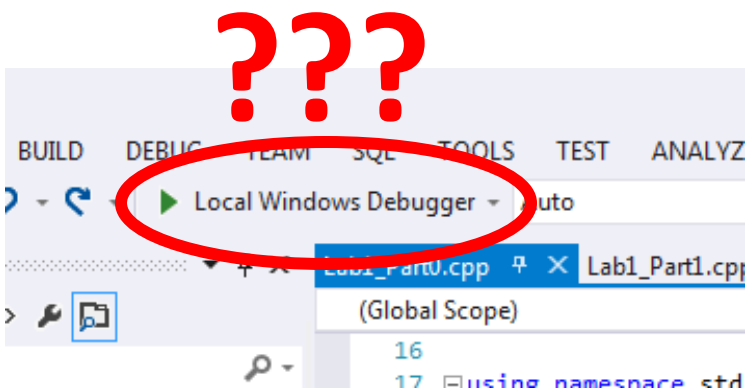
GNU toolchain

Как скомпилировать вашу программу

➢ Системы компиляции

- GNU toolchain
- Компилятор
- Ассемблер
- Линкер

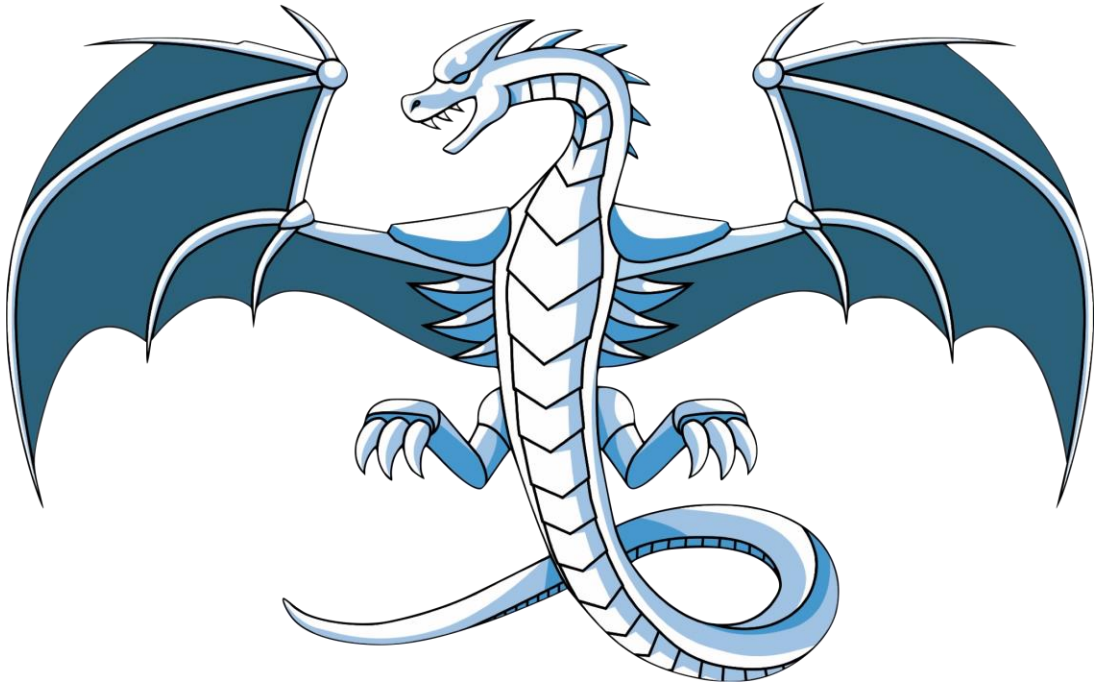
Системы компиляции



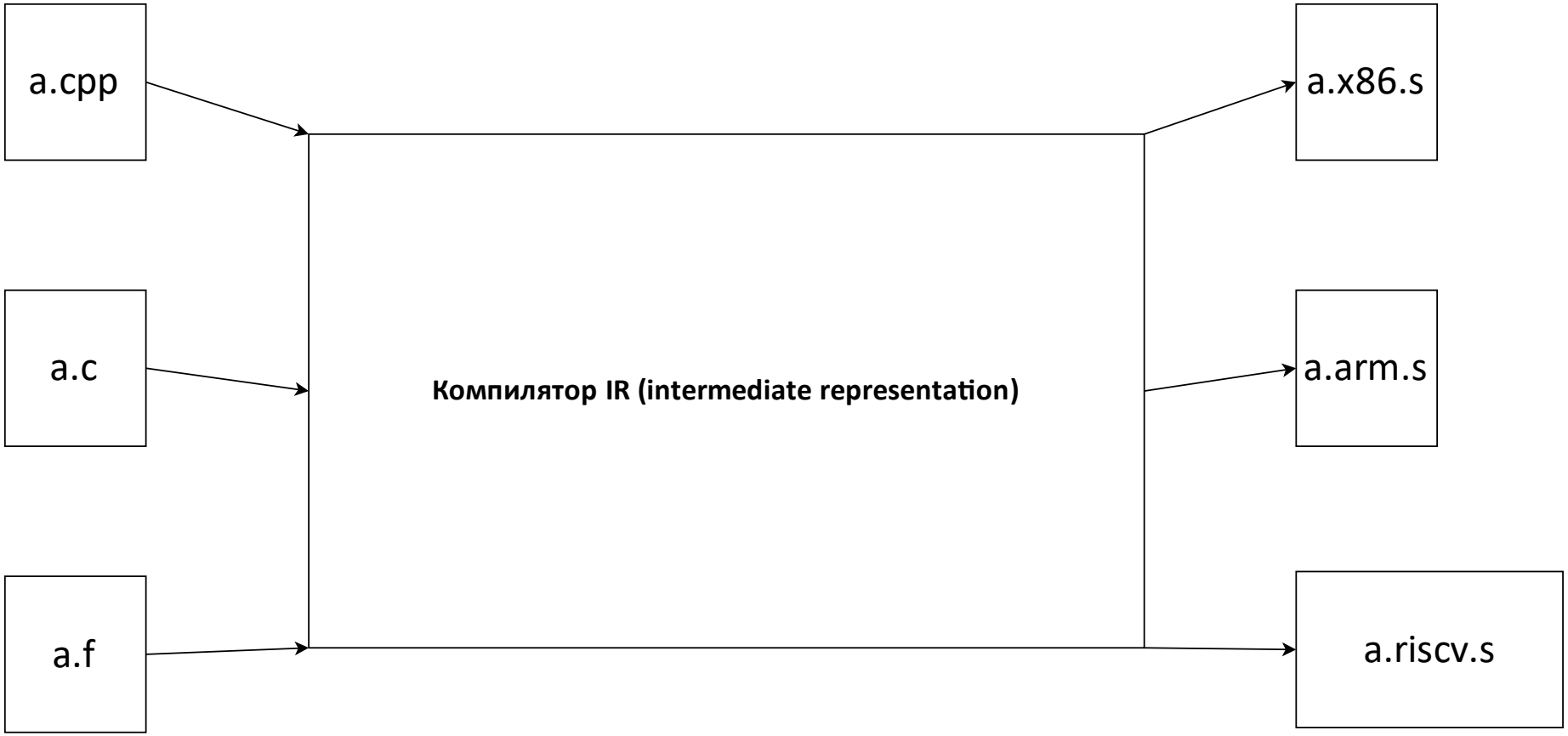
MSVC — компилятор Visual Studio

Системы компиляции

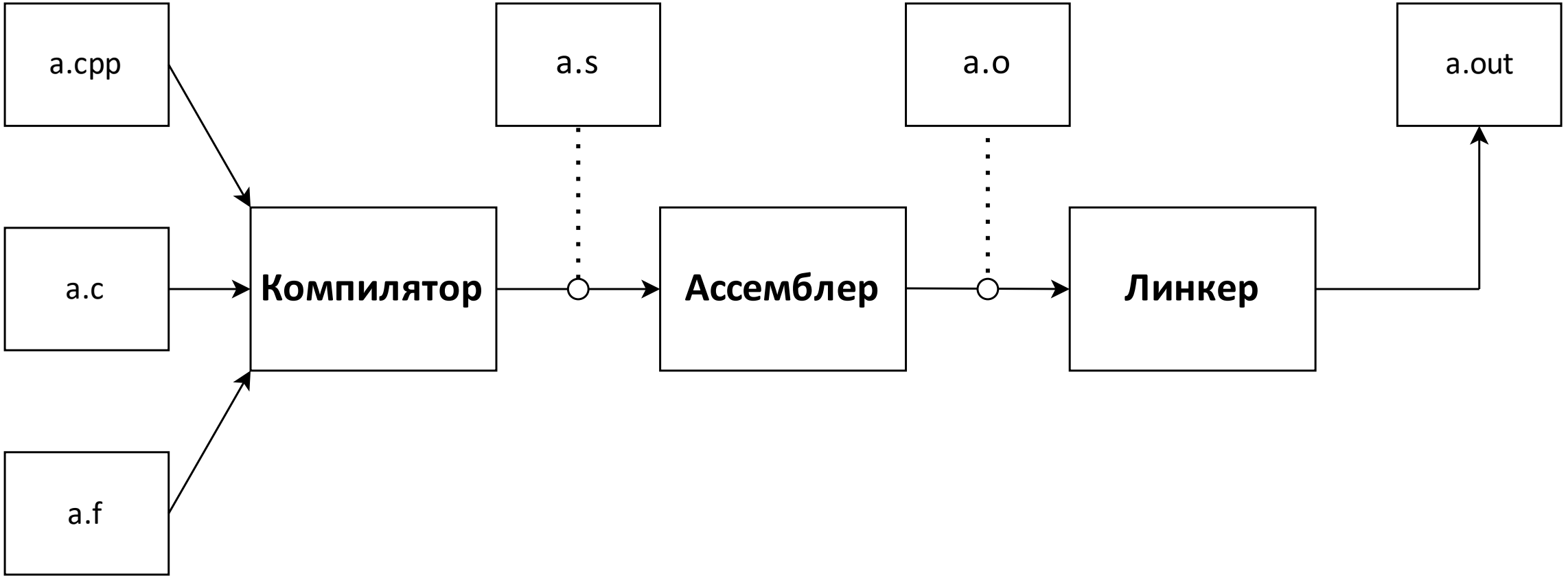
LLVM



Системы компиляции



Системы компиляции



- Системы компиляции
  - GNU toolchain
- Компилятор
- Ассемблер
- Линкер

GNU toolchain

- Авторы: Ричард Мэттью Столлман (rms) и сообщество
- ~ 15 миллионов LOC

