Синтаксис внешних объявлений

Лекция 333

План лекции

- Обзор тела синтаксиса языка Си
- Синтаксис внешних определений на языке Си
- Синтаксис объявлений на языке Си
- Синтаксис инструкций на языке Си

Простые типы данных

- *Тип данных* – это пара, состоящая из множества значений и множества операций над ними
- Языки программирования позволяют строить одни типы данных из других типов данных
- *Простые* типы данных – это типы данных, доступные без построения
- *Составные* типы данных – это типы данных, которые строятся из других типов данных

Простые типы данных языка Си

- Символы
- Целые числа
- Вещественные числа

Символы

- Тип для хранения кодов символов и 8-битных целых чисел
  - char
    - Стандарт Си не определяет, есть ли знак у значений типа char
  - signed char
  - unsigned char
- Минимальное и максимальное значения CHAR_MIN, CHAR_MAX, UCHAR_MAX в limits.h
- Минимальные стандартные диапазоны
  - signed char -127 … 127
  - unsigned char 0 … 255

Целые числа 1/2

- C89
  - [signed|unsigned] [short|long] int
- Дополнительно в C99 и новее
  - [signed|unsigned] long long [int]
- Знаковые типы: [signed] short int, [signed] int, [signed] long int, [signed] long long int
- Некоторые компиляторы поддерживают 128-битные целые числа
  - Нет в стандарте Си

Целые числа 2/2

Варианты имени	Диапазон значений в limits.h	Минимальный стандартный диапазон
[signed] short [int]	SHRT_MIN … SHRT_MAX	-32767 … 32767
unsigned short [int]	0 … USHRT_MAX	0 … 65535
int|signed [int]	INT_MIN … INT_MAX	как у short
unsigned [int]	0 … UINT_MAX	как у unsigned short
[signed] long [int]	LONG_MIN … LONG_MAX	-(2^31-1) … 2^31-1
unsigned long [int]	0 … ULONG_MAX	0 … 2^32-1
[signed] long long [int]	LLONG_MIN … LLONG_MAX	-(2^63-1) … 2^63-1 (только C99 и новее)
unsigned long long [int]	0 … ULLONG_MAX	0 … 2^64-1 (только C99 и новее)

sizeof(char) == sizeof(unsigned char) <=

<= sizeof(short) == sizeof(unsigned short) <=

<= sizeof(int) == sizeof(unsigned) <=

<= sizeof(long) == sizeof(unsigned long) <=

<= sizeof(long long) == sizeof(unsigned long long)

Вещественные числа

- Типы для хранения вещественных чисел
  - float
  - double
  - long double

- sizeof(float) <= sizeof(double) <= sizeof(long double)

