**Задание на контрольную работу по дисциплине «Системы реального времени» для бакалавров направлений подготовки 220400.62, 230100.62**

**Контрольная работа** выполняется в электронном виде по теме, соответствующей заданию (на кафедру «Системы управления» сдается распечатанный вариант за 2 недели до сессии).

Контрольная работа должна быть оформлена согласно ГОСТа:

- шрифт Time New Roman, 14 кегль;

- интервал полуторный;

- отступ первой строки 1,25;

- параметры страницы (1,5; 3,0; 2,5; 1,0).

Контрольная работа состоит из теоретической и практической части. В теоретической части необходимо представить развернутые ответы на вопросы. Практическая часть предполагает решение задачи.

Номера вариантов выбираются по двум последним цифрам шифра студента. По предпоследней цифре выбирается вариант теоретической части, которая содержит два вопроса, а по последней – вариант практической части. В случае, если она равна нулю, то выбирается десятый вариант.

**Теоретическая часть.**

**Вариант № 1**

1. Основные элементы систем реального времени.
2. Датчики для измерения температуры.

**Вариант № 2**

1. Особенности модульных программируемых контроллеров.

2. Датчики для измерения давления.

**Вариант № 3**

1. Особенности моноблочных программируемых контроллеров.

2. Датчики для измерения уровня жидкости.

**Вариант № 4**

1. Особенности PC-based контроллеров.

2. Датчики для измерения уровня сыпучих веществ.

**Вариант № 5**

1. Автоматизированное рабочее место оператора.

2. Датчики для измерения давления.

**Вариант № 6**

1. Цифро-аналоговые преобразователи.

2. Датчики для измерения скорости вращения.

**Вариант № 7**

1. Аналого-цифровые преобразователи.

2. Электромагнитные исполнительные механизмы.

**Вариант № 8**

1. Пневматические исполнительные механизмы.

2. Системы визуализации информации о выполнении технологических процессов

**Вариант № 9**

1. Виды датчиков.

2. Микропроцессоры. Основные характеристики.

**Вариант № 10**

1. Основные характеристики датчиков.

2.Основные характеристики регулирующих клапанов.

**Практическая часть**

В ходе выполнения практической части предлагается составить списочной расписание для мультипроцессорной детерминированной системы.

*Методические указания.*

Имеется однородная мультипроцессорная вычислительная система (ВС), состоящая из *m* идентичных процессоров (*m* >2) и предназначенная для функционирования в реальном времени.

Вычисления, проводимые в реальном времени, представляют собой совокупность взаимосвязанных работ Ai (i=1,...,n), которые должны быть выполнены на процессорах ВС.

Отношения предшествования для совокупности работ задаются в форме ациклического связного ориентированного графа, *i*-м (i=1,...,n) вер­шинам которого соответствуют работы Ai (i=1,...,n).

Для каждой *i*-й работы известно целочисленное значение времени ее выполнения ti (i=1,...,n). Вершины графа являются взвешенными, вес *i-*ой вершины - это ti (i=1,...,n).

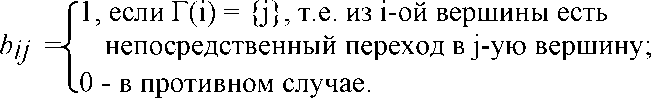
Требуется распределить работы из заданной совокупности с учетом их отношений предшествования по процессорам ВС, т.е. составить для нее расписание - план выполнения работ по каждому процессору ВС. Для ВС реального времени минимизируемой величиной при составлении расписа­ния является длина расписания *ω*, т.е. общее время выполнения ВС всей совокупности работ.

В основе эвристического метода составления списочных расписаний лежит список L=(Ai1 Ai2, ..., Ain), ik € {1,2,...,n}, k=1,...,n. Работы в спи­ске упорядочены слева направо по убыванию (не возрастанию) некоторого заданного приоритета.

Помимо списка L для указанного эвристического метода в качестве исходной информации используются следующие данные:

1. Матрица смежности B = || bij || , ij=1,...,n, задающая структуру графа совокупности работ; n - число вершин графа.

