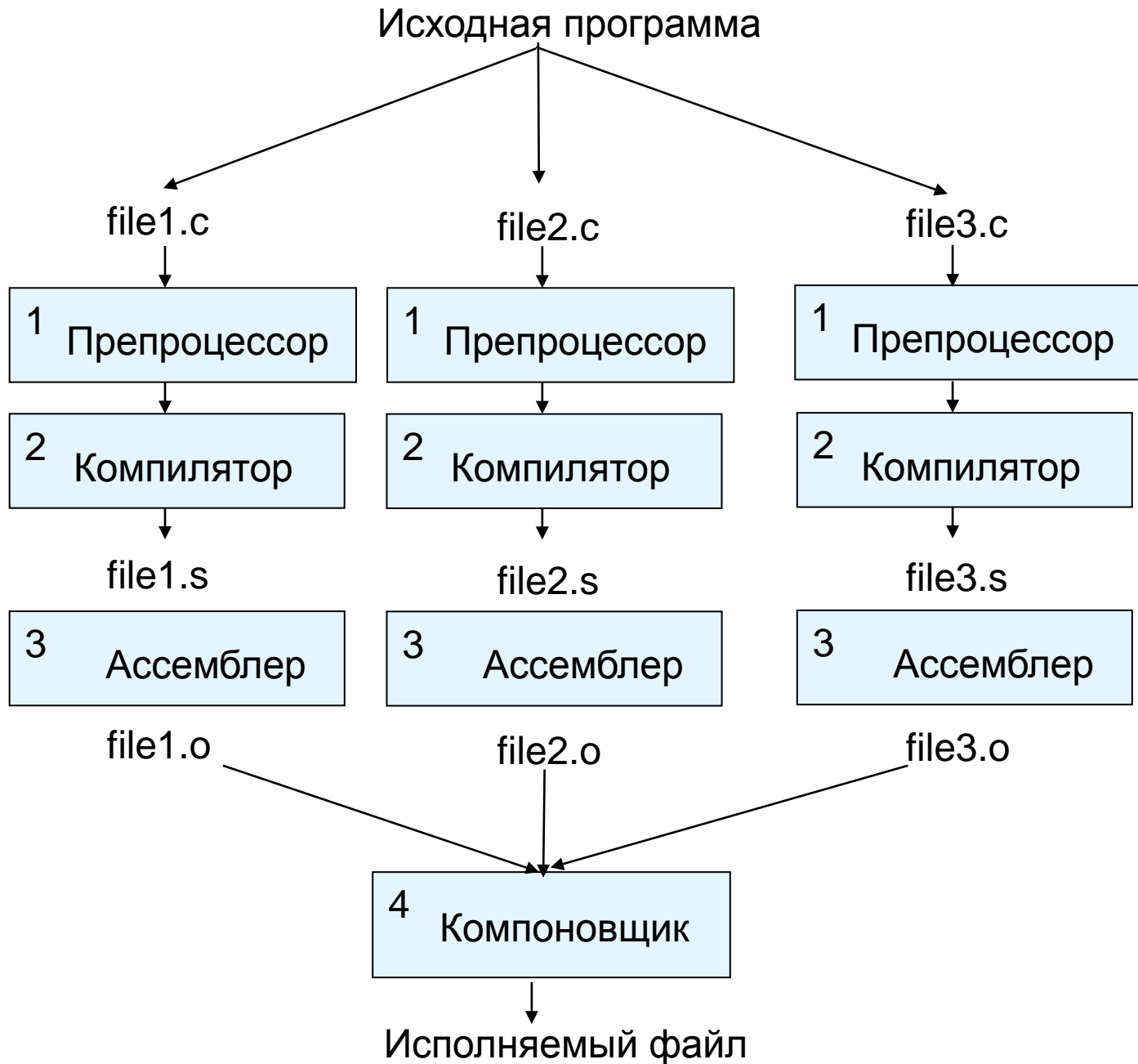


**Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»
1 семестр 2015/2016**

Лекция 14

Схема компиляции



Преппроцессор

- ◇ Перед компиляцией выполняется этап препроцессирования. Это обработка программного модуля для получения его окончательного текста, который отдается компилятору.
- ◇ Управление препроцессированием выполняется с помощью *директив* препроцессора:

```
#include <...> - системные библиотеки
```

```
#include "... " - пользовательские файлы
```

```
#define name(parameters) text
```

```
#undef name
```

```
#define MAX 128
```

```
#define ABS(x) ((x) >= 0 ? (x) : -(x))
```

```
x -> y - 7
```

```
ABS(x) -> ((y - 7) >= 0 ? (y - 7) : -(y - 7))
```

```
x -> a-- ?
```

