

# **СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИВАТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ФОРТРАН- ПРОГРАММ**

**Выполнили:**

**Колганов Александр Сергеевич, ВМК МГУ**

**Королев Николай Николаевич, ВМК МГУ**

**ПАВТ, Ростов-на-Дону, 2018**

# ЦЕЛИ РАБОТЫ

- Разработка алгоритма определения частных переменных в параллельных циклах
- Реализация алгоритма и его использование
  - в компиляторе Fortran-DVMH
  - в системе автоматизированного распараллеливания SAPFOR
  - подробности ([www.dvm-system.org](http://www.dvm-system.org))

# ПРИВАТНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ

- Каждый виток параллельного цикла использует свою копию приватной переменной

```
!$SPF analysis (private(m))
!DVM$ parallel (i) on a(i), private(m)
do i = 1, 10
    m = i * 3
    a(i) = m
enddo
```

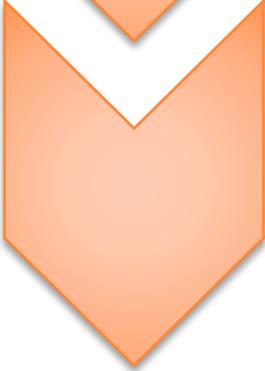
- Переменная является приватной по выходу, если она используется на чтение после цикла

```
do i = 1, 10
    m = i * 3
    a(i) = m
enddo
a(0) = m
```

# СХЕМА СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

- 
- Промежуточное представление

- 
- Анализ потока данных
  - Межпроцедурный анализ

- 
- Модификация DVM/SPF-директив
  - Предупреждения для программиста

# ПОЛУЧЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Представление в виде дерева  
разбора



Обработка управляющих  
конструкций



Промежуточное представление  
с явными переходами



Представление в виде графа  
потока управления

# АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИВАТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

- $DEF(S): \{v \in VAR \mid v \text{ имеет видимое извне определение в } S\}$
- $USE(S): \{v \in VAR \mid v \text{ имеет видимое извне использование в } S\}$
- $MRD_{in}(S) = \bigcap_{t \in pred(S)} MRD_{out}(t)$
- $MRD_{out}(S) = MRD_{in}(S) \cup DEF(S)$
- $USE_b(L) = \bigcup_{t \in body(L)} (USE(t) - MRD_{in}(t))$
- $PRI_b(L) = \left( \bigcup_{t \in body(L)} (USE(t) \cup DEF(t)) - USE_b(L) \right)$

Множество  $PRI_b(L)$  представляет собой множество частных переменных цикла  $L$ .

