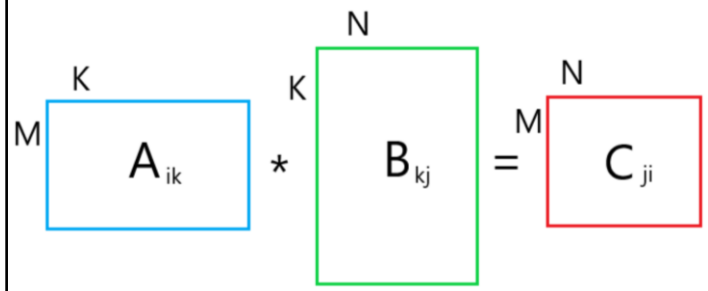
Задача 2.Итеративное умножение матриц: замена со <-> for. Сравнение.

Исследование провёл студент группы 22207 Гордеев Никита

Дата выполнения работы 11.12.2022 (Вариант 3)

Постановка задач

1. **Взять представленную на лекции программу итеративного умножения матриц, выполнить замену.**
2. **Что измениться в работе программы (сравнение).**



$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} + a_{13} \cdot b_{31} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} + a_{13} \cdot b_{32} & \cdot b_{13} + a_{12} \cdot b_{23} + a_{13} \cdot b_{33} \\ a_{21} \cdot b_{11} + a_{22} \cdot b_{21} + a_{23} \cdot b_{31} & a_{21} \cdot b_{12} + a_{22} \cdot b_{22} + a_{23} \cdot b_{32} & \cdot b_{13} + a_{22} \cdot b_{23} + a_{23} \cdot b_{33} \\ a_{31} \cdot b_{11} + a_{32} \cdot b_{21} + a_{33} \cdot b_{31} & a_{31} \cdot b_{12} + a_{32} \cdot b_{22} + a_{33} \cdot b_{32} & \cdot b_{13} + a_{32} \cdot b_{23} + a_{33} \cdot b_{33} \end{vmatrix}$$

Код исходной программы

```
double a[n,n], b[n,n];
co [i = 0 to (n - 1)] { # цикл по строкам A
    for [j = 0 to (n - 1)] { # по столбцам B
        # вычисляем скалярное произведение стр i на столбец j
        c[i, j] = 0, 0; # нач. знач. суммы
        for [k = 0 to (n - 1)] {
            # добавляем очередное слогаемое в скалярное произведение
            c[i, j] += a[i, k] * b[k, j];
        }
    }
}
```

Схема и анализ исходной программы

- **Во время каждого процесса считается ответ для всех элементов матрицы на i-й строке.**
- **Каждый из n процессоров считает значение элементов матрицы на строке i**

