*y;
     b = (r2 <= 1) || (r2 >= 4) && (r2 <= 9);
    if (!b) cout << "NOT ";
    cout << "in region !" << endl;
    return 0;
}
```

Проанализировать отличие вариантов 1, 2 и 3.

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ

КОНЕЦ ЛЕКЦИИ