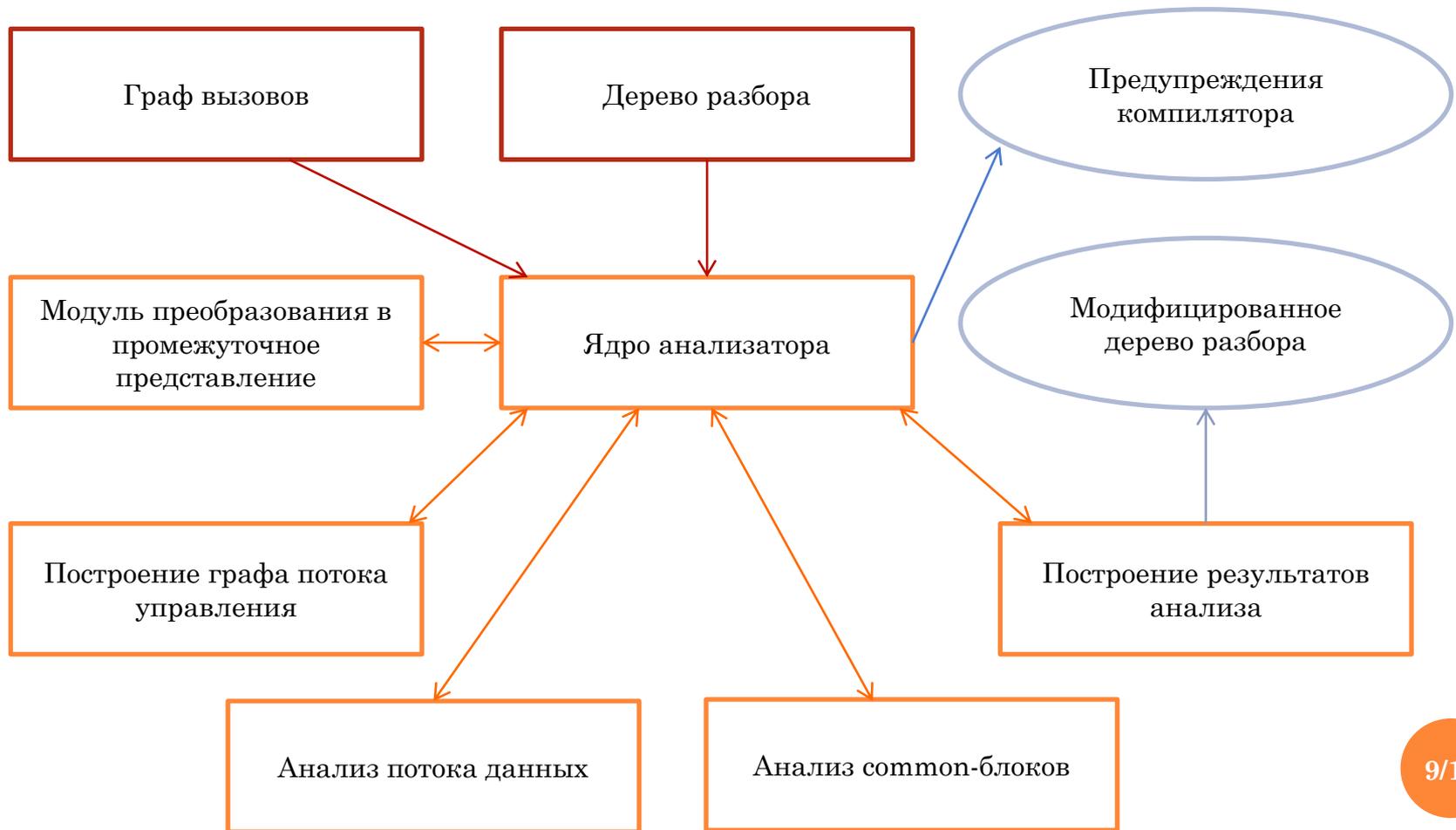
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВАТНЫХ ПО ВЫХОДУ ПЕРЕМЕННЫХ

- Производится анализ живых переменных на выходе из цикла ( $LV_{in}(L_f)$ )
- Строится множество частных переменных ( $PRI_b(L)$ )
- Множество частных по выходу переменных получается как  $PRI_b(L) \cap LV_{in}(L_f)$

# МЕЖПРОЦЕДУРНЫЙ АНАЛИЗ

- Анализ вызовов
- Анализ глобальных переменных
  - common-блоки
  - модули
  - внутренние процедуры

# РЕАЛИЗАЦИЯ. АРХИТЕКТУРА СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА.



# ТЕСТИРОВАНИЕ

- Корректность преобразования в промежуточное представление
- Сравнение результатов работы с ручным анализом на тестах NAS Parallel Benchmarks

Тест	Всего параллельных циклов	Всего приватных переменных	Не обнаружено
<b>BT</b>	14	121	0
<b>CG</b>	15	7	0
<b>EP</b>	1	20	0
<b>FT</b>	14	177	0
<b>LU</b>	78	228	0
<b>MG</b>	14	80	0
<b>SP</b>	15	111	0

# РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Разработан алгоритм определения приватных переменных;
2. В компилятор Fortran-DVMH и систему SARFOR интегрирован модуль статического анализа, который:
  - преобразовывает дерево разбора в граф потока управления;
  - реализует разработанный алгоритм;
  - использует полученные результаты для модификации дерева разбора и выдачи предупреждений пользователю.

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Колганов Александр Сергеевич, ВМК МГУ, [ALEANDER.K.S@MAIL.RU](mailto:ALEANDER.K.S@MAIL.RU)  
Королев Николай Николаевич, ВМК МГУ, [NICKVNUK@GMAIL.COM](mailto:NICKVNUK@GMAIL.COM)

DVM & SAPFOR: [WWW.DVM-SYSTEM.ORG](http://WWW.DVM-SYSTEM.ORG)