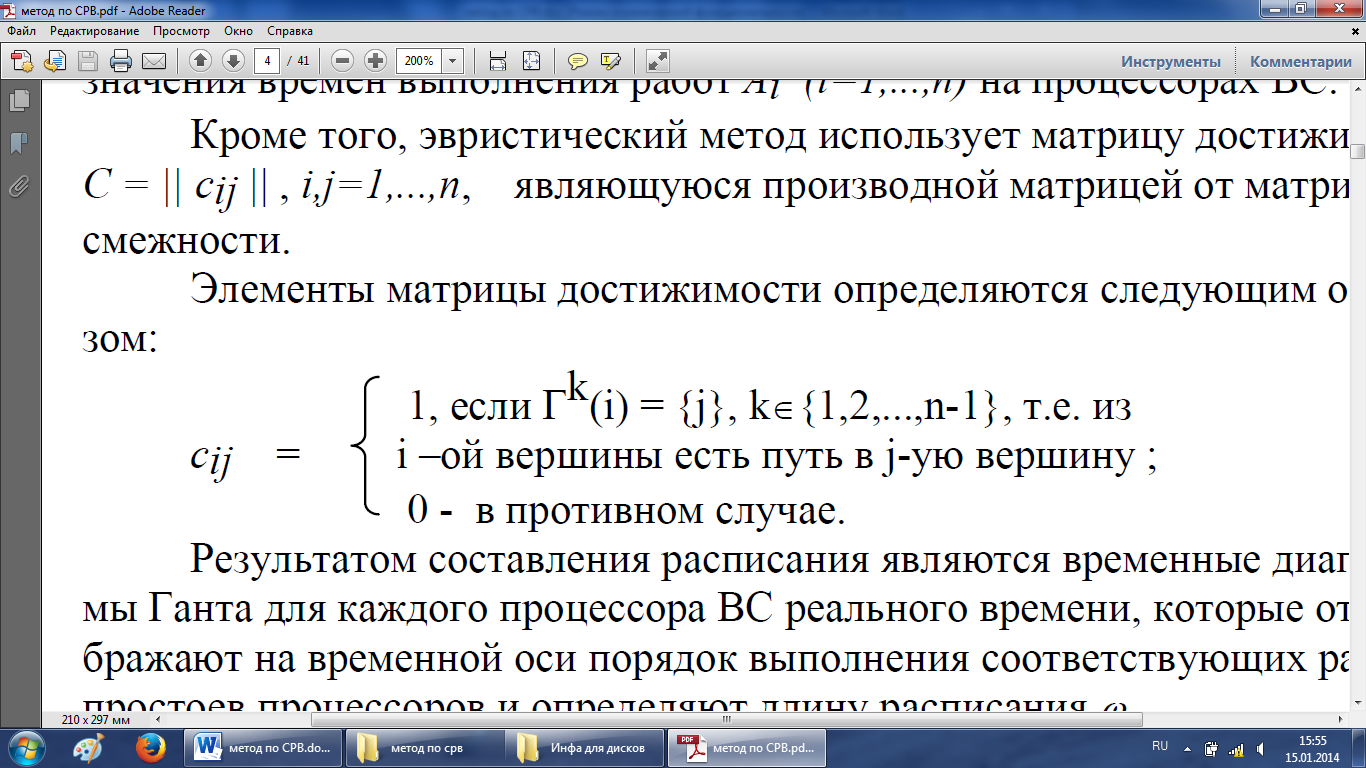
Элементы матрицы определяются следующим образом:



1. Вектор времен T = || ti || , i=1,...,n, задающий целочисленные значения времен выполнения работ Ai (i=1,...,n) на процессорах ВС.

Кроме того, эвристический метод использует матрицу достижимости C = || cij || , i,j=1,...,n, являющуюся производной матрицей от матрицы смежности.

