© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Лекция 10

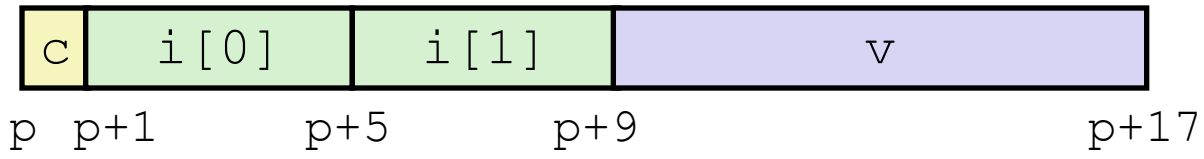
14 марта

© 2012 МГУ/ВМиК/СП

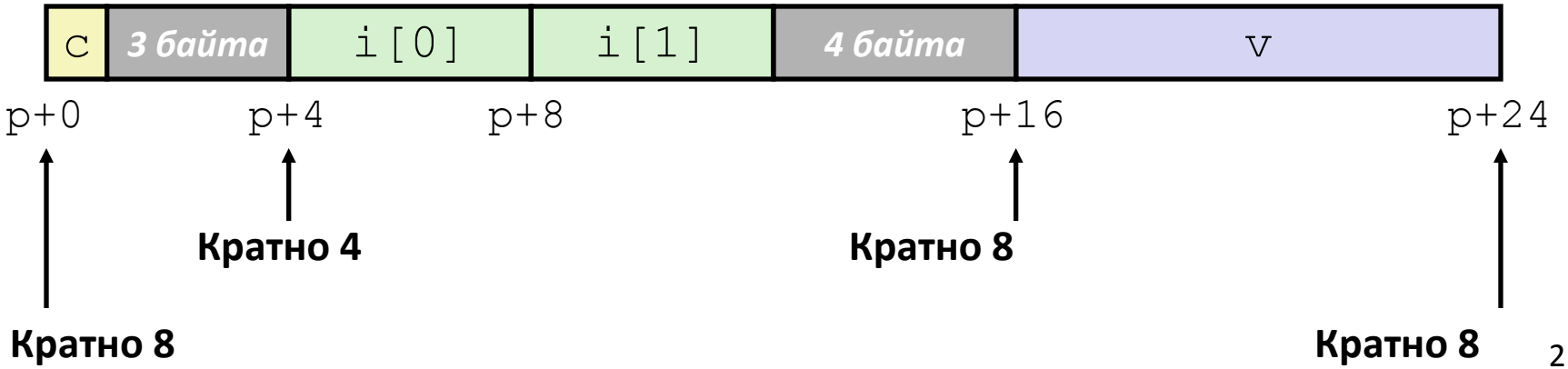
Выравнивание полей в структурах

```
struct S1 {
  char c;
  int i[2];
  double v;
} *p;
```

- Невыровненные данные



- Выровненные данные
  - Если примитивный тип данных требует ***K*** байт
  - Адрес должен быть кратен ***K***



© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Почему выравнивают данные

- Выровненные данные
  - Примитивный тип данных требует ***K*** байт
  - Адрес должен быть кратен ***K***
  - Обязательно для некоторых архитектур
  - Для IA32 требование имеет рекомендательный характер
    - Требования различаются для IA32 Linux, x86-64 Linux, и Windows
- Причины
  - Доступ к физической памяти осуществляется блоками (выровненными) по 4 или 8 байт (зависит от аппаратуры)
    - Эффективность теряется при обращении к данным, расположенным в двух блоках
    - Виртуальная память…
- Компилятор
  - Расставляет пропуски между полями для сохранения выравнивания

© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Правила выравнивания (IA32)

