МЕТОД АЛЛЕНА-КЕННЕДИ

(дополнение к разделу 2.1)

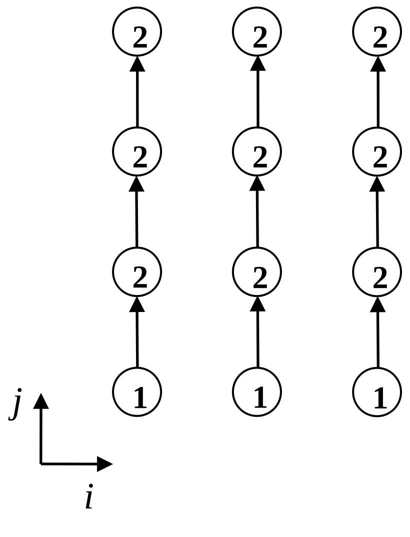
Пусть существует зависимость $S_\alpha(I) \to S_\beta(J)$. Номер l первой ненулевой компоненты вектора зависимостей $d^{(\alpha,\beta)}=J–I$ (вектора расстояний) называется уровнем зависимости. Если $J–I = 0$, то принимается $l=\infty$.

Уровень зависимости указывает цикл, по которому имеется зависимость. Отметим, что если есть зависимость по внешнему циклу, то при определении уровня зависимостей не надо рассматривать зависимости по внутренним циклам (если «месяц» отличается, то для определения, могут ли «месяцы» выполнять операции одновременно (dopar), не имеет значения, отличаются ли дни).

Уровни зависимостей используются для определения параллельности циклов (для нахождения координатного параллелизма).

При исследовании параллельности циклов примеров из раздела 1.2 применялись те же идеи, что и в методе Аллена-Кеннеди.

Развернутый граф для предварительного примера:

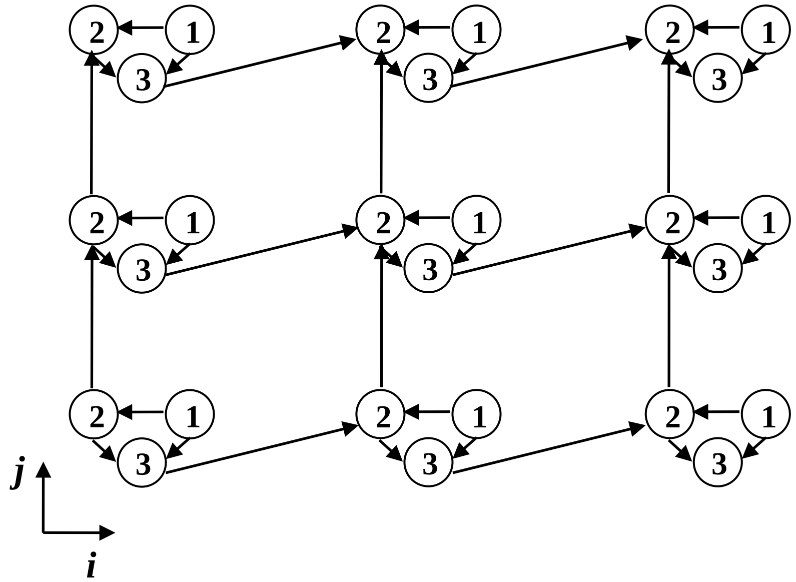


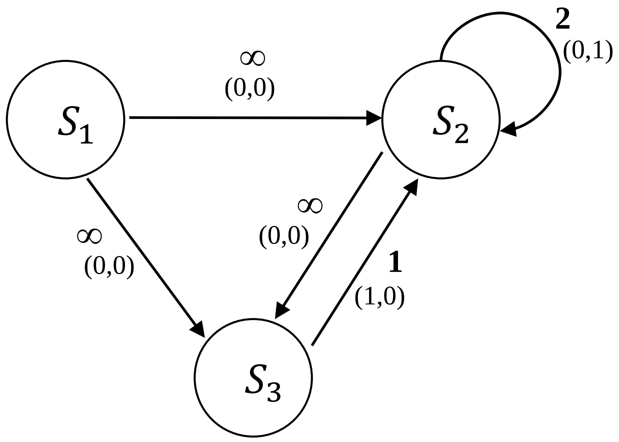
Развернутые графы и векторы зависимостей в этом разделе изображены только для лучшего понимания.

Уровень зависимости говорит только о наличии зависимости (внутриитерационной, по некоторому циклу) и несет меньше информации, чем векторы зависимости.

Пример (пример 3 Курса лекций).

```
do i=1,N
    do j =1,N
        S1:  a(i,j) = i
        S2:  b(i,j) = b(i,j–1) + a(i,j)c(i–1,j)
        S3:  c(i,j) = 2b(i,j) + a(i,j)
    enddo
enddo
```



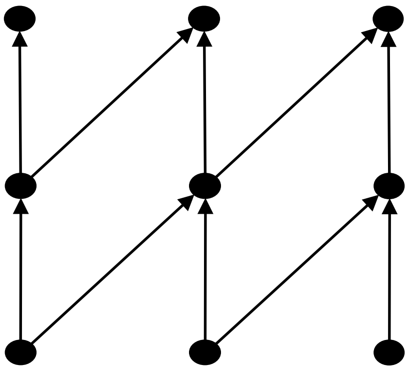


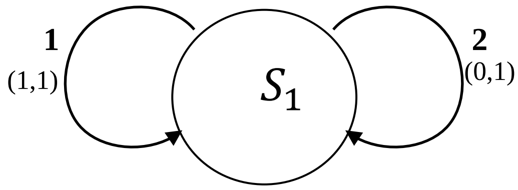
Оптимальность метода Аллена-Кеннеди:

Если известны только уровни зависимостей, то нельзя извлечь больше параллелизма, чем при исследовании с помощью метода Аллена-Кеннеди.