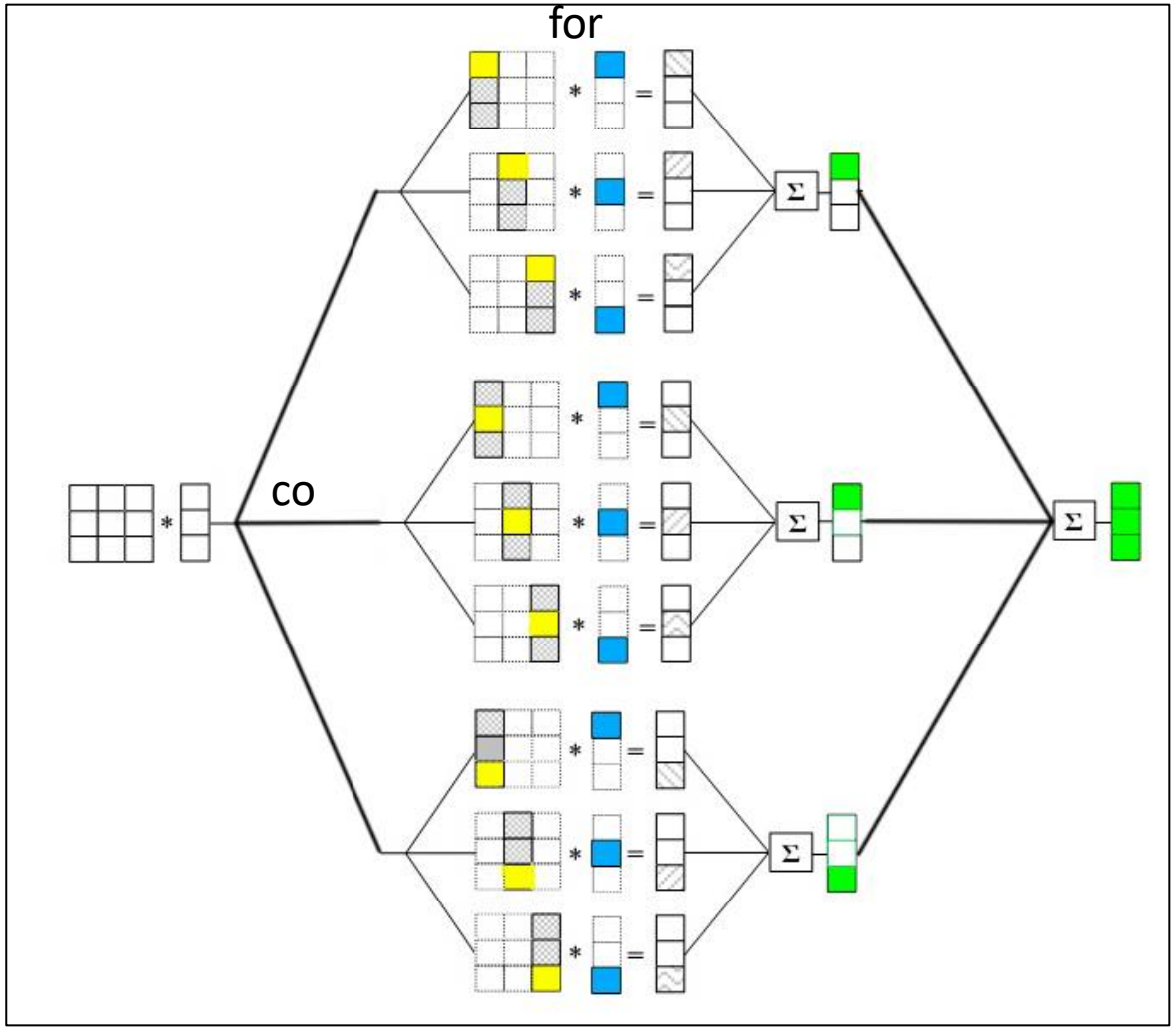