Элементы матрицы достижимости определяются следующим обра­зом:



Результатом составления расписания являются временные диаграм­мы Ганта для каждого процессора ВС реального времени, которые ото­бражают на временной оси порядок выполнения соответствующих работ и простоев процессоров и определяют длину расписания *ω*.

Суть эвристического метода составления списочных расписаний для ВС реального времени заключается в следующем.

В нулевой момент времени список L просматривается слева направо в поисках открытых работ, т.е. работ, готовых к выполнению. Соответст­вующий столбец матрицы достижимости в этом случае является нулевым.

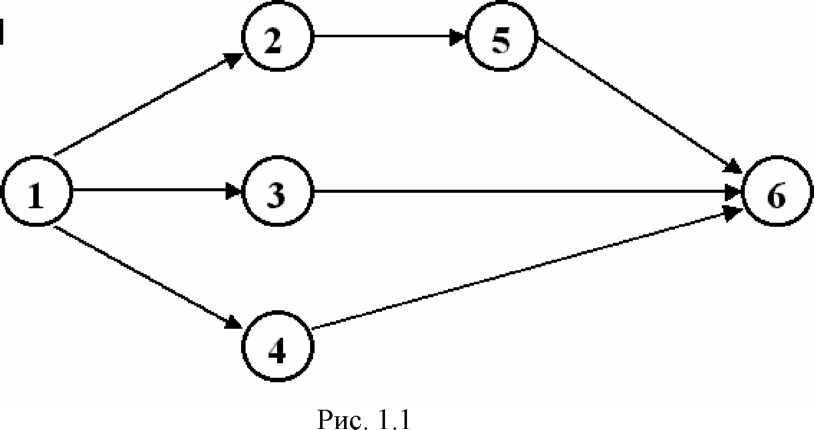
Первая найденная открытая работа назначается для выполнения без прерываний на первый процессор, и по завершении ее выполнения обнуля­ется соответствующая строка матрицы достижимости.

Вообще, в каждый целочисленный момент времени, если имеется свободный от выполнения работы процессор, список L просматривается снова. Если нет ни одной работы, готовой к выполнению, то процессор простаивает. Если же есть несколько свободных от выполнения работ про­цессоров, то первая найденная открытая работа назначается на процессор с меньшим номером.