Преппроцессор и условная компиляция

- ◆ Преппроцессор позволяет организовать условное включение фрагментов кода в программу

`#ifdef name / #endif` – проверка определения имени

```
#ifndef _STDIO_H
#define _STDIO_H
<... текст файла ...>
#endif
```

Препроцессор и условная компиляция

- ◆ Препроцессор позволяет организовать условное включение фрагментов кода в программу

`#if/#if defined/#elif/#else/#endif` – общие проверки условий

```
#if HOST_BITS_PER_INT >= 32
typedef unsigned int gfc_char_t;
#elif HOST_BITS_PER_LONG >= 32
typedef unsigned long gfc_char_t;
#elif defined(HAVE_LONG_LONG)
    && (HOST_BITS_PER_LONGLONG >= 32)
typedef unsigned long long gfc_char_t;
#else
#error "Cannot find an integer type with at least 32 bits"
#endif
```

Препроцессор: операции # и

- ◆ Операция # позволяет получить строковое представление аргумента

```
#define FAIL(op) \
    do { \
        fprintf (stderr, "Operation " #op "failed: " \
                "at file %s, line %d\n", __FILE__, \
                __LINE__); \
        abort (); \
    } while (0)
```

```
int foo (int x, int y) {
    if (y == 0)
        FAIL (division);
    return x / y;
}
```

```
do { fprintf (stderr, "Operation " "division" "failed: " "at file  
%s, line %d\n", "fail.c", 13); abort (); } while (0);
```

Препроцессор: операции # и

- ◆ Операция ## позволяет объединить фактические аргументы макроса в одну строку

java-opcode.h:

```
enum java_opcode {
#define JAVAOP(NAME, CODE, KIND, TYPE, VALUE) \
    OPCODE_##NAME = CODE,
#include "javaop.def"
#undef JAVAOP
LAST_AND_UNUSED_JAVA_OPCODE
};

javaop.def:
JAVAOP (nop,                0, STACK,    POP,      0)
JAVAOP (aconst_null,        1, PUSHHC,  PTR,      0)
JAVAOP (iconst_m1,          2, PUSHHC,  INT,     -1)
<...>
JAVAOP (ret_w,               209, RET,     RETURN,  VAR_INDEX_2)
JAVAOP (impdep1,            254, IMPL,    ANY,      1)
JAVAOP (impdep2,            255, IMPL,    ANY,      2)
```

Препроцессор: операции # и

- ◆ Операция ## позволяет объединить фактические аргументы макроса в одну строку

```
gcc -E java-opcodes.h:
enum java_opcode {
OPCODE_nop = 0,
OPCODE_aconst_null = 1,
OPCODE_iconst_m1 = 2,
OPCODE_iconst_0 = 3,
<...>
OPCODE_impdep2 = 255,
LAST_AND_UNUSED_JAVA_OPCODE
};
```


Компоновка и классы памяти

Класс памяти	Время жизни	Видимость	Компоновка	Определена
автоматический	автоматическое	блок	нет	В блоке
регистровый	автоматическое	блок	нет	В блоке как <code>register</code>
статический	статическое	файл	внешняя	Вне функций
статический	статическое	файл	внутренняя	Вне функций как <code>static</code>
статический	статическое	блок	нет	В блоке как <code>static</code>

- ◆ Квалификатор `extern`: переменная определена и память под нее выделена в другом файле
- ◆ Классы памяти функций:
 - ◆ статическая (объявлена с квалификатором `static`)
 - ◆ внешняя (`extern`), по умолчанию
 - ◆ встраиваемая (`inline`, C99)
- ◆ Объявление внешних функций в заголовочных файлах:
`extern void *realloc (void *ptr, size_t size);`

