Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

**Отчёт расчетной работе № 1**

Дисциплина: Системный анализ и принятие решений.

Выполнил студент гр. 5130901/10101 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.Л. Симоновский (подпись)

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Г. Сиднев (подпись)

“18” февраля 2023 г.

Санкт-Петербург

2024

Оглавление

[1. Условие: 2](#_Toc159169175)

[1.1. Вариант: 2](#_Toc159169176)

[1.2. Условие задания: 2](#_Toc159169177)

[2. Ход решения 3](#_Toc159169178)

[2.1. Определить наиболее ранние моменты начала работ с использованием метода математического программирования: 3](#_Toc159169179)

[2.2. Определить наиболее ранние моменты начала работ и их интенсивности, если длительность равна интенсивности выполнения работ, а суммарная интенсивность не превышает 75% от общего числа выполняемых работ. 4](#_Toc159169180)

[3. Вывод 5](#_Toc159169181)

[4. Ссылки 5](#_Toc159169182)

[5. Приложение 5](#_Toc159169183)

# Условие:

## Вариант:

Вариант №10.

Граф №19.

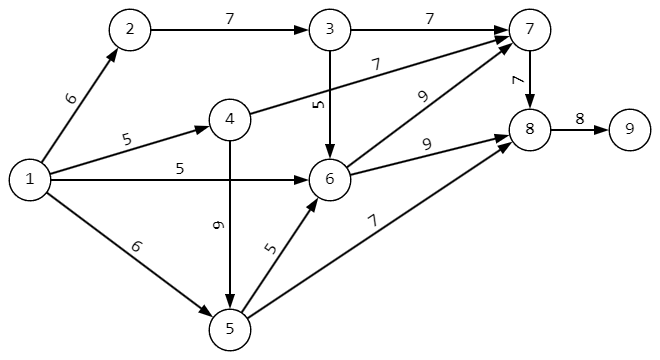


Рис. 1.1. Граф №19.

Число исполнителей 2.

Решающее правило: Короткие работы вперед.

## Условие задания:

Выполнить следующие разделы:

1. Определить наиболее ранние моменты начала работ с использованием метода математического программирования.
2. Определить наиболее ранние моменты начала работ и их интенсивности, если длительность равна интенсивности выполнения работ, а суммарная интенсивность не превышает 75% от общего числа выполняемых работ.
3. Самостоятельно распределить работы между заданным числом исполнителей и сформулировать задачу математического программирования с бинарными индикаторными переменными. Определить число бинарных переменных и дополнительных ограничений в этой задаче и дать содержательную формулировку части ограничений с бинарными переменными.
   1. Изменить формулировку задачи так, чтобы число бинарных переменных не превышало 10. Решить полученную задачу с использованием команды **intlinprog**. Определить мощность множества бинарных переменных задачи и дать содержательную интерпретацию полученному решению.
4. Найти характеристики , и расписания выполнения комплекса работ с использованием метода динамического программирования. Привести соответствующие уравнения Беллмана. Определить критические пути на графе.
5. Найти те же характеристики , и расписания выполнения комплекса работ с использованием математического программирования.
6. Определить помимо полных резервов времени работ резервы времени, относящиеся к событиям сетевого графа, а именно *.*
7. Рассмотреть вероятностную постановку задачи анализа расписания.

Считать СКО времен выполнения работ равными 5% от их длительностей. Предполагая неизменным критический путь (оценить справедливость этого предположения) найти вероятность того, что время выполнения комплекса работ не превысит найденного для детерминированной задачи в п.1 на 10%.

1. Представить пошаговую процедуру имитационного моделирования расписания по схеме событий с учетом числа исполнителей и решающего правила ранжирования работ из числа возможных. По результатам моделирования построить диаграмму Гантта.