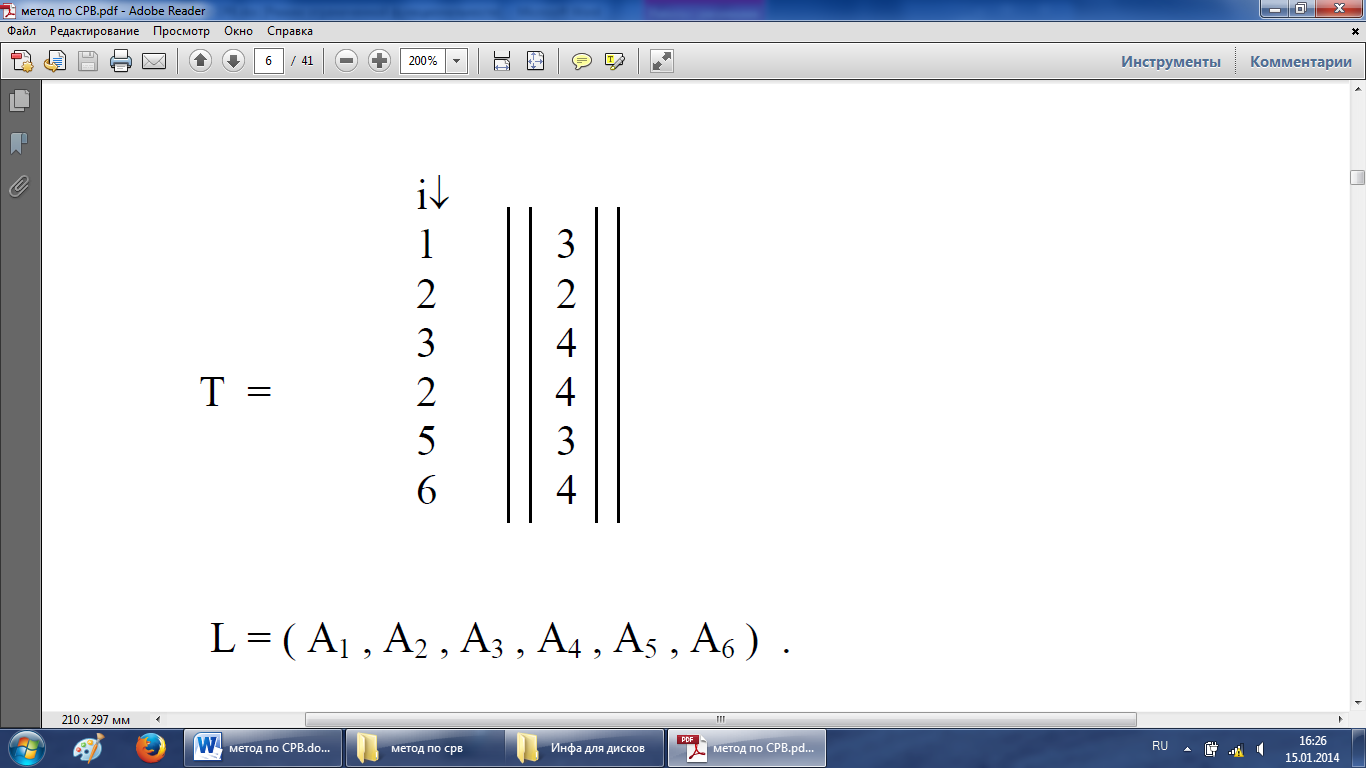
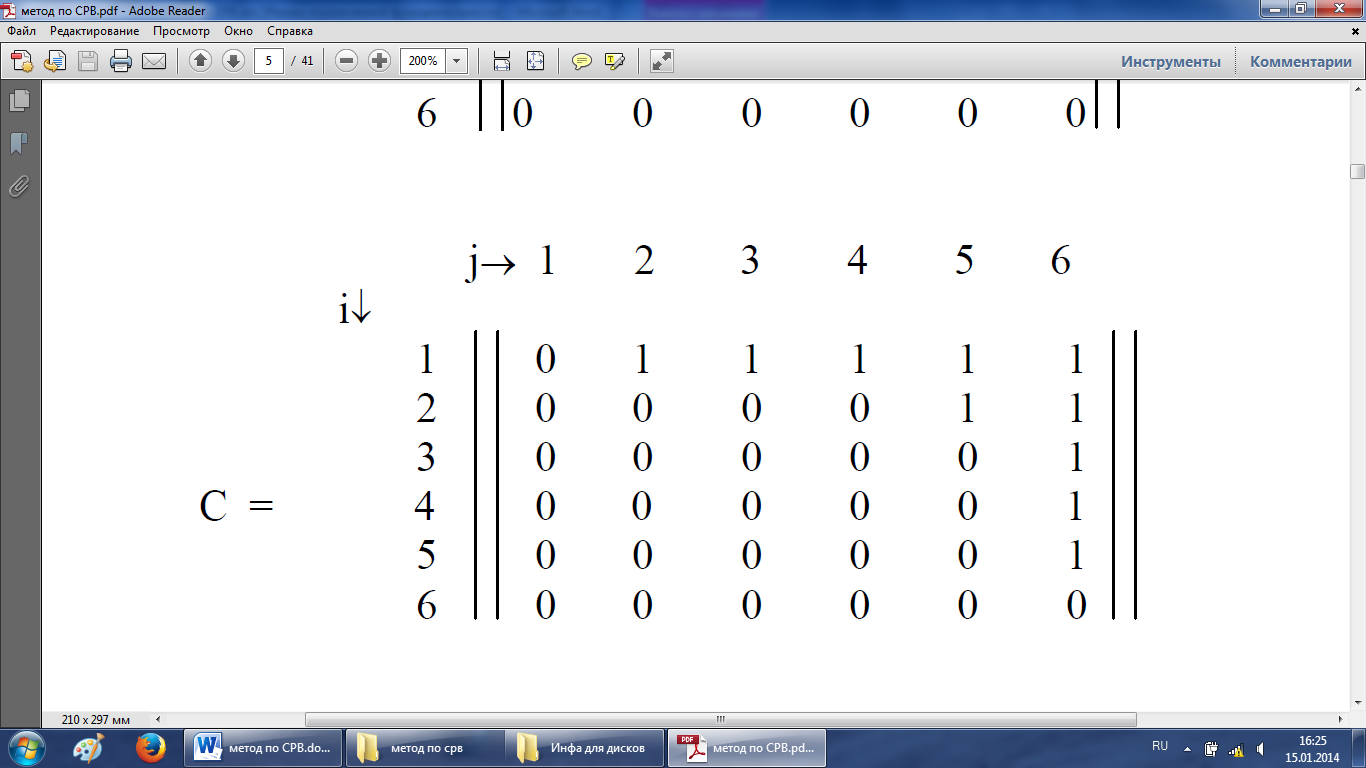
