



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления» (ИУ)

КАФЕДРА «Информационная безопасность» (ИУ8)

Отчёт

по лабораторной работе № 6
по дисциплине «Теория систем и системный анализ»

**Тема: «Построение сетевого графа работ и его анализ методом
критического пути (СРМ)»**

Вариант 12

Выполнил:
Николаева Е.Д., студент
группы ИУ8-31

Проверил: Коннова Н.С.,
доцент каф. ИУ8

г. Москва,
2020 г.

1. Цель работы

Изучить задачи сетевого планирования в управлении проектами и приобрести навыки их решения при помощи метода критического пути.

2. Условие задачи

Вариант № 12.

Задан набор работ с множествами непосредственно предшествующих работ (по варианту).

1. Построить сетевой граф, произвести его топологическое упорядочение и нумерацию.
2. Рассчитать и занести в таблицу поздние сроки начала и ранние сроки окончания работ.
3. Рассчитать и занести в таблицу ранние и поздние сроки наступления событий.
4. Рассчитать полный и свободный резервы времени работ.
5. Рассчитать резерв времени событий, определить и выделить на графе критический путь.

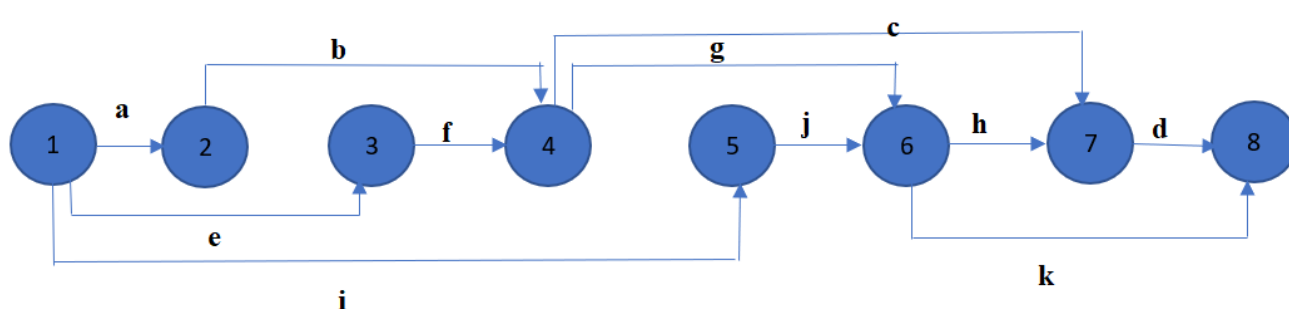


Таблица 1. Длительность работ.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
t	3	5	2	4	3	1	4	3	3	2	5

Таблица 2. Множества предшествующих работ.

P_a	P_b	P_c	P_d	P_e	P_f	P_g	P_h	P_i	P_j	P_k
-	a	b, f	c, h	-	e	b, f	g, j	-	i	g, j

3. Таблицы

Таблица 3. Параметры событий.