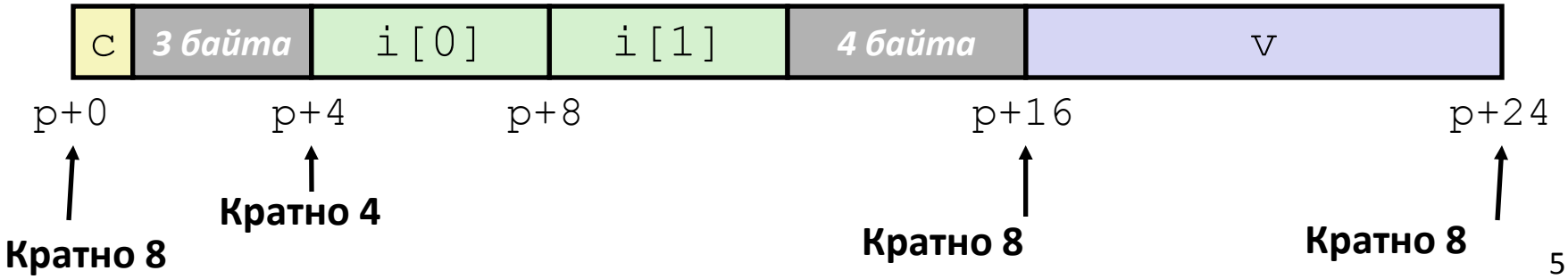
- 1 байт : char, …
  - Ограничений нет
- 2 байта : short, …
  - Младший бит адреса должен быть 0_2
- 4 байта : int, float, char *, …
  - Два младших бита адреса должны быть 00_2
- 8 байт : double, …
  - Windows (и другие …):
    - Младшие три бита адреса должны быть 000_2
  - Linux:
    - Два младших бита адреса должны быть 00_2
    - Т.е. рассматриваются как и 4-байтные примитивные типы данных
- 12 байт : long double (gcc)
  - Windows, Linux:
    - Два младших бита должны быть 00_2
    - Т.е. рассматриваются как и 4-байтные примитивные типы данных

© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Выполнение правил выравнивания для полей

```
struct S1 {
  char c;
  int i[2];
  double v;
} *p;
```

- Внутри структуры
  - Выравнивание должно выполняться для каждого поля
- Размещение всей структуры
  - Для каждой структуры определятся требование по выравниванию в **K** байт
    - **K** = Наибольшее выравнивание среди всех полей
  - Начальный адрес структуры и ее длина должны быть кратны **K**
- Пример (для Windows или x86-64):
  - K = 8, из-за присутствия поля типа double

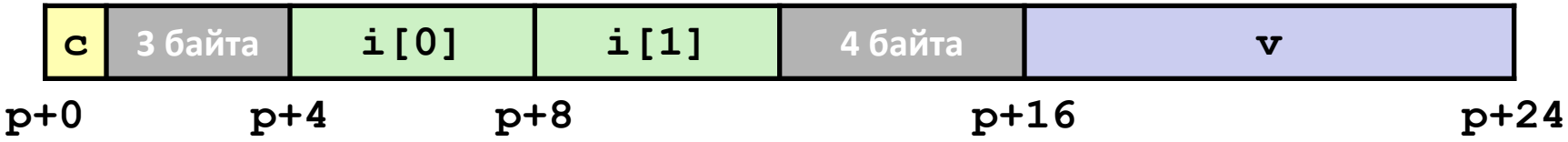


© 2012 МГУ/ВМиК/СП

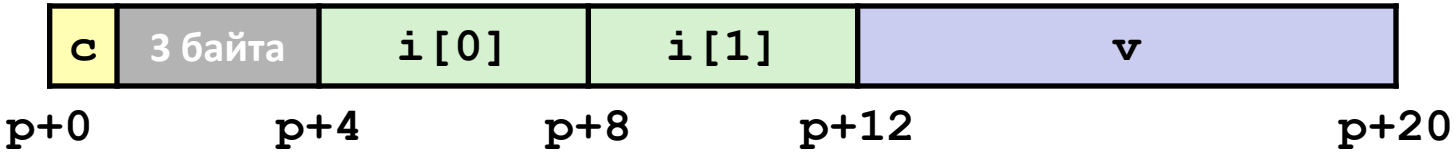
Различные соглашения о выравнивании

```
struct S1 {
  char c;
  int i[2];
  double v;
} *p;
```