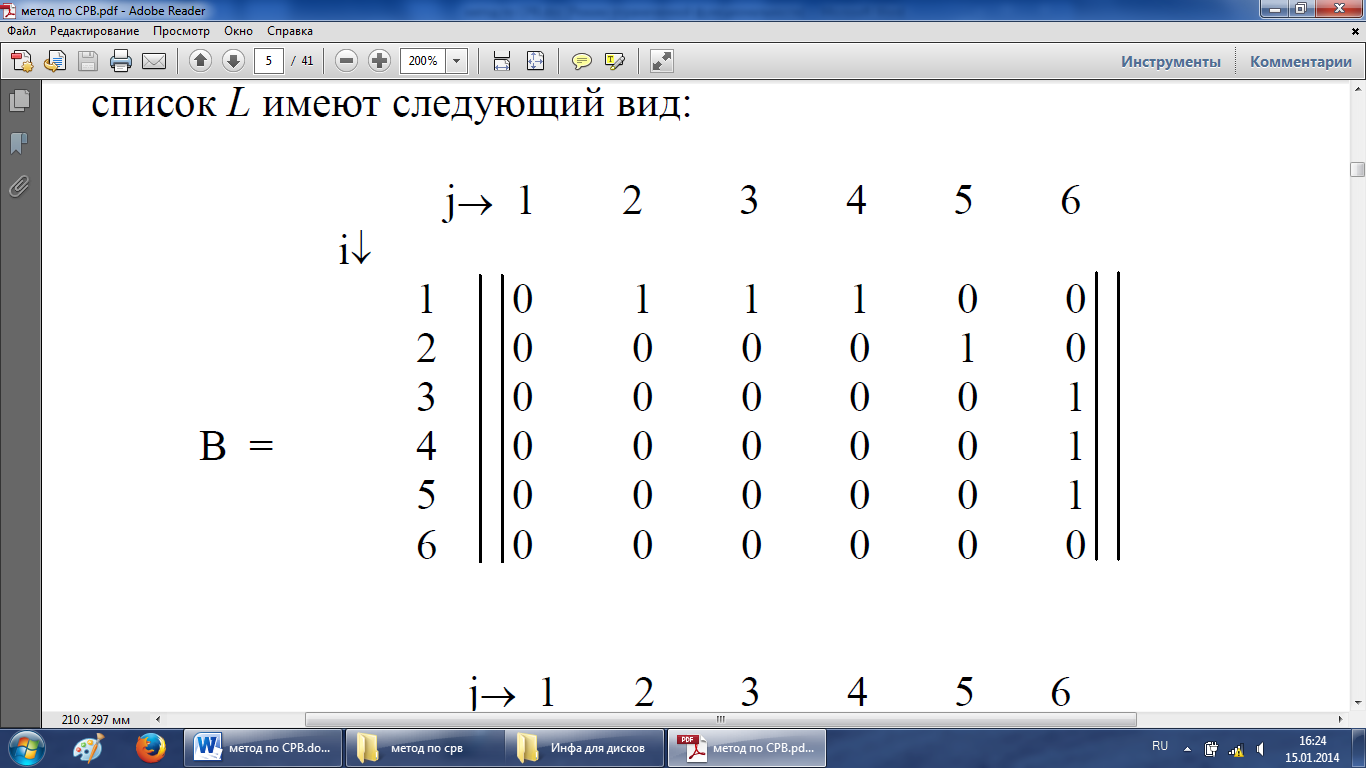
Расписания, полученные таким способом, называются списочными расписаниями.