What's bad about: ***Airbnb*** | ***Amazon*** | ***Amtrak*** | ***Ancestry*** | ***Apple*** | ***Cloudflare*** | ***Discord*** | ***Ebooks*** | ***Eventbrite*** | ***Evernote*** | ***Facebook*** | ***Frito-Lay*** | ***Frontier*** | ***Google*** | ***Gofundme*** | ***Grubhub*** | ***Intel*** | ***LinkedIn*** | ***Lyft*** | ***Meetup*** | ***Microsoft*** | ***Netflix*** | ***Patreon*** | ***Pay Toilets*** | ***Skype*** | ***Slack*** | ***Spotify*** | ***Tesla*** | ***Ticketmaster*** | ***Twitter*** | ***Uber*** | ***Wendy's*** | ***WhatsApp*** | ***Zoom***

RSS site feed for the most recent political notes and new material.

This is the personal web site of Richard Stallman.
The views expressed here are my personal views, not those of the Free Software Foundation or the GNU Project.
For the sake of separation, this site has always been hosted elsewhere and managed separately.

If you want to send me GPG-encrypted mail, do not trust key servers! Some of them have phony keys under my name and email address, made by someone else as a trick. See gpg.html for my real key.

Don't watch TV coverage of Covid-19!

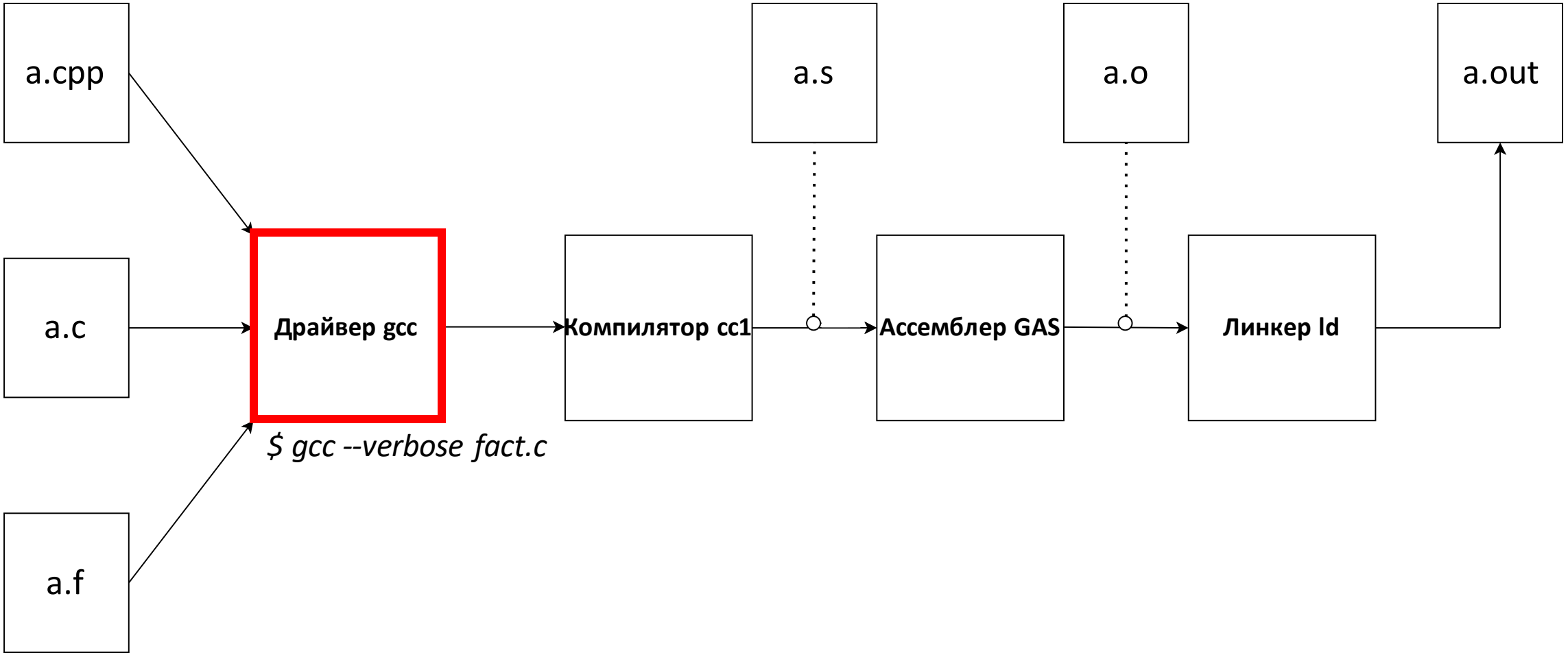
GNU toolchain

GNU toolchain

- gcc — компилятор (программа-драйвер, на самом деле компилятор называется cc1)
- make — система сборки
- GAS — ассемблер
- ld — линкер
- gdb — отладчик
- perf — анализатор производительности
- objdump — парсер объектных файлов
- …