- Границы диапазонов FLT_MIN, FLT_MAX и т.п. в файле float.h

- Минимальный стандартный диапазон -10^37 … 10^37

Машинное представление значений простых типов

- Символы
- Целые числа
- Вещественные числа

МП char, signed char, unsigned char 1/3

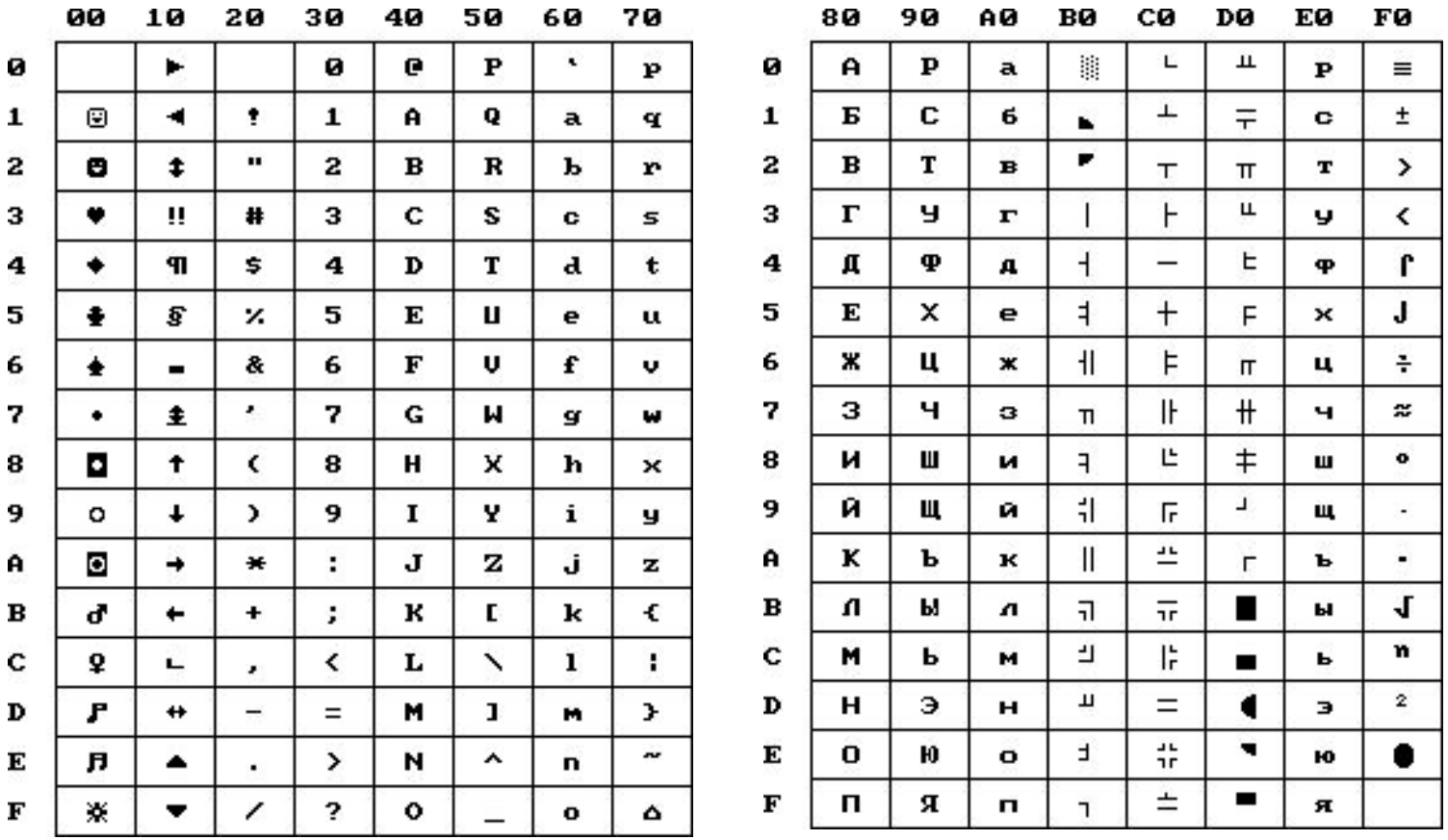
- 1 байт памяти,
  - signed char целые числа от -128 до 127
  - unsigned char целые числа от 0 до 255

- Значения типов char, signed char, unsigned char кодируют символы

- Соответствие значений и символов определяется кодировкой ОС

МП char, signed char, unsigned char 2/3

- Кодировка CP866 (MS DOS)



МП char, signed char, unsigned char 3/3

- Linux (КОИ8)

Если в тексте в КОИ-8 убирать восьмой бит каждого символа, то транслит с антикапсом.
Например, Русский Текст --> rUSSKIJ tEKST.

Code	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
80 :																
90 :																
A0 :				ё												
B0 :				Ё												
C0 :	ю	а	б	ц	д	е	ф	г	х	и	й	к	л	м	н	о
D0 :	п	я	р	с	т	у	ж	в	ь	ы	з	ш	э	щ	ч	ъ
E0 :	Ю	А	Б	Ц	Д	Е	Ф	Г	Х	И	Й	К	Л	М	Н	О
F0 :	П	Я	Р	С	Т	У	Ж	В	Ь	Ы	З	Ш	Э	Щ	Ч	Ъ

- Win 1251

Code	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
80 :																
90 :																
A0 :									Ё							
B0 :									ё							
C0 :	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
D0 :	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
E0 :	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
F0 :	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	я

- Mac OS

Code	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
80 :	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П
90 :	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
A0 :																
B0 :																
C0 :																
D0 :														Ё	ё	я
E0 :	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п
F0 :	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ы	ь	э	ю	

