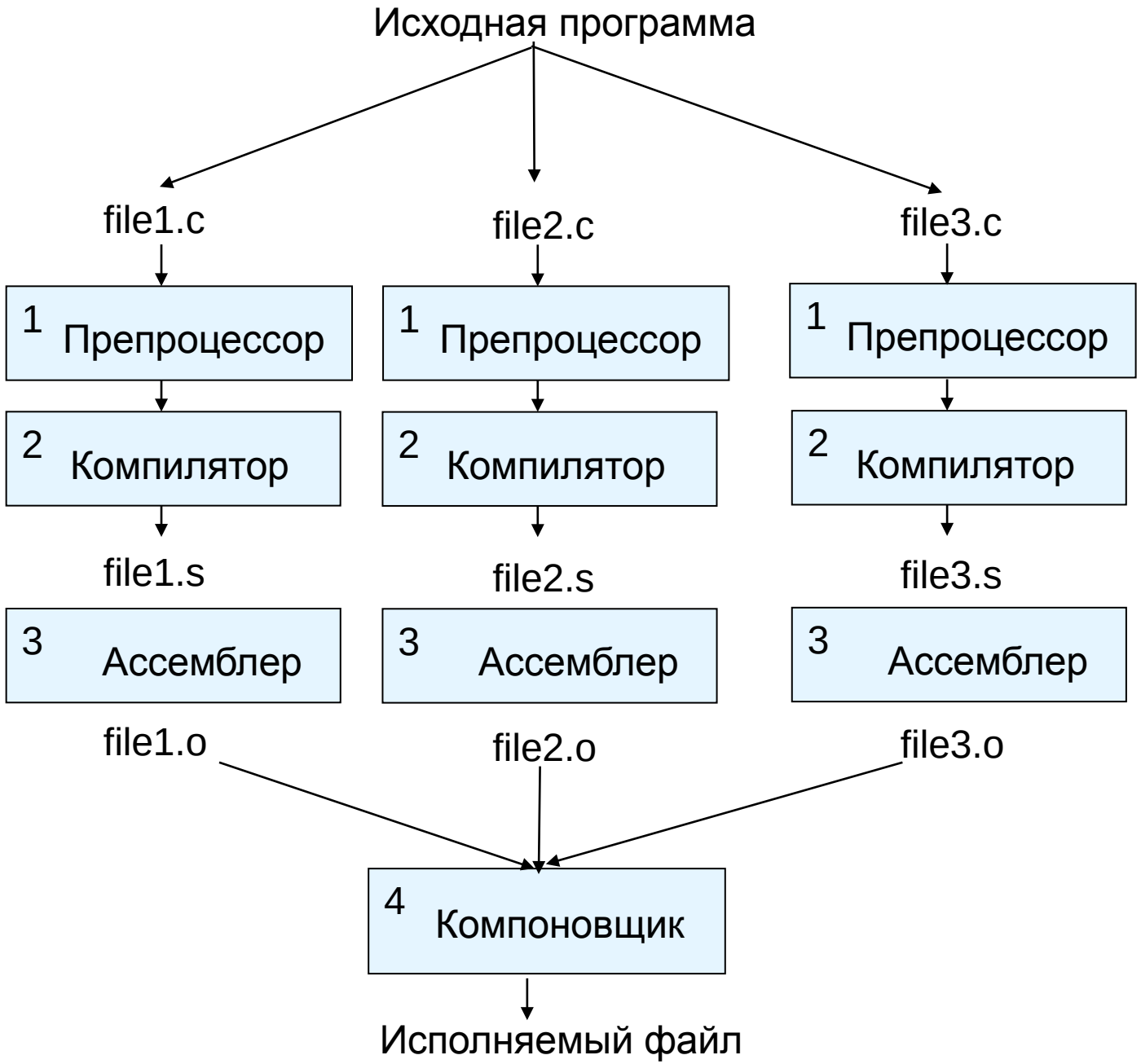
Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»
1 семестр 2014/2015

Лекция 13

Схема компиляции



Препроцессор

- 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-- ?
```

Препроцессор и условная компиляция

- Препроцессор 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-opcodes.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, PUSHC,   PTR,    0)
JAVAOP (iconst_m1,        2, PUSHC,   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 **`register`**
статический	статическое	файл	внешняя	Вне функций
статический	статическое	файл	внутренняя	Вне функций как **`static`**
статический	статическое	блок	нет	В блоке как **`static`**

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

```
extern void *realloc (void *ptr, size_t size);
```

Компоновщик

- Организовывает 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**)

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
```