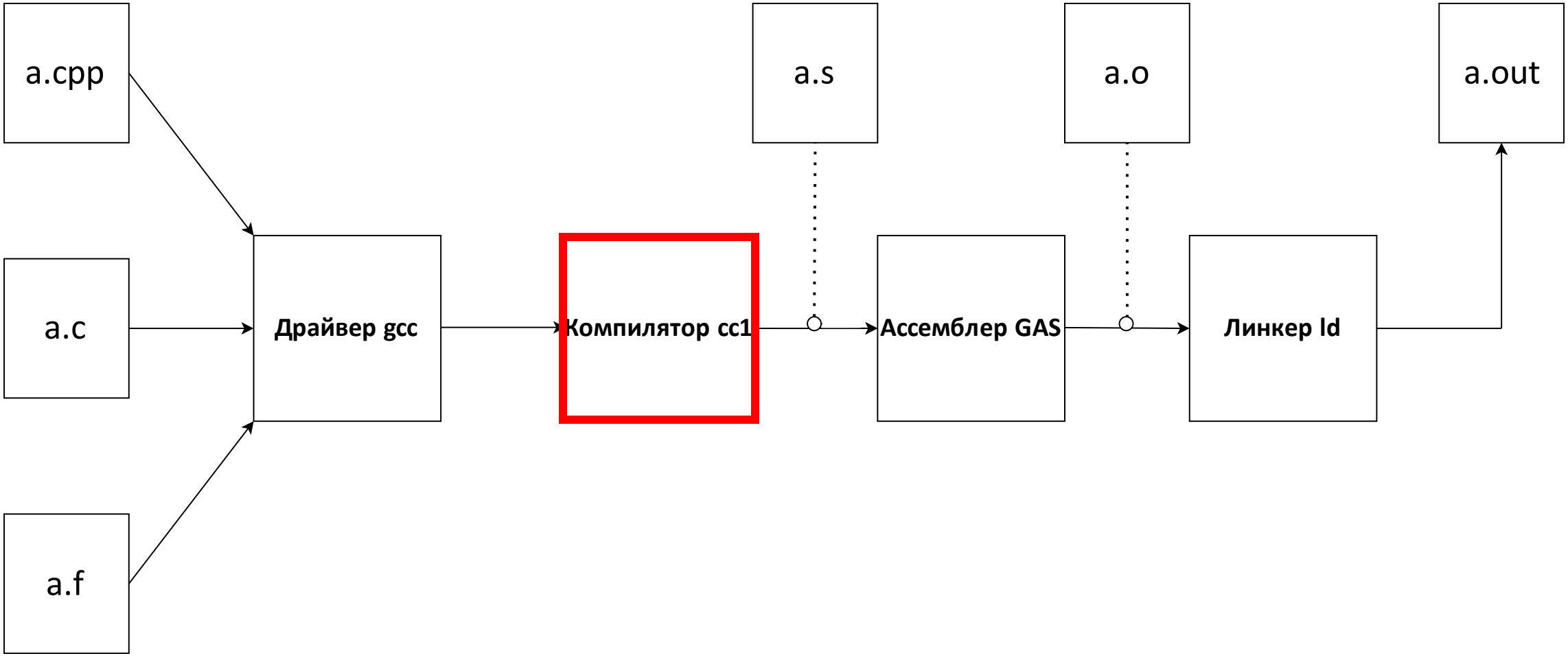
GNU Binutils

GNU toolchain



- Системы компиляции
- GNU toolchain
  - Компилятор
- Ассемблер
- Линкер

GNU toolchain



Что я такое?

Компилятор — программа, переводящая программу, написанную на языке высокого уровня в набор машинных инструкций

[Sanitizers]