МП целых чисел без знака

- *Двоичная запись* числа Ч – это последовательность битов $b_n \ldots b_1 b_0$ такая, что

$$Ч = 2^n \cdot b_n + \ldots + 2^1 \cdot b_1 + 2^0 \cdot b_0$$

- МП целого числа x без знака – это *двоичная запись* числа

$$x \bmod 2^{8 \cdot sizeof(x)}$$

МП целых чисел со знаком 1/2

- МП числа x со знаком
  - двоичная запись x mod $2^{8 \cdot sizeof(T)}$, если x >= 0
  - *дополнительный код* |x| -- двоичная запись $2^{8 \cdot sizeof(T)}$ - |x| mod $2^{8 \cdot sizeof(T)}$, если x < 0
- Докажите, что МП(МП(x) + МП(y)) = МП(x + y), МП(МП(x) * МП(y)) = МП(x * y)

МП целых чисел со знаком 2/2

Построение дополнительного кода

- Вход b[n] – двоичная запись |x|
- Выход d[n] – дополнительный код |x|
- Алгоритм

```
for (i = 0; i < n; i = i+1)
    d[i] = 1-b[i];
for (i = 0; i < n && d[i] == 1; i = i+1)
    d[i] = 0;
if (i < n) d[i] = 1;
```

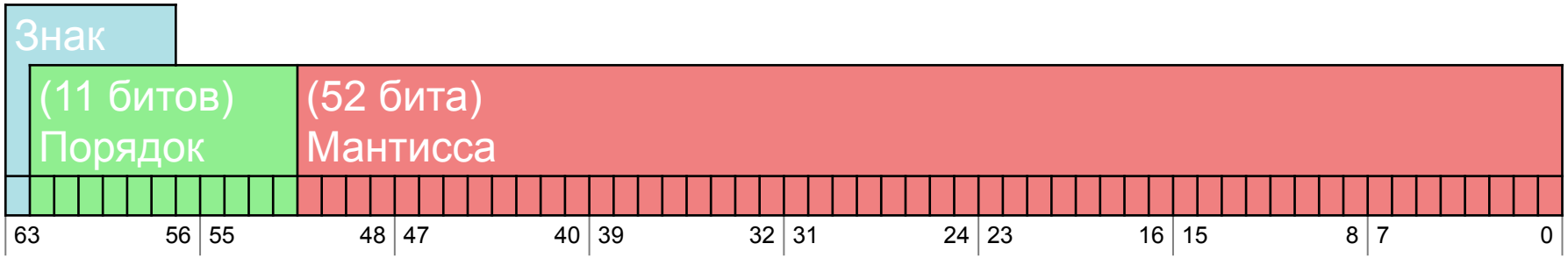
МП вещественных чисел 1/3

- Числа с плавающей точкой – это числа вида $S \cdot M \cdot 2^P$
- S – знак +1 или -1

- M – мантисса, $x/2^{mb}$ от 0 до 1
  - mb – число битов в мантиссе
  - x – целое от 0 до $2^{mb}-1$

- P – порядок

МП double – стандарт IEEE 754



Порядок	Мантисса 0	Мантисса != 0	Формула
0x000	0 и -0	Денормализов. числа	$(-1)^{знак} \cdot 2^{порядок-1022} \cdot (0.\text{мантисса})_{(2)}$
0x001 … 0x7fe	Нормализованные числа		$(-1)^{знак} \cdot 2^{порядок-1023} \cdot (1.\text{мантисса})_{(2)}$
0x7ff	+∞ или -∞	NaN	