Компоновщик

- ◆ Организует слияние нескольких объектных файлов в одну программу
- ◆ Разрешает неизвестные символы (внешние переменные и функции)
 - ◆ Глобальные переменные с одним именем получают одну область памяти
 - ◆ Ошибки, если необходимых имен нет или есть несколько объектов с одним именем
 - ◆ Опции для указания места поиска
- ◆ Хорошим стилем программирования является экспорт лишь тех объектов, которые используются в других файлах (интерфейс модуля)
 - ◆ Используйте квалификатор `static`
- ◆ Сборка исполняемого файла или библиотеки (*статической* или *динамической*)

Отладка программ

- ◇ Все программы содержат ошибки, отладка – это процесс поиска и удаления некоторых ошибок
- ◇ Существуют другие методы обнаружения ошибок (тестирование, верификация, статические и динамические анализаторы кода), но их применение не гарантирует отсутствия ошибок
- ◇ Для отладки используют инструменты, позволяющие получить информацию о поведении программы на некоторых входных данных, не изменяя ее поведения
- ◇ Простейший метод: *отладочная печать*

```
int *a; int n;
n = read_array (a);
debug_array (a, n);

static void debug_array (int *a, int n) {
    fprintf (stderr, "Array (%d)", n);
    for (int i = 0; i < n; i++)
        fprintf (stderr, "%d ", a[i]);
    fprintf (stderr, "\n");
}
```

- ◇ Отладочная печать может контролироваться макросом (`NDEBUG`) 11

Отладка программ: отладчики

- ◇ Отладчик – основной инструмент отладки программы
- ◇ Отладчик позволяет
 - ◆ запустить программу для заданных входных данных
 - ◆ останавливать выполнение по достижении заданных точек программы безусловно или при выполнении некоторого условия на значения переменных
 - ◆ останавливать выполнение, когда некоторая переменная изменяет свое значение
 - ◆ выполнить текущую строку исходного кода программы и снова остановить выполнение
 - ◆ посмотреть/изменить значения переменных, памяти
 - ◆ посмотреть текущий стек вызовов
- ◇ Необходимое условие для отладки на уровне исходного кода: наличие в исполняемом файле программы *отладочной информации* (связи между командами процессора и строками исходного кода программы, связь между адресами и переменными и т.д.)

Отладка программ: отладчик `gdb`

- ◆ Компиляция с отладочной информацией: `gcc -g`
- ◆ Некоторые команды `gdb`
 - ◆ `gdb <file> --args <args>` – загрузить программу с заданными параметрами командной строки
 - ◆ `run/continue` – запустить/продолжить выполнение
 - ◆ `break <function name/file:line number>` – завести безусловную *точку останова*
 - ◆ `cond <bp#> condition` – задать условие остановки выполнения для некоторой точки останова
 - ◆ `watch <variable/address>` – задать *точку наблюдения* (остановка выполнения при изменении значения переменной или памяти по адресу)
 - ◆ `next/step` – выполнить текущую строку исходного кода программы без захода/с заходом в вызываемые функции
 - ◆ `print <var>/set <var> = expression` – посмотреть /изменить текущие значения переменных, памяти
 - ◆ `bt` – посмотреть текущий стек вызовов
- ◆ Среда Code::Blocks поддерживает `gdb` в своем интерфейсе

Отладка программ: примеры команд gdb

◆ Установка точек останова

◆ МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ '.' ВМЕСТО '->'

```
b fancy_abort
```

```
b 7199
```

```
b sel-sched.c:7199
```

```
cond 2 insn.u.fld.rt_int == 112
```

```
cond 3 x_rtl->emit.x_cur_insn_uid == 1396
```

◆ Просмотр и изменение значений переменных

```
p orig_ops.u.expr.history_of_changes.base
```

```
p bb->index
```

```
set sched_verbose=5
```

```
call debug_vinsn (0x4744540)
```

◆ Установка точек наблюдения

```
wa can_issue_more
```

```
wa ((basic_block) 0x7ffff58b5680)->preds.base.prefix.num
```