Пример (метод Аллена-Кеннеди не находит координатный параллелизм, но после перестановки циклов находит параллельный внутренний цикл).

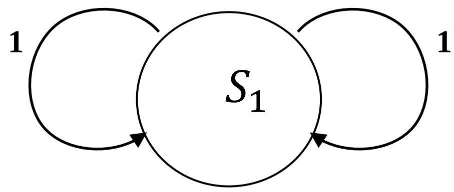
```
do i=1,N
    do j =1,N
        S1(i,j):  a(i,j) = a(i–1,j–1)+ a(i,j–1)
    enddo
enddo
```





Параллелизм не найден, так как есть зависимости уровня 1 и уровня 2. Переставим циклы (допустимое в данном случае преобразование):

```
do j=1,N
    do i =1,N
        S1(j,i):  a(i,j)=a(i–1,j–1)+a(i,j–1)
    enddo
enddo
```



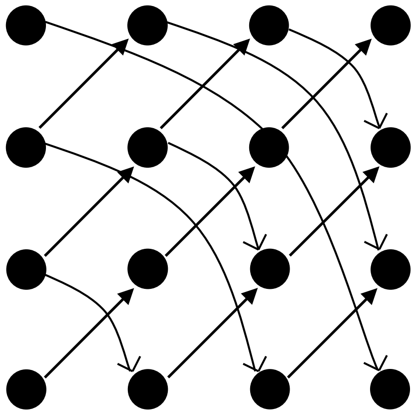
Применим метод Аллена-Кеннеди:

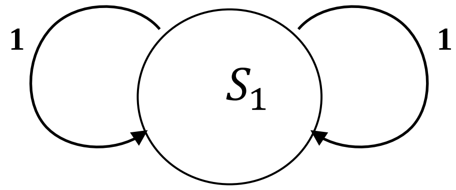
```
do seq j=1,N
    do par i =1,N
        S1(j,i):  a(i,j) = a(i–1,j–1)+a(i,j–1)
    enddo
enddo
```

Пример (метод Аллена-Кеннеди находит параллельный внутренний цикл; следующий пример очень похожий, но параллелизм не будет найден).

do i=1,N
    do j =1,N
        $S_1(i,j)$: $a(i,j) = a(i–1,j–1)+ a(j,i)$
    enddo
enddo

Имеем зависимости только уровня 1 ($S_1(j,i) \to S_1(i,j)$, $d=(i–j,j–i)$, $i>j$, – зависимость уровня 1).

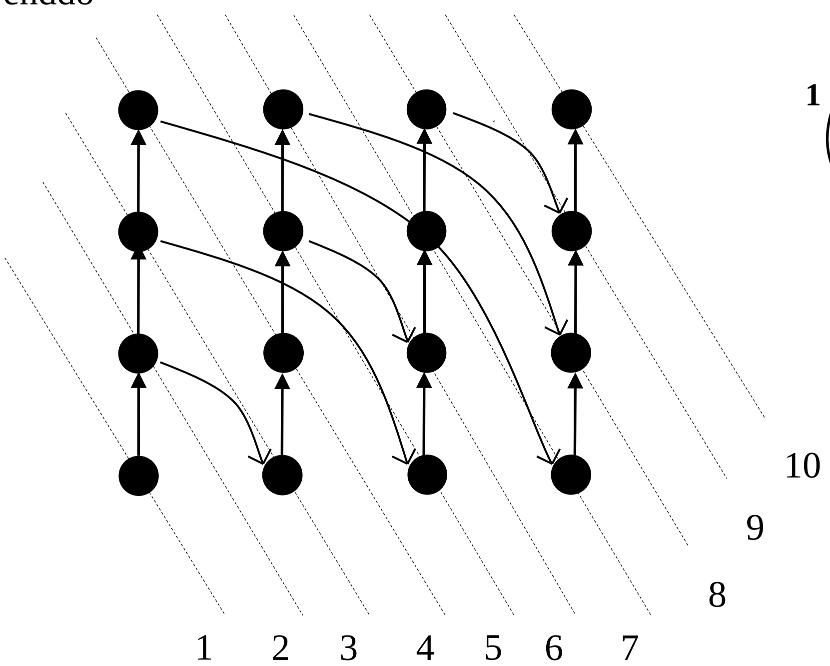


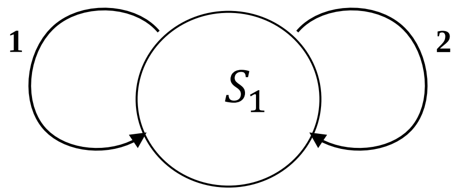


После применения метода Аллена-Кеннеди внутренний цикл можно пометить как параллельный.

Пример (метод Аллена-Кеннеди не находит скошенный параллелизм).

do i=1,N
    do j =1,N
        $S_1(i,j)$: $a(i,j) = a(i,j–1)+ a(j,i)$
    enddo
enddo





Метод Аллена-Кеннеди параллелизма не находит, но параллелизм есть (скошенный параллелизм).