$3ff0\ 0000\ 0000\ 0000_{(16)} = 1$

$3ff0\ 0000\ 0000\ 0001_{(16)} \approx 1.0000000000000002$

$0000\ 0000\ 0000\ 0000_{(16)} = 0$

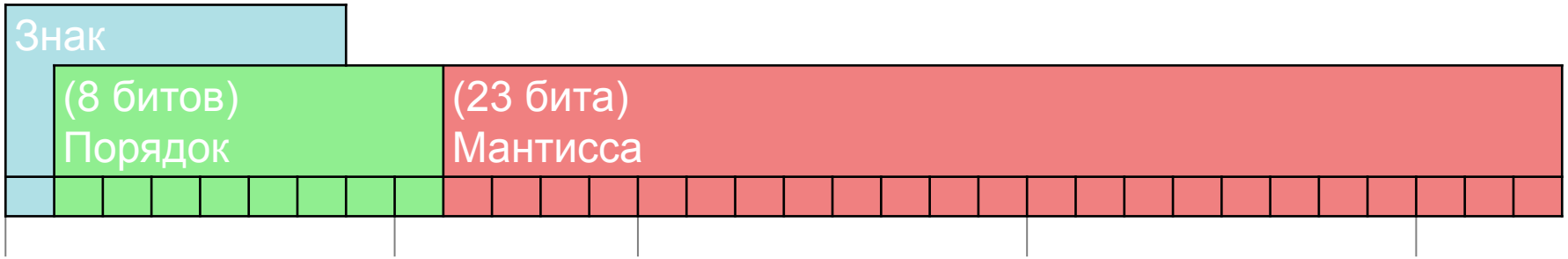
$8000\ 0000\ 0000\ 0000_{(16)} = -0$

$7ff0\ 0000\ 0000\ 0000_{(16)} = \infty$

$fff0\ 0000\ 0000\ 0000_{(16)} = -\infty$

$3fd5\ 5555\ 5555\ 5555_{(16)} \approx 1/3$

МП float – стандарт IEEE 754



Порядок	Мантисса 0	Мантисса != 0	Формула
0x00	0 и -0	Денормализов. числа	$(-1)^{знак} \cdot 2^{порядок-126} \cdot (0.мантисса)_{(2)}$
0x01 … 0xfe	Нормализованные числа		$(-1)^{знак} \cdot 2^{порядок-127} \cdot (1.мантисса)_{(2)}$
0xff	+∞ или -∞	NaN	

МП данных простых типов -- разное

- Значение переменной простого типа B хранится по адресу *выровненному на* (кратному) sizeof(B) байтов

Грамматика языка Си

Единица трансляции 1/1

translation-unit:

external-declaration

translation-unit external-declaration

external-declaration:

function-definition

declaration

function-definition:

declaration-specifiers declarator declaration-list opt compound-statement

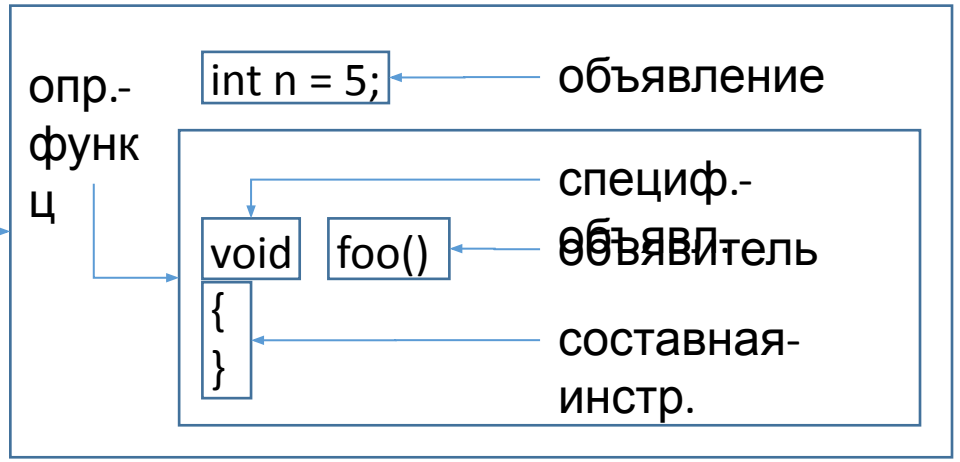
declaration-list:

declaration

declaration-list declaration

Здесь
- единица-трансляции
- внешнее-объявление
- определение-функции
- список-объявлений

Далее
- объявление
- спецификаторы-объявления
- объявитель
- составная-инструкция



единица-трансл.