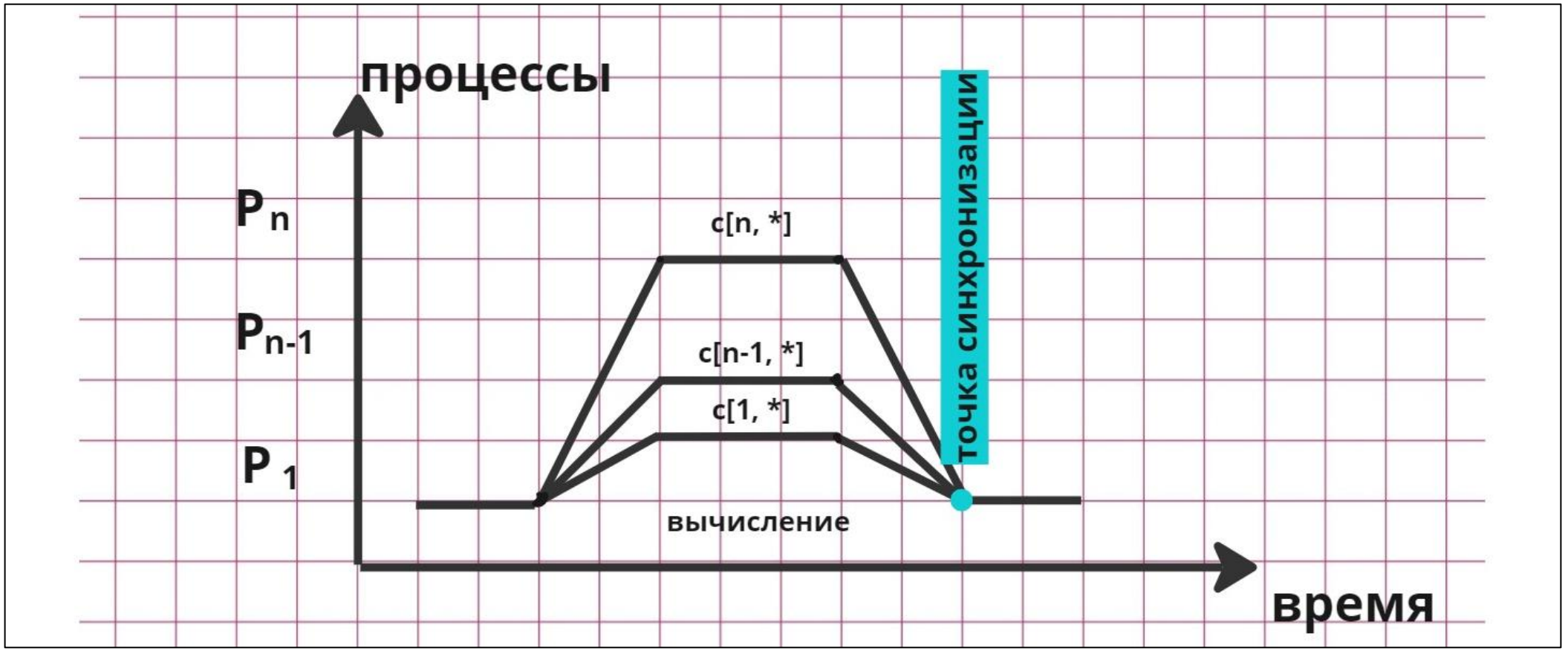