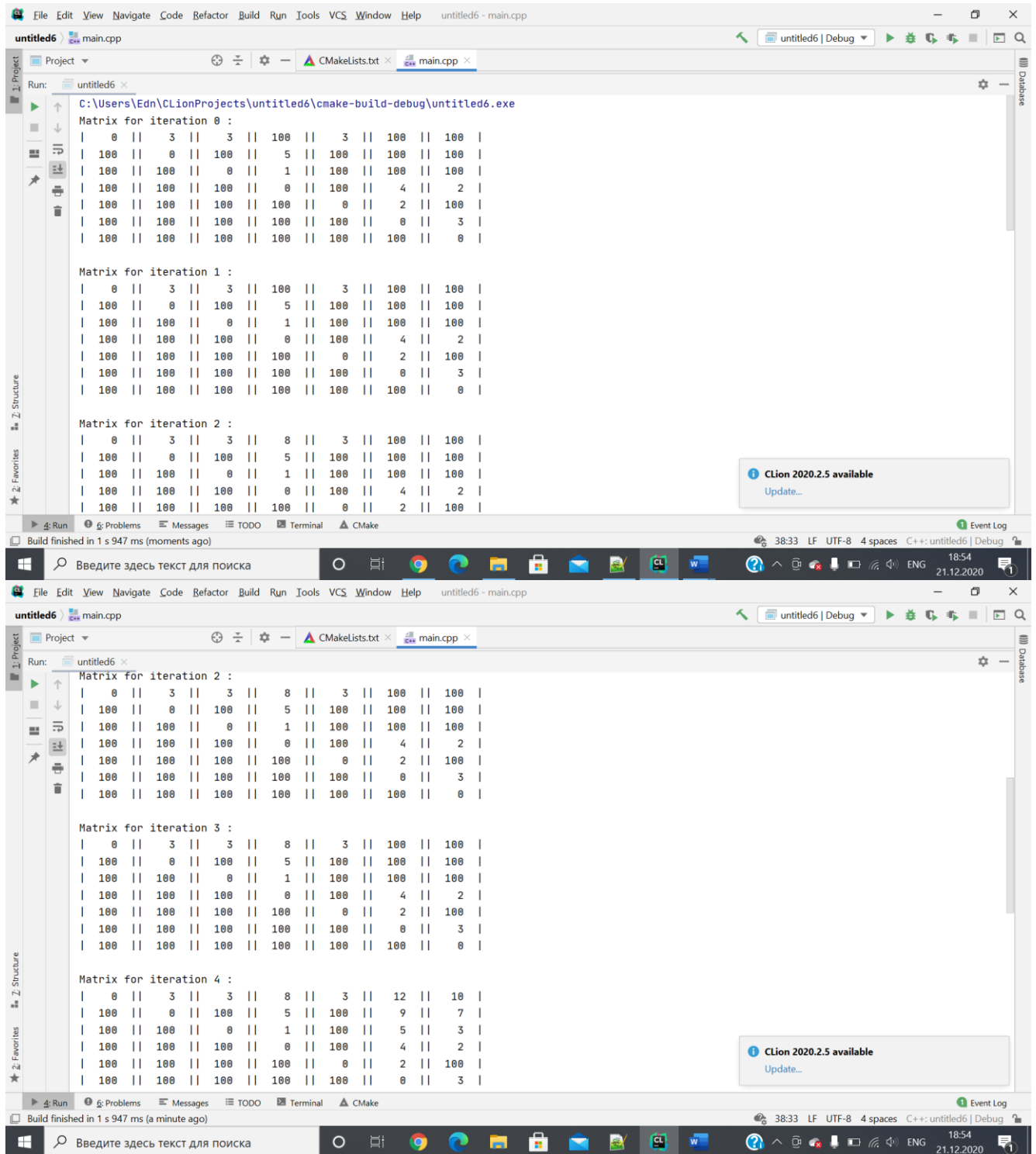
Number	1	2	3	4	5	6	7	8
T_j^p	0	3	3	4	3	5	8	12
T_j^n	0	3	3	8	3	12	11	15
$R_j = T_j^p - T_j^n$	0	0	0	4	0	7	3	3

Таблица 4. Параметры работ.

	t_{ij}	t_{ij}^{po}	t_{ij}^{nn}	r_{ij}^c	r_{ij}^n
1-2	3	3	0	0	0
2-4	5	8	3	-4	0
1-3	3	3	0	0	0
1-5	3	3	0	0	0
3-4	1	4	7	0	4
4-6	4	8	8	-7	4
5-6	2	5	10	0	7
4-7	2	6	9	-2	5
6-7	3	8	8	-7	3
7-8	4	12	11	-3	3
6-8	5	15	10	-5	5

4. Результат работы программы

С помощью алгоритма Флойда была найдена длина критического пути:



The screenshots show the output of a program implementing Floyd's algorithm for finding the longest path in a graph. The output is displayed in the Run window of a C++ IDE.

Iteration 0:

0	3	3	100	3	100	100	100
100	0	100	5	100	100	100	100
100	100	0	1	100	100	100	100
100	100	100	0	100	4	2	100
100	100	100	100	0	2	100	100
100	100	100	100	100	0	3	100
100	100	100	100	100	100	0	100
100	100	100	100	100	100	100	0

Iteration 1:

0	3	3	100	3	100	100	100
100	0	100	5	100	100	100	100
100	100	0	1	100	100	100	100
100	100	100	0	100	4	2	100
100	100	100	100	0	2	100	100
100	100	100	100	100	0	3	100
100	100	100	100	100	100	0	100
100	100	100	100	100	100	100	0

Iteration 2:

0	3	3	8	3	100	100	100
100	0	100	5	100	100	100	100
100	100	0	1	100	100	100	100
100	100	100	0	100	4	2	100
100	100	100	100	0	2	100	100
100	100	100	100	100	0	3	100
100	100	100	100	100	100	0	100
100	100	100	100	100	100	100	0

Iteration 3:

0	3	3	8	3	100	100	100
100	0	100	5	100	100	100	100
100	100	0	1	100	100	100	100
100	100	100	0	100	4	2	100
100	100	100	100	0	2	100	100
100	100	100	100	100	0	3	100
100	100	100	100	100	100	0	100
100	100	100	100	100	100	100	0

Iteration 4:

0	3	3	8	3	12	10	10
100	0	100	5	100	9	7	7
100	100	0	1	100	5	3	3
100	100	100	0	100	4	2	2
100	100	100	100	0	2	100	100
100	100	100	100	100	0	3	3
100	100	100	100	100	100	0	100
100	100	100	100	100	100	100	0

untitled6 - main.cpp

untitled6 | Debug

Run: untitled6

```
100 || 100 || 0 || 1 || 100 || 5 || 3 |
100 || 100 || 100 || 0 || 100 || 4 || 2 |
100 || 100 || 100 || 100 || 0 || 2 || 100 |
100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 0 || 3 |
100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 0 |

Matrix for iteration 6 :
0 || 3 || 3 || 8 || 3 || 12 || 15 |
100 || 0 || 100 || 5 || 100 || 9 || 12 |
100 || 100 || 0 || 1 || 100 || 5 || 8 |
100 || 100 || 100 || 0 || 100 || 4 || 7 |
100 || 100 || 100 || 100 || 0 || 2 || 5 |
100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 0 || 3 |
100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 0 |

Matrix for iteration 7 :
0 || 3 || 3 || 8 || 3 || 12 || 15 |
100 || 0 || 100 || 5 || 100 || 9 || 12 |
100 || 100 || 0 || 1 || 100 || 5 || 8 |
100 || 100 || 100 || 0 || 100 || 4 || 7 |
100 || 100 || 100 || 100 || 0 || 2 || 5 |
100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 0 || 3 |
100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 100 || 0 |

Critical path length = 15
```

Build finished in 1 s 947 ms (a minute ago)

38:33 LF UTF-8 4 spaces C++: untitled6 | Debug

Введите здесь текст для поиска

18:54 21.12.2020

1-2-4-6-7-8 - критический путь

5. Выводы

В результате работы были изучены задачи сетевого планирования в управлении проектами и приобретены навыки их решения при помощи метода критического пути.

6. Ответ на контрольный вопрос

2. Какие исходные данные необходимы для использования метода критического пути?

Для использования метода критического пути нужно знать длительность работ и множество предшествующих работ для каждой работы.

Приложение 1. Исходный код программы «Задача 1»

```
#include <iostream>
#include<iomanip>
#include <map>
#include <vector>
#include <algorithm>

struct
Graph
{
    public:
        int num;
        std::map<Graph, int> start;
        std::map<Graph, int> finish;

        Graph(const int& n) : num(n) {}
        bool numb(const Graph& n) ;
        int getw(const Graph& n) ;
        friend bool operator<(const Graph& lhs, const Graph& rhs)
        {
            return lhs.num < rhs.num;
        }

};

int Graph::getw(const Graph& n)
{
    for (const auto &i : finish) {
        if (i.first.num == n.num) return i.second;
    }
    return 0;
}

bool Graph::numb(const Graph &n) {
    for (const auto &i: finish) {
        if (i.first.num == n.num) return true;
    }
    return false;
}

void make_gr(Graph &lhs, Graph &rhs, int w) {
    lhs.finish.insert(std::make_pair(rhs, w));
    rhs.start.insert(std::make_pair(lhs, w));
}

void print (const std::vector<std::vector<int>> &matrix) {
    for (const auto &i:matrix) {
```

```

        for (const auto &el:i) {
            std::cout << '|' << std::setw(5) << el << std::setw(3) << '|';
        }
        std::cout << std::endl;
    }
    std::cout << std::endl;
}

int FloydAlgorithm(std::vector<Graph> &gr) {
    int inf = 100;
    std::vector<std::vector<int>> matrix(gr.size());
    for (auto &i:matrix) {
        i.resize(gr.size());
    }
    for (int i = 0; i < gr.size(); ++i) {
        for (int j = 0; j < gr.size(); ++j) {
            if (i == j) {
                matrix[i][j] = 0;
            } else if (gr[i].numb(gr[j])) {
                matrix[i][j] = gr[i].getw(gr[j]);
            } else {
                matrix[i][j] = inf;
            }
        }
    }
    std::cout << "Matrix for iteration 0 : "<<std::endl;
    print(matrix);

    for (int k = 0; k < gr.size(); ++k) {
        for (int i = 0; i < gr.size(); ++i) {
            for (int j = 0; j < gr.size(); ++j) {
                if (matrix[i][k] != inf && matrix[k][j] != inf) {
                    matrix[i][j] = (matrix[i][j] == inf ? matrix[i][k] + matrix[k][j] :
                        std::max(matrix[i][j], matrix[i][k] + matrix[k][j]));
                }
            }
        }
        std::cout << "Matrix for iteration " << k + 1 << " : "<< std::endl;
        print(matrix);
    }
    return matrix[0][gr.size() - 1];
}

int main()
{
    int a = 3, b = 5, c = 2, d = 4, e = 3, f = 1, g = 4, h = 3, i = 3, j = 2, k = 5;
    Graph n1(1);

```



```

    Graph n2(2);
    Graph n3(3);
    Graph n4(4);
    Graph n5(5);
    Graph n6(6);
    Graph n7(7);
    Graph n8(8);
    make_gr(n1, n2, a);
    make_gr(n2, n3, e);
    make_gr(n2, n4, b);
    make_gr(n3, n4, f);
    make_gr(n1, n5, i);
    make_gr(n5, n6, j);
    make_gr(n4, n6, g);
    make_gr(n6, n7, h);
    make_gr(n4, n7, c);
    make_gr(n6, n8, k);
    make_gr(n7, n8, d);
    std::vector<Graph> gr = {n1, n2, n3, n4, n5, n6, n7};
    int l = FloydAlgorithm(gr);
    std::cout << "Critical path length = " << l << std::endl;
    return 0;
}

```