Объявление 1/3

```
declaration:
    declaration-specifiers init-declarator-list opt ;
declaration-specifiers:
    storage-class-specifier declaration-specifiers opt
    type-specifier declaration-specifiers opt
    type-qualifier declaration-specifiers opt
    function-specifier declaration-specifiers opt
```

Здесь
- объявление
- спецификаторы-объявления

Далее
- список-объявителей-инициализаторов
- спецификатор-класса-памяти
- спецификатор-типа
- квалификатор-типа
- спецификатор-функции
- объявитель
- составная-инструкция

Объявление 2/3

```
init-declarator-list:
    init-declarator
    init-declarator-list , init-declarator
init-declarator:
    declarator
    declarator = initializer
initializer:
    assignment-expression
    { initializer-list }
    { initializer-list , }
initializer-list:
    designation opt initializer
    initializer-list , designation opt initializer
```

Здесь

- список-объявителей-инициализаторов
- объявитель-инициализатор
- инициализатор
- список-инициализаторов

Далее

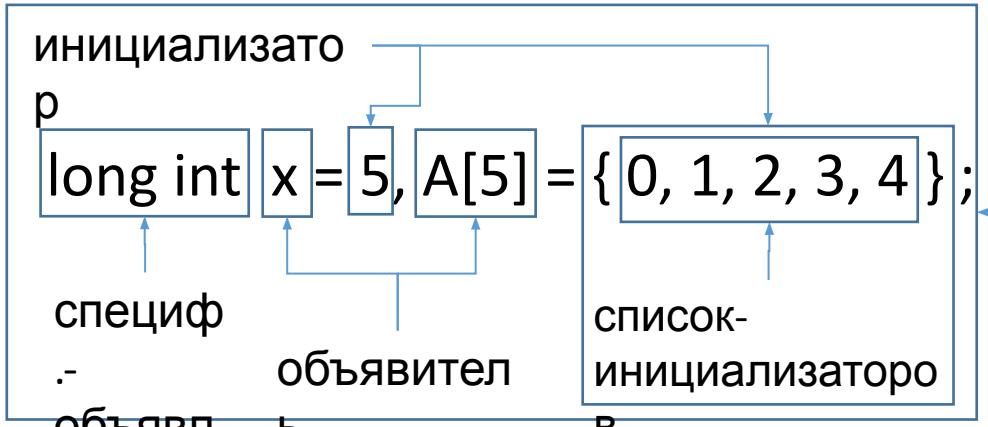
- обозначитель
- спецификатор-класса-памяти
- спецификатор-типа
- квалификатор-типа
- спецификатор-функции
- объявитель
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

Объявление 3/3

```
designation:
    designator-list =

designator-list:
    designator
    designator-list designator

designator:
    [ constant-expression ]
    . identifier
```