- x86-64 или IA32 Windows:
  - K = 8, из-за наличия поля типа **`double`**



- IA32 Linux
  - K = 4; double рассматривается аналогично 4-байтным типам данных

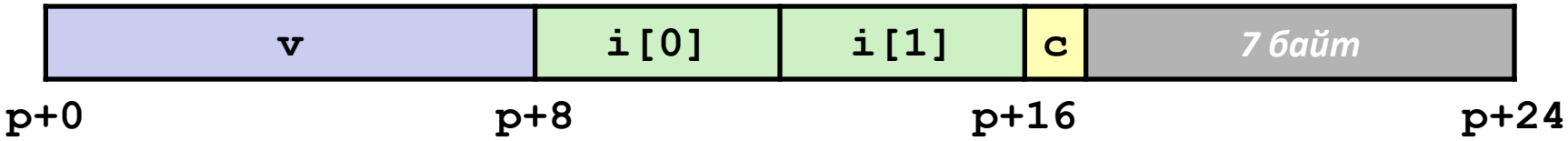


© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Выравнивание всей структуры

```
struct S2 {
  double v;
  int i[2];
  char c;
} *p;
```

- Определяется требование к выравниванию в K байт
- Общий размер структуры должен быть кратен K

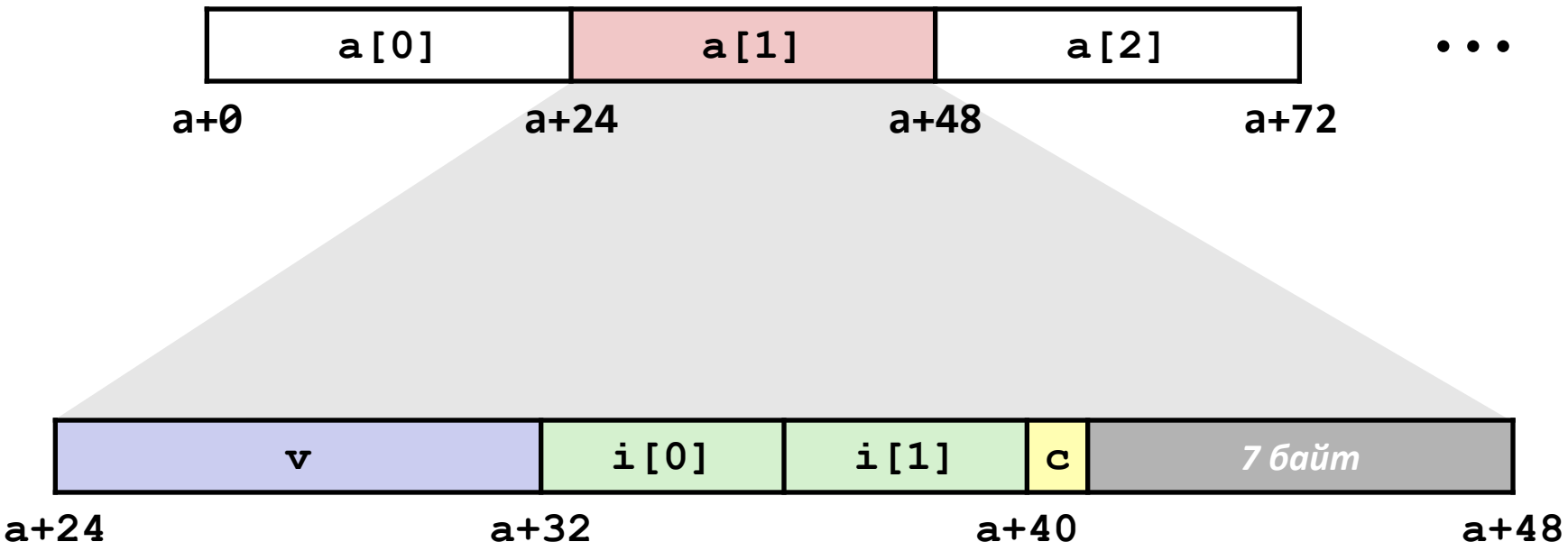


© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Массивы структур

- Размер всей структуры кратен K
- Для каждого элемента массива производится выравнивание

```
struct S2 {
  double v;
  int i[2];
  char c;
} a[10];
```