Схема исходной программы



Код изменённого решения

```
double a[n,n], b[n,n];
for [j = 0 to (n - 1)] { # по столбцам A
    co [i = 0 to (n - 1)] { # по строкам Б
        # вычисляем скалярное произведение стр i на столбец j
        c[i, j] = 0, 0; # нач. знач. суммы
        for [k = 0 to (n - 1)] {
            # добавляем очередное слогаемое в скалярное произведение
            c[i, j] += a[i, k] * b[k, j];
        }
    }
}
```

Схема и анализ изменённой программы

- **Для каждой i-й строки создаётся n процессов, каждому из которых соответствует столбец j.**
- **В каждом процессе высчитывается значение матрицы для элемента c[i, j]**

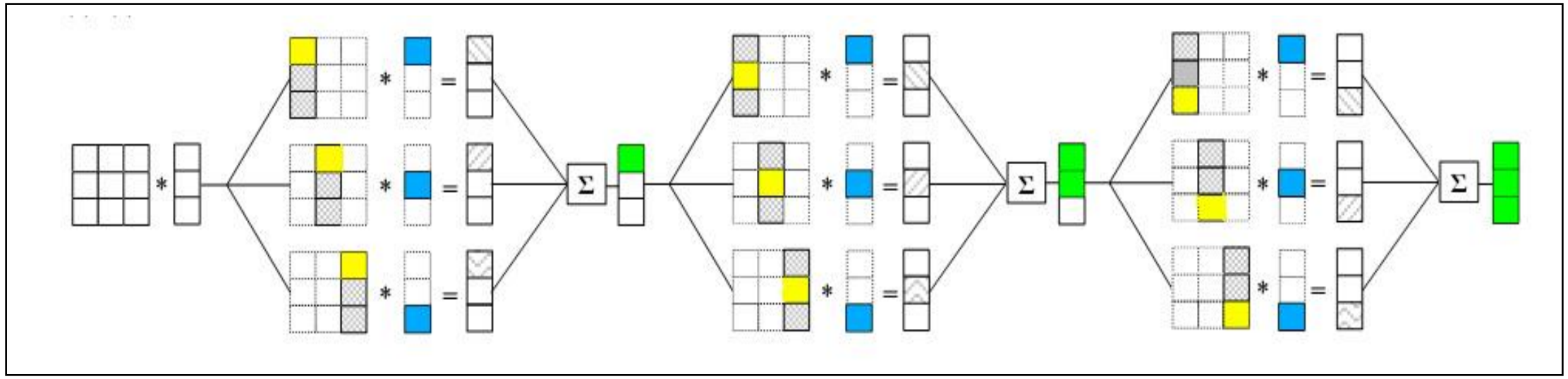
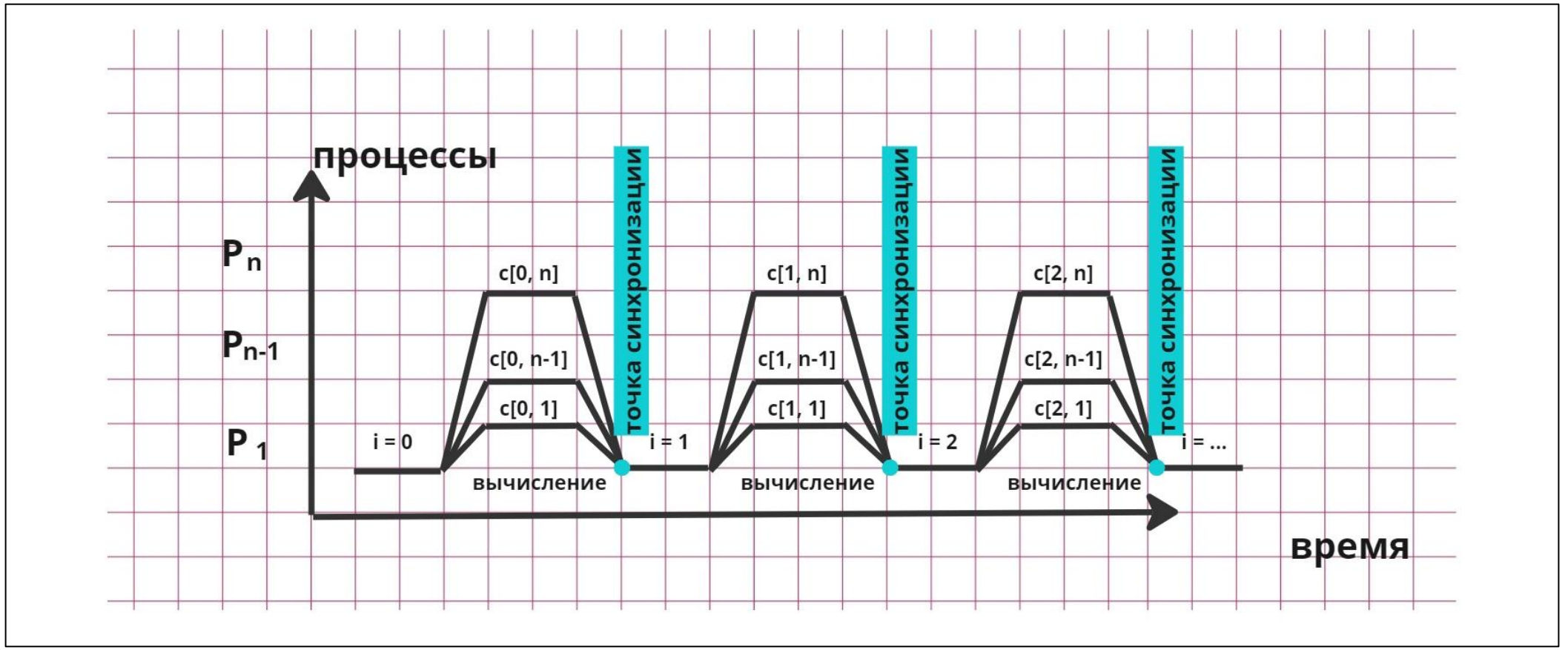


Схема изменённой программы



Корректность работы изменённой программы

- **Программа с заменой будет продолжать работать корректно, т.к. запись вычисляемых значений происходит в разные переменные (разные элементы матрицы C).**

Сравнение программ

Исходная программа

- Программа создаёт и завершает n процессов один раз, таким образом внутри каждого процесса выполняется n*n операций.

Изменённая программа

- Программа n раз создаст n параллельных процессов, внутри каждого из которых будет выполняться n операций.

Вывод по исходной программе:

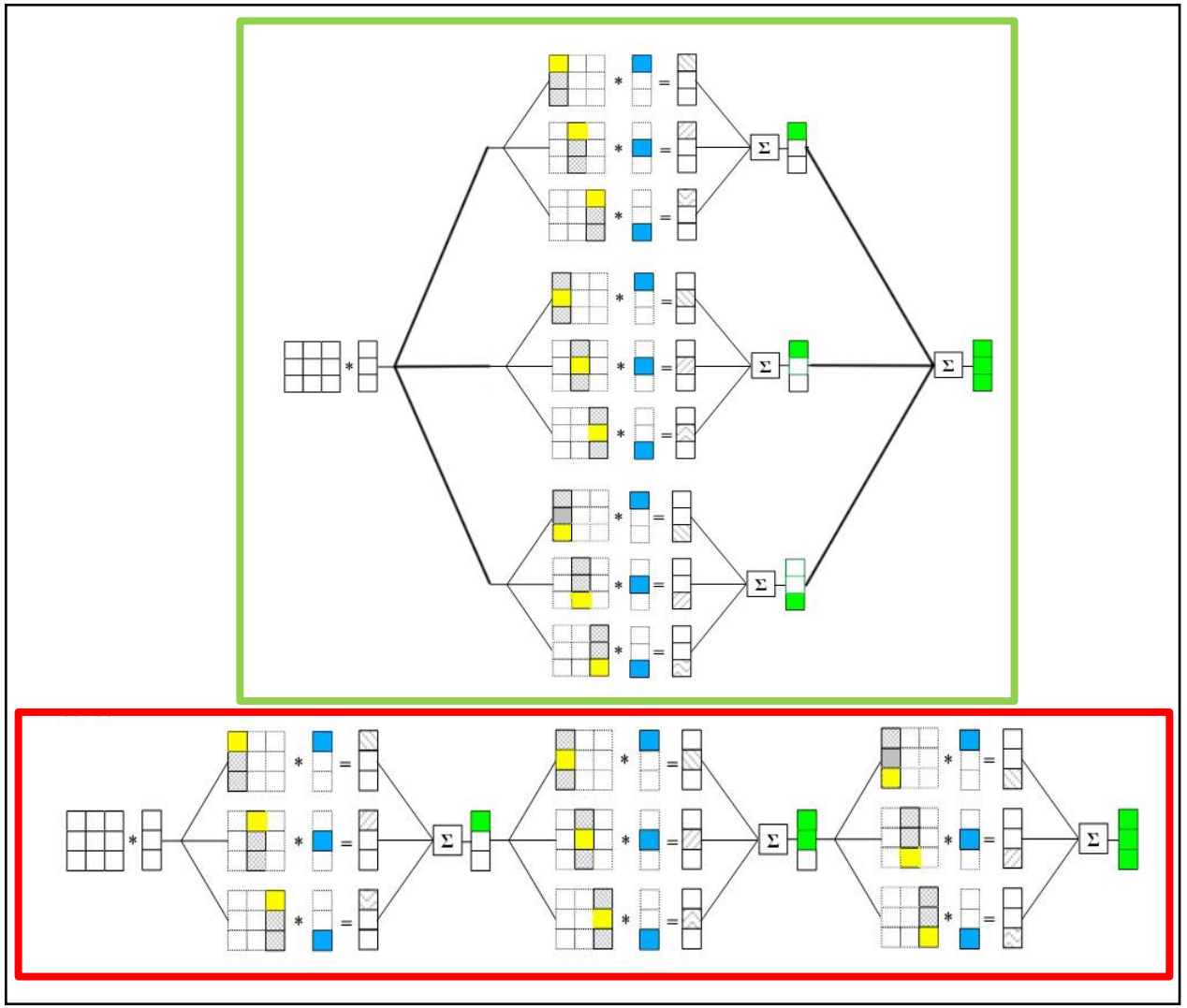
- Распараллеливание вначале займёт меньше накладных расходов.

Вывод по изменённой программе:

- Распараллеливание программы в середине в n раз увеличит накладные расходы на создание параллельных процессов.

Вывод

- Изменённая программа работает так же корректно, но, требует больше накладных расходов на создание процессов, поэтому она менее эффективна, чем исходный вариант.



Материалы

1. Эксперименты с параллельным алгоритмом вычисления присоединенной матрицы // CYBERLENINKA URL: https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimenty-s-parallelnym-algoritmom-vychisleniya-prisoedinennoy-matritsy/viewer (дата обращения: 12.09.2022).
2. Параллельные алгоритмы компьютерной алгебры // Citforum URL: http://citforum.ru/programming/theory/algebra/index1.shtml (дата обращения: 12.09.20222).
3. Умножение матриц: эффективная реализация шаг за шагом // Habr URL: https://habr.com/ru/post/359272/ (дата обращения: 17.09.2022).
4. Параллельное умножение матриц или магия кэша. Небольшое исследование // Habr URL: https://habr.com/ru/sandbox/32747/ (дата обращения: 17.09.2022).

Изменения

1. **Версия 2**
    1. **Добавил дополнительную схему исходной программы**
2. **Версия 3**
    1. **Расширил анализ**
    2. **Добавил комментарии в код**