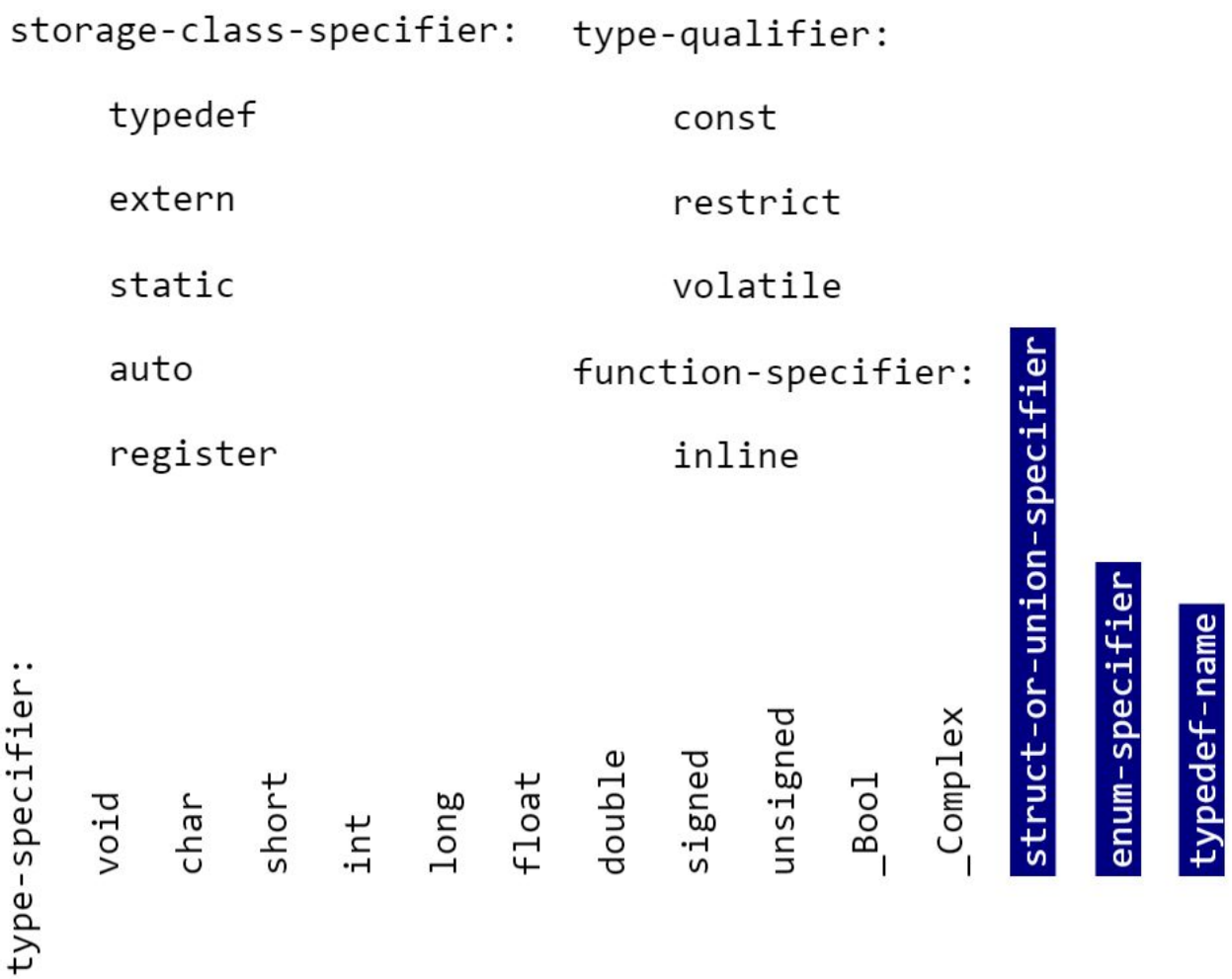


Здесь
- обозначитель
- список-обозначителей

Далее
- спецификатор-класса-памяти
- спецификатор-типа
- квалификатор-типа
- спецификатор-функции
- объявитель
- константное-выражение
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

объявление

Спецификаторы и квалификатор



Здесь

- спецификатор-класса-памяти
- спецификатор-типа
- квалификатор-типа
- спецификатор-функции

Далее

- объявитель
- константное-выражение
- спецификатор-struct-или-union
- спецификатор-enum
- имя-typedef
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

Объявитель 1/3

```
declarator:
    pointer opt direct-declarator
direct-declarator:
    identifier
    ( declarator )
    direct-declarator [ type-qualifier-list opt assignment-expression opt ]
    direct-declarator [static type-qualifier-list opt assignment-expression ]
    direct-declarator [ type-qualifier-list static assignment-expression ]
    direct-declarator [ type-qualifier-list opt * ]
    direct-declarator ( parameter-type-list )
    direct-declarator ( identifier-list opt )
```

x-team.ru)

Здесь
- объявитель
- непосредственный-объявитель

Далее
- указатель
- список-типов-параметров
- список-идентификаторов
- список-квалификаторов-типа
- константное-выражение
- спецификатор-struct-или-union
- спецификатор-enum
- имя-typedef
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

Объявление идентификаторов, имеющих составной тип (массив, функция, указатель, struct, union, enum)

Объявитель 2/3

pointer:

* **type-qualifier-list** opt

* **type-qualifier-list** opt **pointer**

type-qualifier-list:

type-qualifier

type-qualifier-list **type-qualifier**

parameter-type-list:

parameter-list

parameter-list , ...

identifier-list:

identifier

identifier-list , **identifier**

parameter-list:

parameter-declaration

parameter-list , **parameter-declaration**

parameter-declaration:

declaration-specifiers **declarator**

declaration-specifiers **abstract-declarator** opt

Здесь
- указатель
- список-типов-параметров
- список-квалификаторов-типа
- список-параметров
- объявление-параметра
- список-идентификаторов