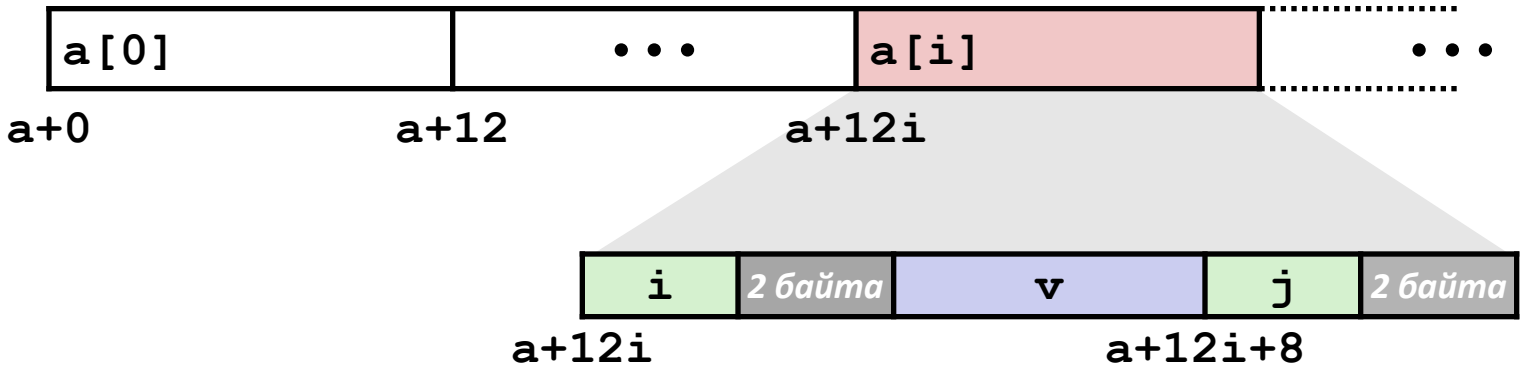


© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Доступ к элементам массива

- Вычисляем смещение в массиве
  - Вычисляем sizeof(S3), учитывая пропуски
- Вычисляем смещение внутри структуры
  - Поле j расположено со смещением 8 внутри структуры

```
struct S3 {
  short i;
  float v;
  short j;
} a[10];
```




```
short get_j(int idx)
{
  return a[idx].j;
}
```

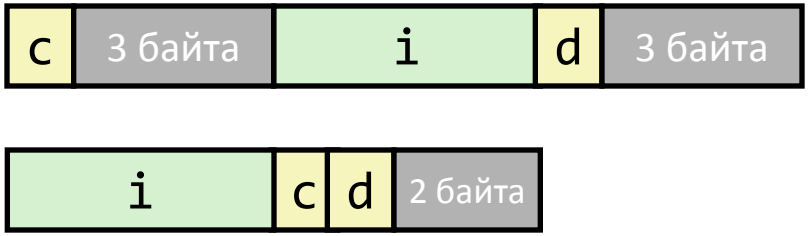
```
; eax = idx
 lea eax, [eax + 2 * eax] ; 3*idx
 movsx eax, [a + 4 * eax + 8]
```

© 2012 МГУ/ВМиК/СП

Как сохранить место

- Размещаем большие типы первыми

```
struct S4 {
  char c;
  int i;
  char d;
} *p;
```

```
struct S5 {
  int i;
  char c;
  char d;
} *p;
```

- Результат (K=4)