**Пример.**

Рассмотрим случай для m=2, n=6. Граф для совокупности работ представлен на рис. 1.1



Матрица смежности B, матрица достижимости C, вектор времен T и список L имеют следующий вид:



Списочное расписание, составленное в соответствии с описанным выше эвристическим методом, представлено в виде временных диаграмм Ганта на рис. 1.2. Длина полученного расписания *ω* =14.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Р1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Р2 | ■ | ■ | ■ | 3 | 3 | 3 | 3 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

единицы времени

P1, P2 - процессоры;

■ - простой процессора.

Рис. 1.2

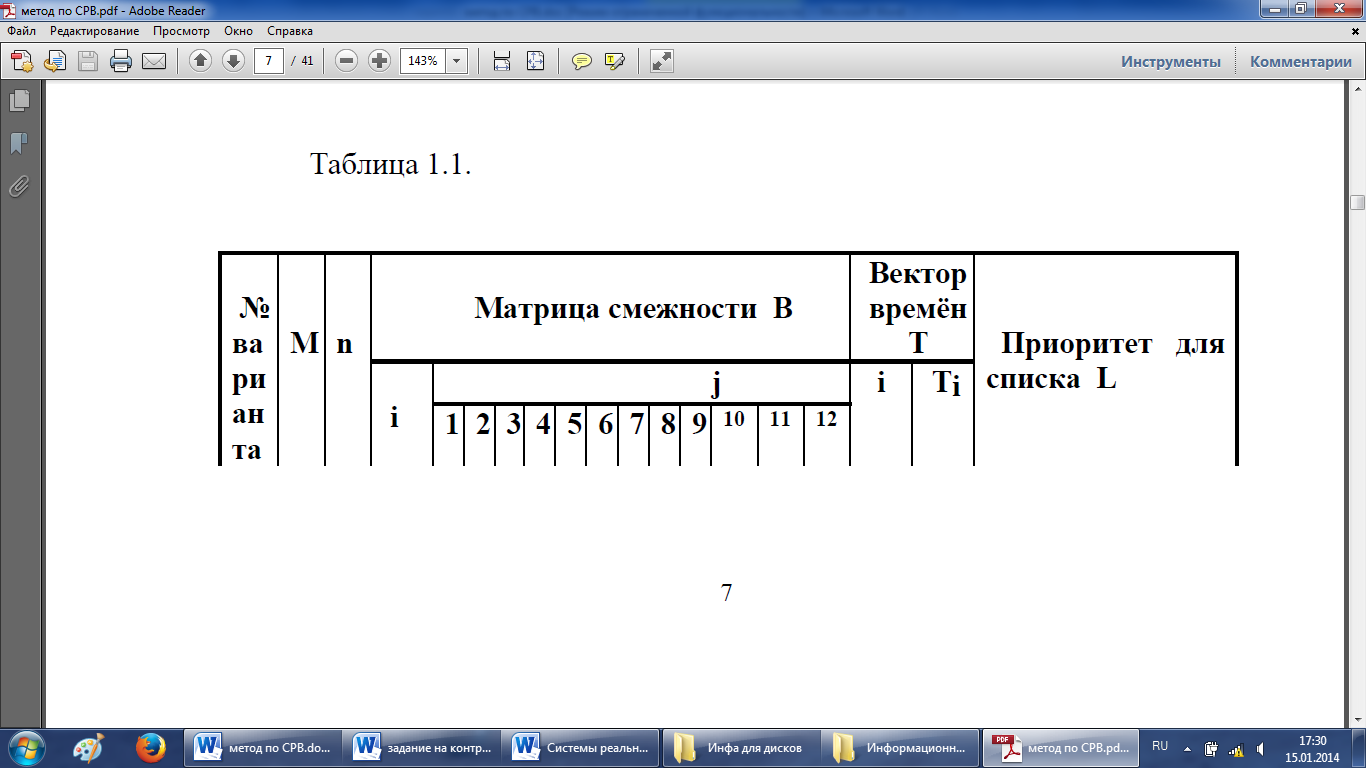
Задание.