Далее
- абстрактный-объявитель
- константное-выражение
- спецификатор-struct-или-union
- спецификатор-enum
- имя-typedef
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

Объявитель 3/3

```
abstract-declarator:
    pointer
    pointer opt direct-abstract-declarator
direct-abstract-declarator:
    ( abstract-declarator )
    direct-abstract-declarator opt [ type-qualifier-list opt assignment-expression opt ]
    direct-abstract-declarator opt [static type-qualifier-list opt assignment-expression ]
    direct-abstract-declarator opt [ type-qualifier-list static assignment-expression ]
    direct-abstract-declarator opt [ * ]
    direct-abstract-declarator opt ( parameter-type-list opt )
```

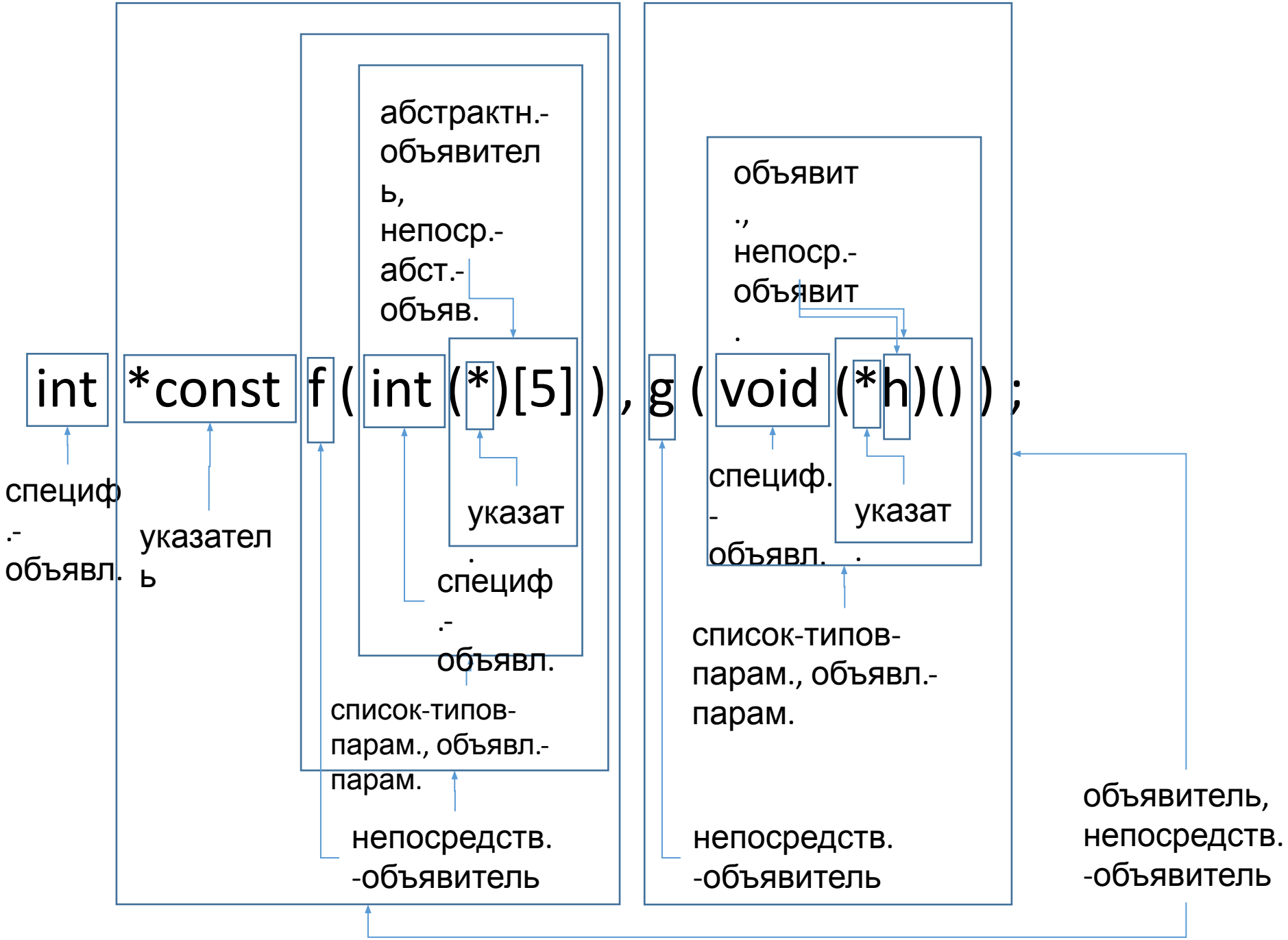
Здесь

- абстрактный-объявитель
- непосредственный-абстрактный-объявитель

Далее

- константное-выражение
- спецификатор-struct-или-union
- спецификатор-enum
- имя-typedef
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

Объявление типа параметра функции без указания имени параметра


int
*const
f
(
int
(*)[5]
)
,
g
(
void
(*h)()
)
;
специф.-объявл.
указатель
абстрактн.-объявитель, непоср.-абст.-объяв.
специф.-объявл.
указат.
список-типов-парам., объявл.-парам.
непосредств.-объявитель
объявит., непоср.-объявит.
специф.-объявл.
указат.
список-типов-парам., объявл.-парам.
непосредств.-объявитель
объявитель, непосредств.-объявитель

enum

```
enum-specifier:
    enum identifier opt { enumerator-list }
    enum identifier opt { enumerator-list , }
    enum identifier

enumerator-list:
    enumerator
    enumerator-list , enumerator

enumerator:
    enumeration-constant
    enumeration-constant = constant-expression
```

Здесь

- спецификатор-enum
- имя-typedef – a.k.a. идентификатор

Далее

- константное-выражение
- спецификатор-struct-или-union
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

- Элементы enum являются констатнтами и имеют тип int
- Значения типа enum могут быть преобразованы в char или один из целых типов (со знаком или без знака)
- Этот тип должен быть достаточен для хранения значений всех элементов enum
- Конкретный тип выбирается

struct, union 1/2

Здесь
- спецификатор-struct-или-union
- struct-или-union
- список-описания-struct
- описание-struct