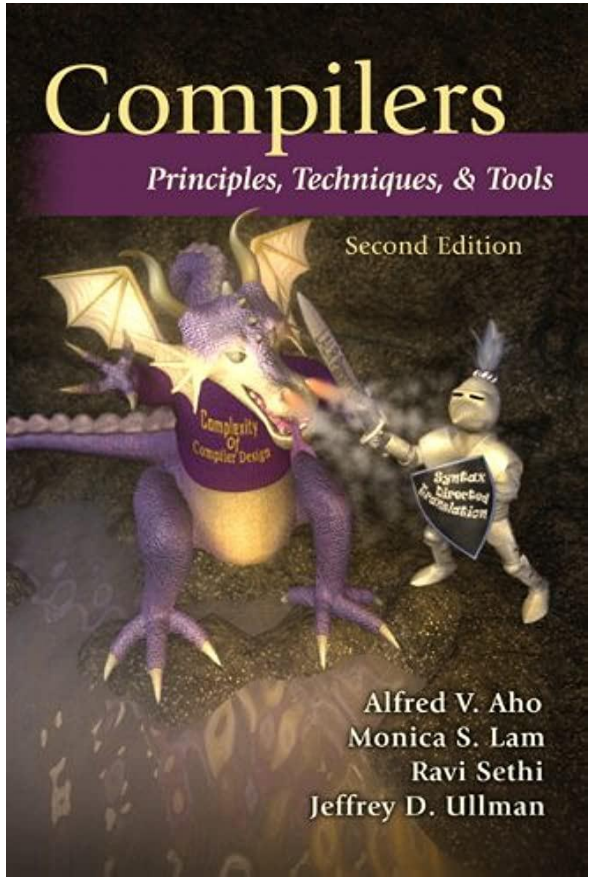
Примитивнейшая схема компилятора

Frontend

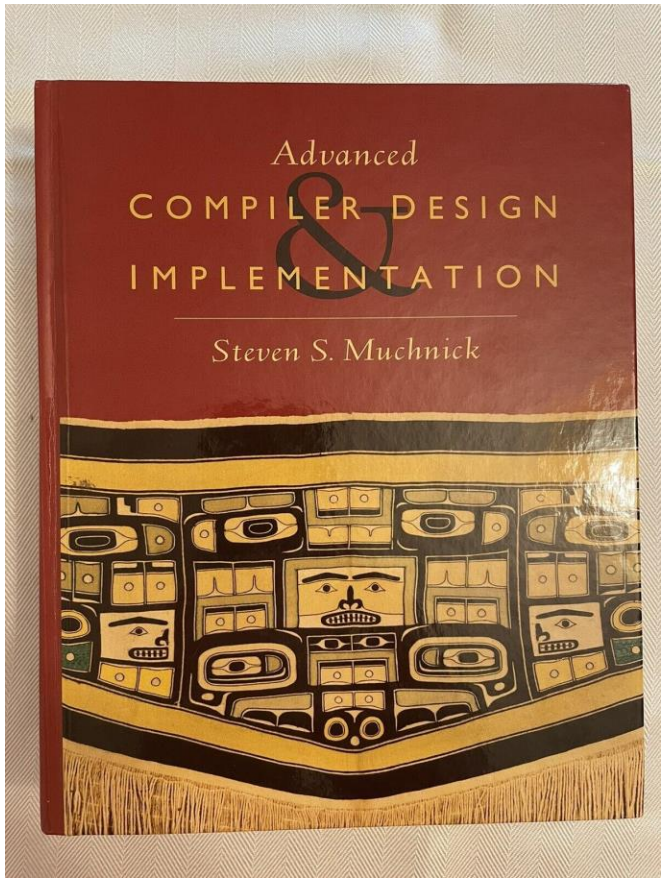
MiddleEnd/Backend

Компилятор

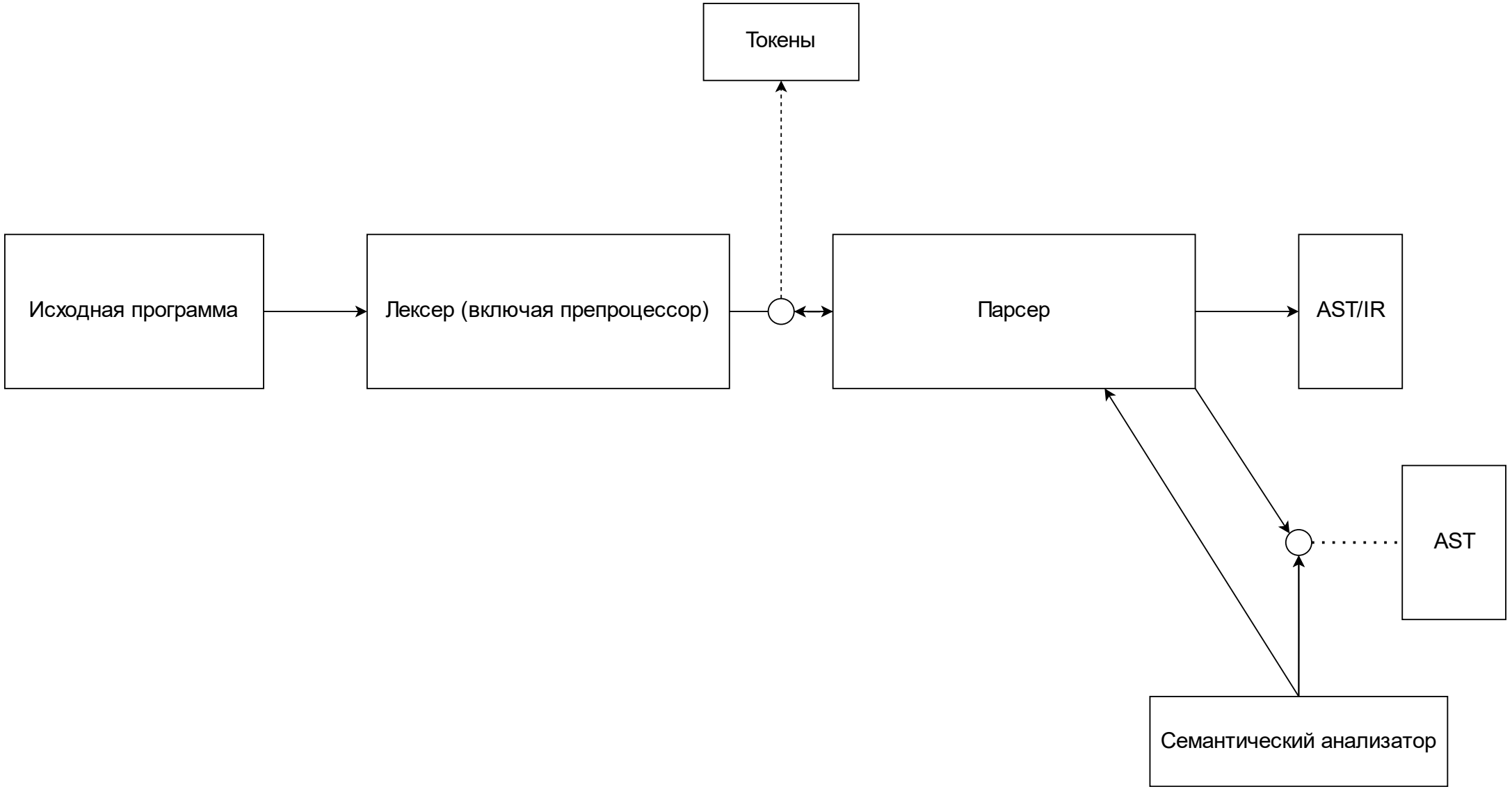
Frontend



MiddleEnd/Backend



Frontend

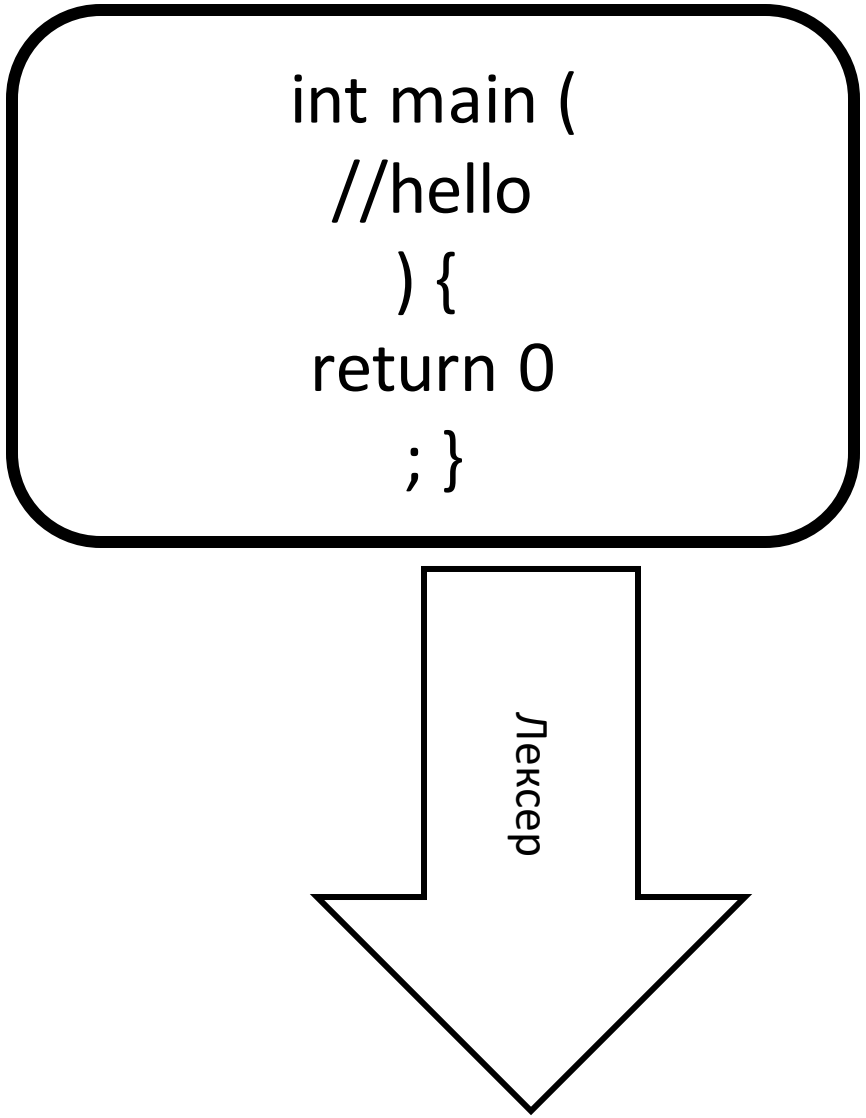

Токены
Исходная программа
Лексер (включая препроцессор)
Парсер
AST/IR
AST
Семантический анализатор

Лексер

Преобразует программу в последовательность лексем (tokens). Производит лексический анализ - проверка свойств регулярных языков с помощью ДКА.
Типичная ошибка: $ в имени переменной.