Исходными данными для выполнения задания являются число процессоров *m*, число работ *n*, матрица смежности B и вектор времен *T*, результатами - временные диаграммы Ганта для каждого процессора ВС и длина полу­ченного списочного расписания *ω*.

В ходе выполнения задания в контрольной работе должны быть представлены.

1. Задание и его исходные данные.
2. Граф для совокупности работ.
3. Матрица достижимости C.
4. Список L с указанием для каждой его работы значений задан­ного приоритета.
5. Списочное расписание, построенное вручную по варианту за­дания.

**Варианты заданий**



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 4 | 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |  |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |  |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 |  |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 |  |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 2 |  |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 |  |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 7 | 4 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 2 | Наименьшее |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 9 | 3 | значение крити- |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 3 | ческого по вре- |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 4 | мени пути от на- |
|  |  |  | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 3 | чальной верши­ны до данной |
| 2 | 3 | 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 1 | 2 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 2 | 3 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 3 | 4 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 4 | 3 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |  | 5 | 4 | чальной верши­ны до данной |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  | 6 | 2 |  |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  | 7 | 3 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  | 8 | 3 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 9 | 4 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 10 | 2 |  |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 11 | 4 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | 3 | 10 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 1 | 2 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 2 | 3 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  | 3 | 3 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 4 | 4 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  | 5 | 2 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  | 6 | 3 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |  |  | 7 | 4 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 8 | 4 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 9 | 2 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 10 | 3 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 4 | 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 4 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 4 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 | 3 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 2 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 3 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 2 |  |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 3 |  |
|  |  |  | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 |  |
| 5 | 3 | 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 1 | 2 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 2 | 3 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 3 | 2 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 4 | 3 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 5 | 4 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 6 | 4 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  | 7 | 3 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |  | 8 | 2 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 9 | 3 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 10 | 2 |  |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 11 | 4 |  |
| 6 | 3 | 10 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 1 | 3 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 2 | 2 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  | 3 | 3 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  | 4 | 2 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  | 5 | 4 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |  |  | 6 | 3 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  | 7 | 2 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 8 | 4 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 9 | 2 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 10 | 4 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 4 | 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 | 4 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 2 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 3 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 | 2 |  |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 4 |  |
|  |  |  | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 |  |
| 8 | 3 | 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 1 | 3 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 2 | 2 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 3 | 2 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 4 | 3 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 5 | 4 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |  | 6 | 2 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  | 7 | 3 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |  | 8 | 4 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 9 | 2 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  | 10 | 3 |  |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 11 | 4 |  |
| 9 | 3 | 10 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 1 | 2 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 2 | 4 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |  |  | 3 | 3 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |  |  | 4 | 3 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |  |  | 5 | 2 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |  |  | 6 | 2 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 7 | 4 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 8 | 3 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |  |  | 9 | 3 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  | 10 | 4 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 4 | 12 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | Наименьшее |
|  |  |  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | значение крити- |
|  |  |  | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | ческого по вре- |
|  |  |  | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | мени пути от на- |
|  |  |  | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | чальной верши- |
|  |  |  | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 2 | ны до данной |
|  |  |  | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 |  |
|  |  |  | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 | 3 |  |
|  |  |  | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 9 | 4 |  |
|  |  |  | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 3 |  |
|  |  |  | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 4 |  |
|  |  |  | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 |  |