```
struct-or-union-specifier:
    struct-or-union identifier opt { struct-declaration-list }
    struct-or-union identifier
struct-or-union:
    struct
    union
struct-declaration-list:
    struct-declaration
    struct-declaration-list struct-declaration
struct-declaration:
    specifier-qualifier-list struct-declarator-list ;
```

Далее
- список-спецификаторов-квалификаторов
- список-описателя-struct
- константное-выражение
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

struct, union 2/2

```
struct-declarator-list:
    struct-declarator
    struct-declarator-list , struct-declarator
struct-declarator:
    declarator
    declarator opt : constant-expression
```

```
struct Small_3D_Point {
        unsigned int x:10, y:10, z:10;
};
```

Здесь
- список-описателя-struct
- список-спецификаторов-квалификаторов

Далее
- константное-выражение
- выражение-присваивание
- составная-инструкция

- Через : задается ширина битового поля внутри значений типа _Bool (C99), signed int, unsigned int или типа, определенного реализацией компилятора
- Ширина битового поля должна быть >= 0 и не превышать числа битов в значении, внутри которого находится битовое поле
- Значением битового поля является целое число со знаком или без знака
- Битовые поля последовательно упаковываются в
- Если ширина поля равна нулю, то объявитель должен отсутствовать; такое поле - последнее поле внутри

Составная инструкции

```
compound-statement:
    { block-item-list opt }
block-item-list:
    block-item
    block-item-list block-item
block-item:
    declaration
    statement
```

Здесь
- составная-инструкция
- список-блоков
- блок
- инструкция

Далее
- выражение-присваивание
- константное-выражение
- помеченная-инструкция
- выражение-инструкция
- инструкция-выбора
- инструкция-повторения
- инструкция-перехода

```
statement:
    labeled-statement
    compound-statement
    expression-statement
    selection-statement
    iteration-statement
    jump-statement
```

Заключение

- Простые типы данных
  - Ограничения на простые типы данных
- Машинное представление простых типов данных

- Обзор тела синтаксиса языка Си
- Синтаксис внешних определений на языке Си
- Синтаксис объявлений на языке Си
- Синтаксис инструкций на языке Си