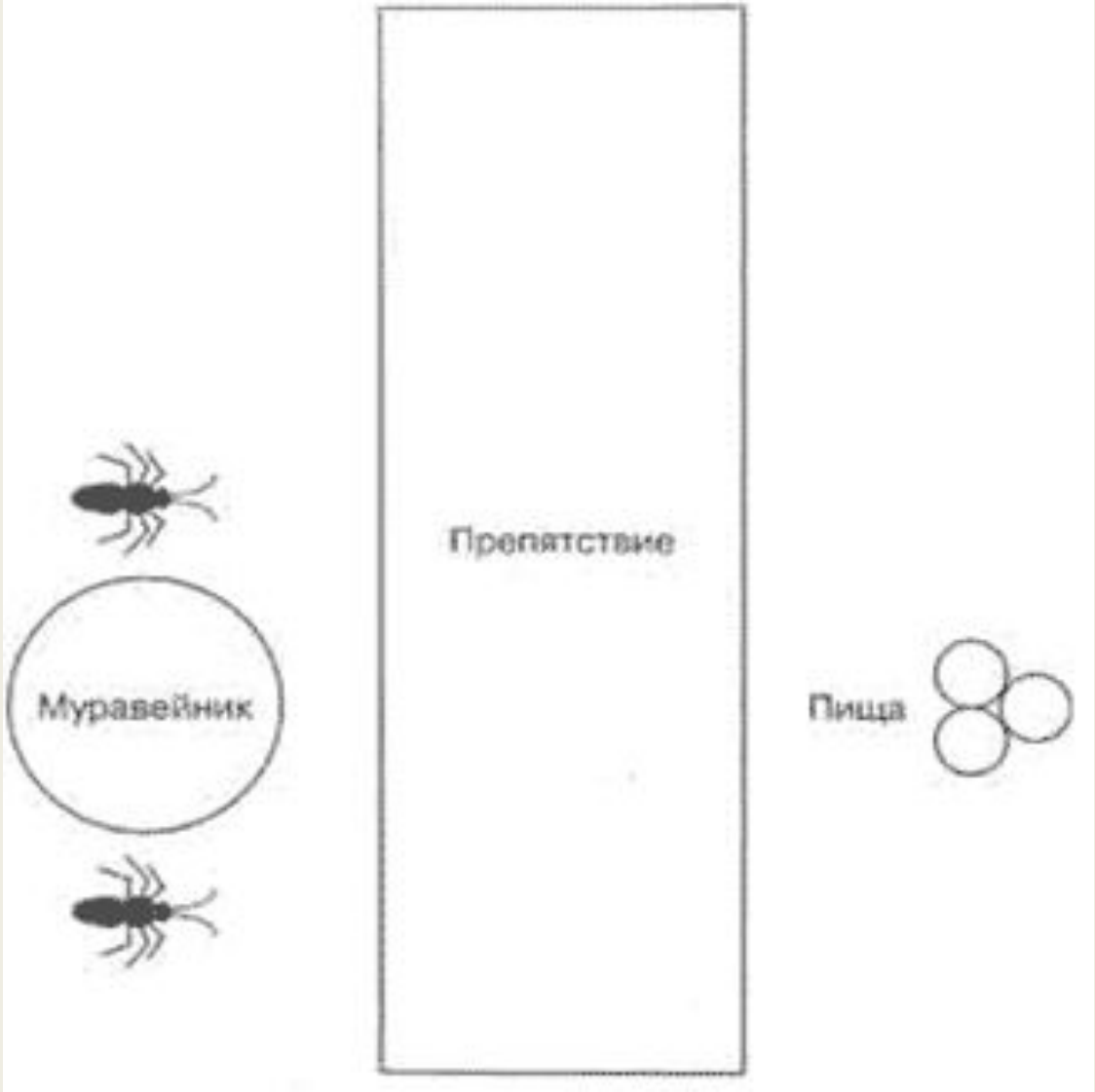
МУРАВЬИНЫЕ АЛГОРИТМЫ. ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЁРА. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Выполнил:
Студент гр. ЗПИуд-118
Прописнов К.И.

Два муравья из муравейника должны добраться до пищи, которая находится за препятствием. Во время перемещения каждый муравей выделяет немного феромона, используя его в качестве маркера.

При прочих равных каждый муравей выберет свой путь. Первый муравей выбирает верхний путь, а второй - нижний. Так как нижний путь в два раза короче верхнего, второй муравей достигнет цели за время t_1.



Первый муравей в этот момент пройдет только половину пути (рисунок 2).