# Ход решения

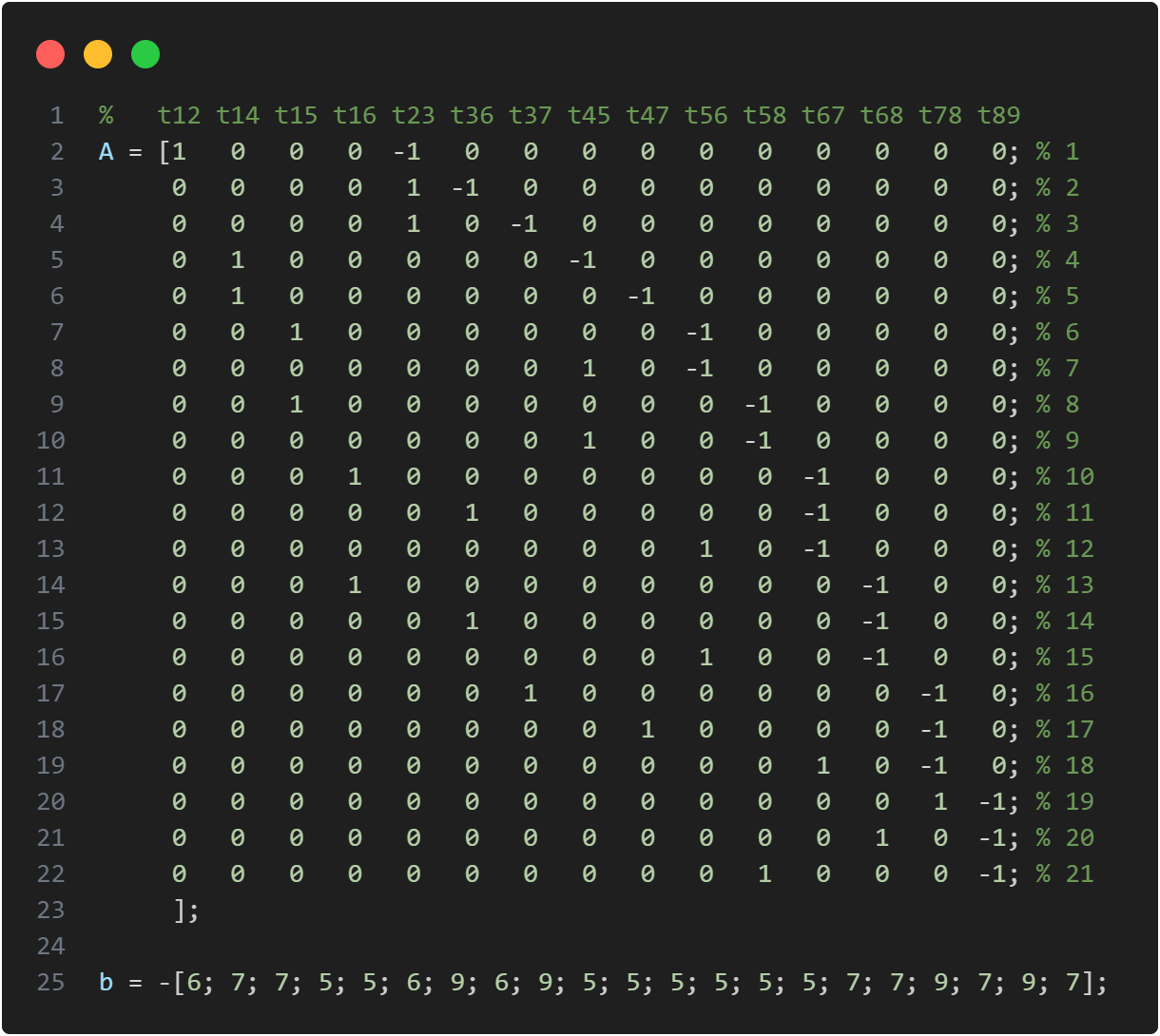
## Определить наиболее ранние моменты начала работ с использованием метода математического программирования:

Для графа, представленного на Рис. 1.1, составим систему неравенств для последующего решения с помощью методов линейного программирования. Обозначим за наиболее ранний момент начала работы , а за – наиболее ранний момент окончания всех работ.

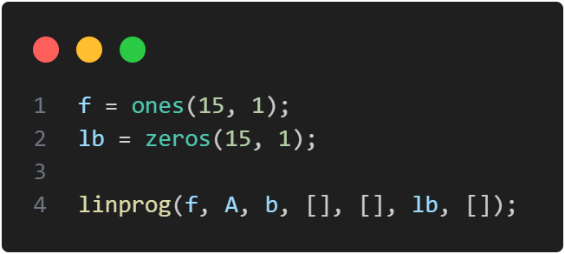
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Задача оптимизации – минимизация следующей функции:

Решим эту задачу с помощью функции Matlab linprog. Для этого преобразуем полученные ранее ограничения в матрицы и :



После чего вызовем linprog:



Полученный результат выглядит следующим образом:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 14 | 19 | 19 | 28 | 35 |

Табл. 2.1. Время начала всех работ.

Теперь мы знаем минимальное время начала каждой работы. Для получения информации о времени выполнения всех работ необходимо к времени начала работы прибавить время её выполнения т.е. 8.

Итого время выполнения всех работ равно 43.

## Определить наиболее ранние моменты начала работ и их интенсивности, если длительность равна интенсивности выполнения работ, а суммарная интенсивность не превышает 75% от общего числа выполняемых работ.