- Генерация preprocessing tokens
- Дальше включается препроцессор (подстановка include-ов, расскрытие макросов)
- Повторяем, пока не останется нераскрытых макросов

Результат работы лексера: чистые лексемы (или ошибка, при лексических ошибках)



See: C++ Translation Phases

Синтаксический и семантический анализ

Парсер производит *синтаксический анализ* (проверка свойств контекстно-свободных грамматик с помощью рекурсивного спуска)

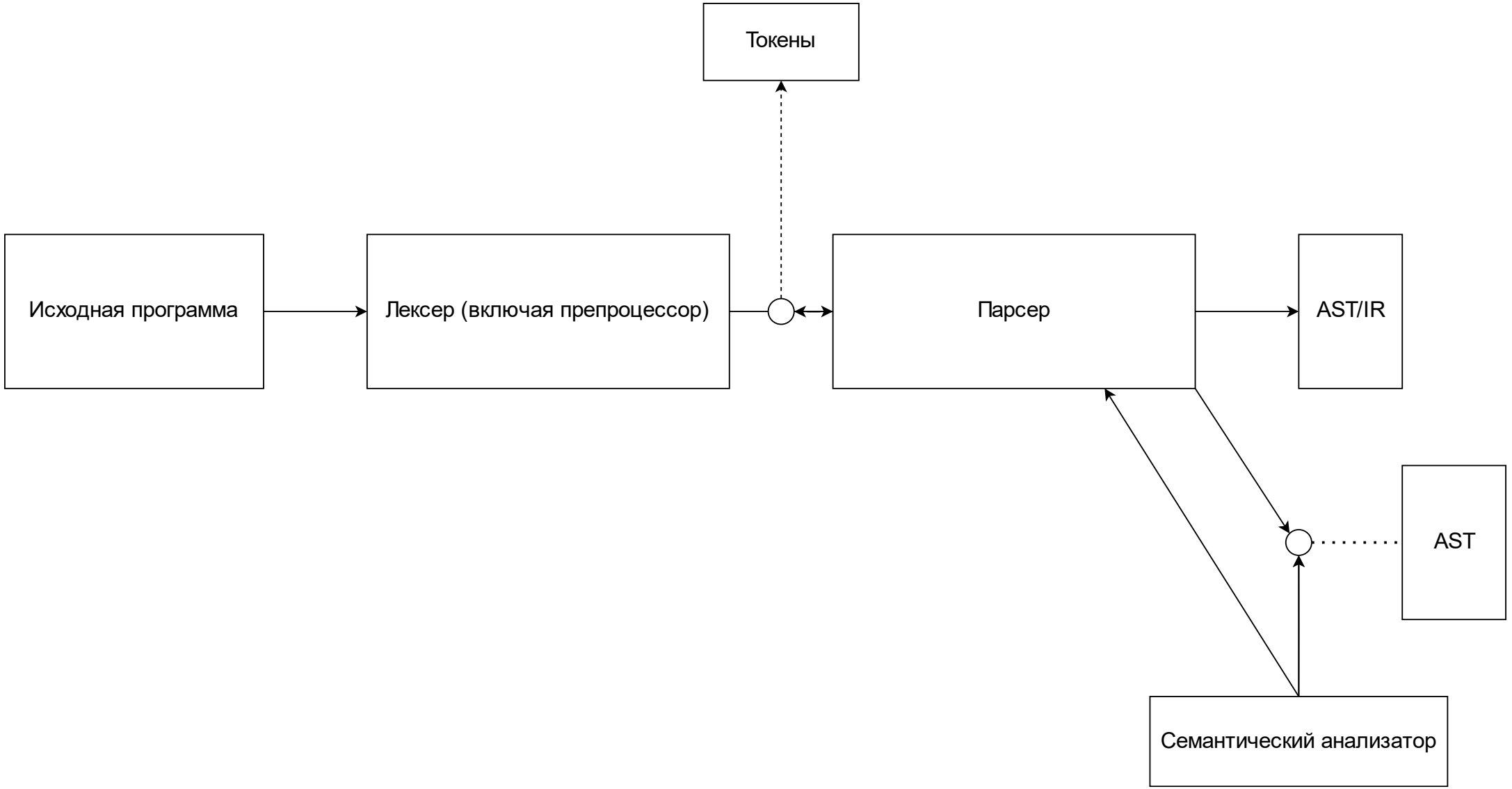
Модуль *семантического анализа*: проверка свойств контекстно-зависимых грамматик, самая сложная часть

Синтаксическая ошибка:
((()))() - незакрытая скобка

Семантическая ошибка:
int foo(int a, int b);
foo(5);
несовпадение аргументов функции при вызове

Во время работы парсер и семантический анализатор вызывают друг друга

Frontend


Токены
Исходная программа
Лексер (включая препроцессор)
Парсер
AST/IR
AST
Семантический анализатор

AST

$ clang -cc1 –ast-view fact.c

IR

В GCC существуют следующие IR:

- GENERIC
- gimple
- gimple SSA
- RTL (virtual registers)
- RTL (physical registers) – после regalloc

Оптимизации

```
$ gcc -O2 -fdump-rtl-all -fdump-tree-all fact.c -o fact
```

Современные компиляторы проводят над кодом множество оптимизаций. Основные группы:

- Machine independent, например: inline, recursion elimination
- Machine dependend, например: scheduler

Optimizations list

Работа окончена... или нет?