Когда один муравей достигает пищи, он берет один из объектов и возвращается к муравейнику по тому же пути. За время t_2 второй муравей вернулся в муравейник с пищей, а первый муравей достиг пищи (рисунок 3).

При перемещении каждого муравья на пути остается немного феромона. Для первого муравья за время $t_0 t_2$ путь был покрыт феромонами только один раз. В то же самое время второй муравей покрыл путь феромонами дважды. За время t_4 первый муравей вернулся в муравейник, а второй муравей уже успел еще раз сходить к еде и вернуться. При этом концентрация феромона на нижнем пути будет в два раза выше, чем на верхнем. Поэтому первый муравей в следующий раз выберет нижний путь, поскольку там концентрация феромона выше.

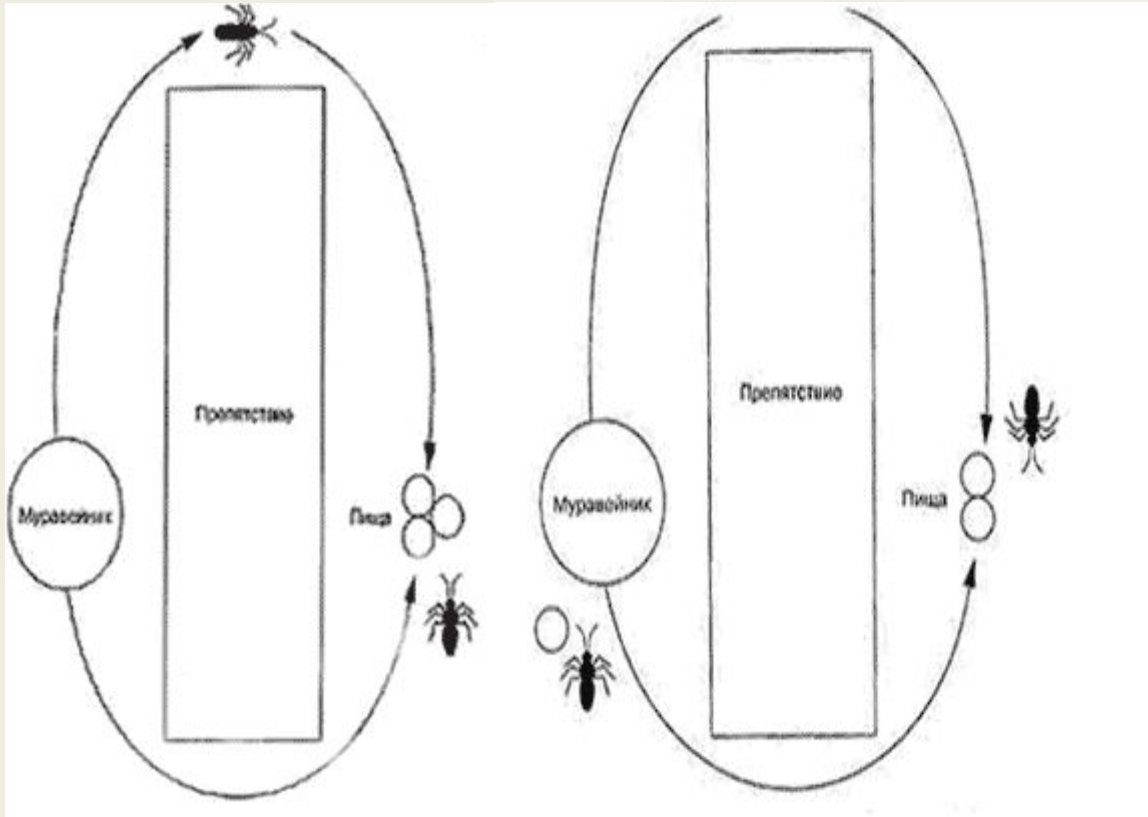


Рисунок 2 Рисунок 3

Генетический алгоритм(ГА) и муравьиный алгоритм (Ant Colony System – ACS) считаются «фаворитами» поисковых алгоритмов.

Наиболее наилучшим из числа поисковых алгоритмов считается ГА. Правда, он также обладает минусами, связанными с преждевременной сходимостью. ГА предоставляет приближенное решение задачи, он так же может быть распараллелен, блок схема генетического алгоритма изображена на рисунке 4.

Рисунок 4 – Блок-схема работы генетического алгоритма.

Таким образом, основой поведения муравьиной колонии предназначается низкоуровневая связь, вследствие которой, колония предполагает собой разумную систему, блок схема муравьиного алгоритма показана на рисунке 5.