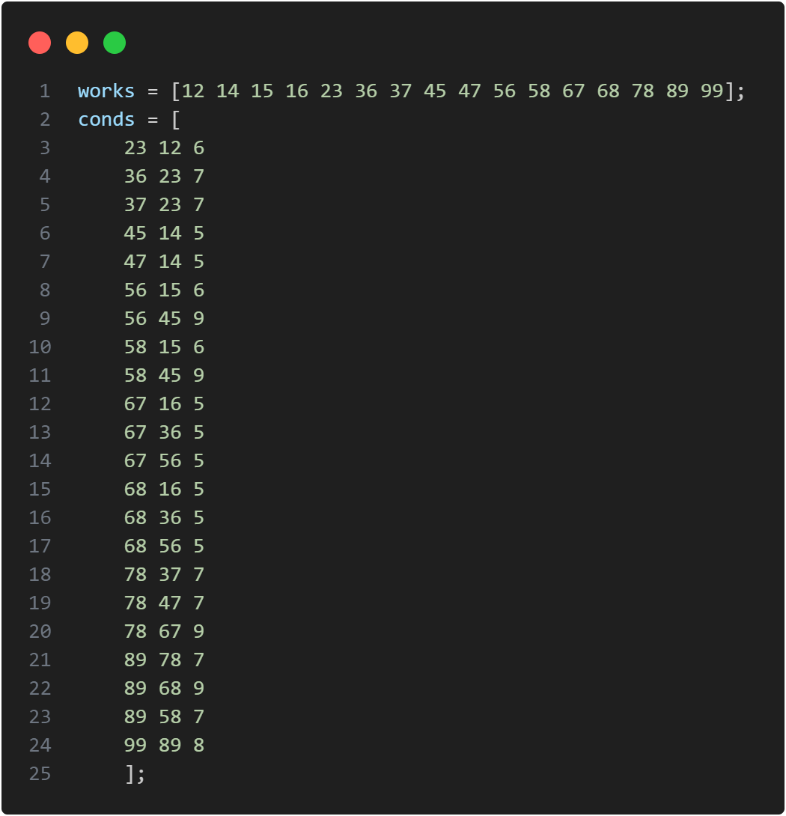
Мы сможем увеличить время выполнения всех работ за счет добавления интенсивностей работ, отличных от 1 – некоторые работы ускорим (интенсивность > 1), а некоторые замедлим (интенсивность < 1), если это потребуется.

Изменим исходную систему неравенств согласно правилу:

где – интенсивность работы.

Такими условиями мы пытаемся минимизировать время начала всех работ, при интенсивности, не превышающей 75% от числа выполняемых работ т.е. 15.

Создадим набор всех «работ» т.е. ребер графа и массив троек, где закодируем систему неравенств, созданную ранее:



Стоит заметить, что появилась работа-фальшивка. Это необходимо, чтоб MATLAB оптимизировал также и путь из 8 в 9 вершину и выводил нам результат этой оптимизации.

Создадим необходимые параметры для fmincon, а также функцию, которая распарсит заданные нам тройки в требуемые для fmincon значения и выведем результат выполнения на экран:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание

В результате выполнения получим следующие значения:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Моменты начала работ | |  | Интенсивности | |
|  | 0.00000 |  |  | 1.3138 |
|  | 0.00000 |  |  | 1.2574 |
|  | 0.00000 |  |  | 0.5536 |
|  | 0.00000 |  |  | 0.2890 |
|  | 4.56700 |  |  | 1.2735 |
|  | 10.0636 |  |  | 0.6906 |
|  | 10.0636 |  |  | 0.4130 |
|  | 3.97630 |  |  | 1.3114 |
|  | 3.97630 |  |  | 0.3039 |
|  | 10.8390 |  |  | 0.7734 |
|  | 10.8390 |  |  | 0.2723 |
|  | 17.3038 |  |  | 0.9269 |
|  | 17.3038 |  |  | 0.4677 |
|  | 27.0136 |  |  | 0.7344 |
|  | 36.5455 |  |  | 0.6692 |
|  | 48.5008 |  |  |  |

Табл. 2.2. Результат выполнения программы.

Сумма интенсивностей равна 11.25, что составляет ровно 75% от числа исполняемых работ, как и требовалось в задании. Стоит отметить, что общее время работы возрастало до 48.5 с 43 т.е. на 5.5 секунды (или в 1,13 раза). Это связано с тем, что при уменьшении интенсивности, некоторые работы стали работать дольше.

## Самостоятельно распределить работы между заданным числом исполнителей и сформулировать задачу математического программирования с бинарными индикаторными переменными. Определить число бинарных переменных и дополнительных ограничений в этой задаче и дать содержательную формулировку части ограничений с бинарными переменными.

# Вывод

# Ссылки

# Приложение

Листинг на github: <https://github.com/DafterT/SADM_6_1>