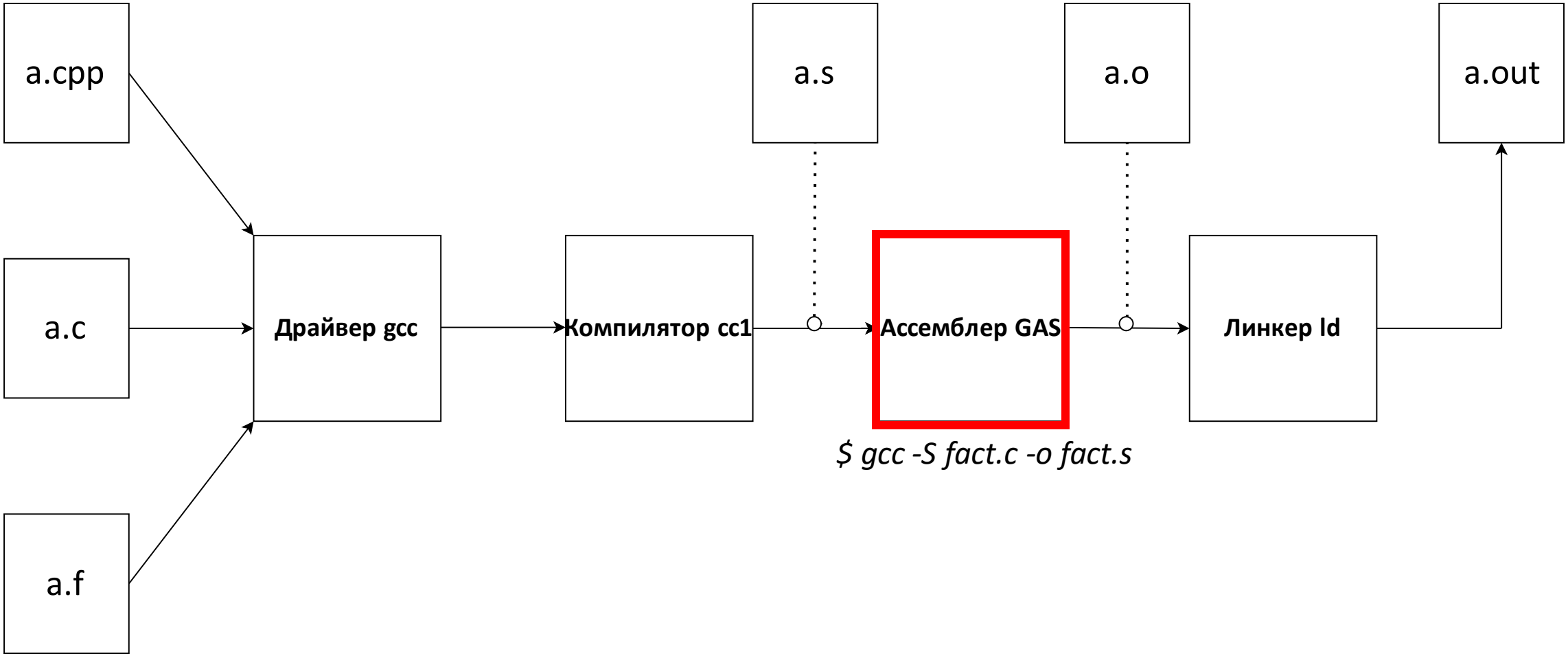
```
$ gcc -O2 -S fact.c -o fact.s
```

- Результат работы компилятора - ассемблер конкретной архитектуры (x86, ARM, RISC-V)
- Можно ли его уже запустить? Конечно, нет.

Передаём работу ассемблеру

- Системы компиляции
- GNU toolchain
- Компилятор
  - Ассемблер
- Линкер

GNU toolchain



Ассемблер

Это слово многозначно:

- Язык программирования
- Программа, производящая *ассемблирование*

… и что в итоге?

- Результат работы ассемблера — объектный файл (fact.o)
- Мы собрали в объектный файл *одну* единицу трансляции (грубо говоря, один файл fact.c)
- Реальные проекты состоят из сотен Translation Unit, и всех их надо собрать в один бинарник

Список литературы

- GCC manual
- Константин Владимиров, Toolchain & pony, 2020
- RMS homepage
- [Aho, Lam, Sethi, Ullman], Compilers: Principles, Techniques, and Tools, 2006
- Steven Muchnik, Advanced compiler design and implementation, 1997
- Jonh Levine, Linkers and Loaders, 1999