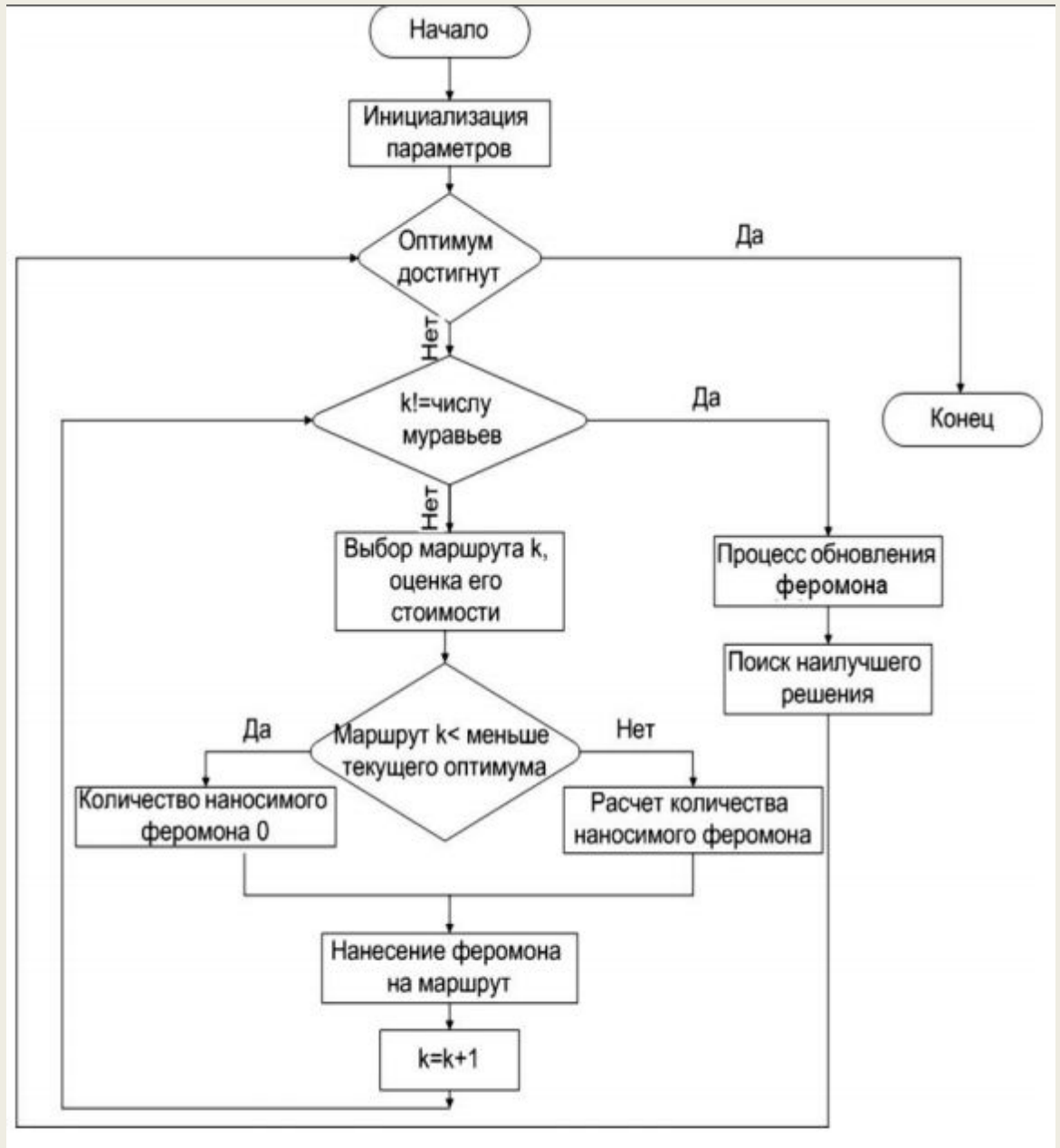


Рисунок 5 – Блок-схема муравьиного алгоритма

С течением времени надобность, а значит и вероятность выбора самого короткого пути увеличивается, из-за того, что количество откладываемого феромона обратно пропорционально длине маршрута и задается формулой 1.

$$r_{ij}\ t+1 = 1-p * r_{ij}\ t + \Delta r_{ij}\ t\ ; \Delta r_{ij}\ t = {}_{k=1}^{m} \Delta r_{ij,k}\ t\ , \quad (1)$$

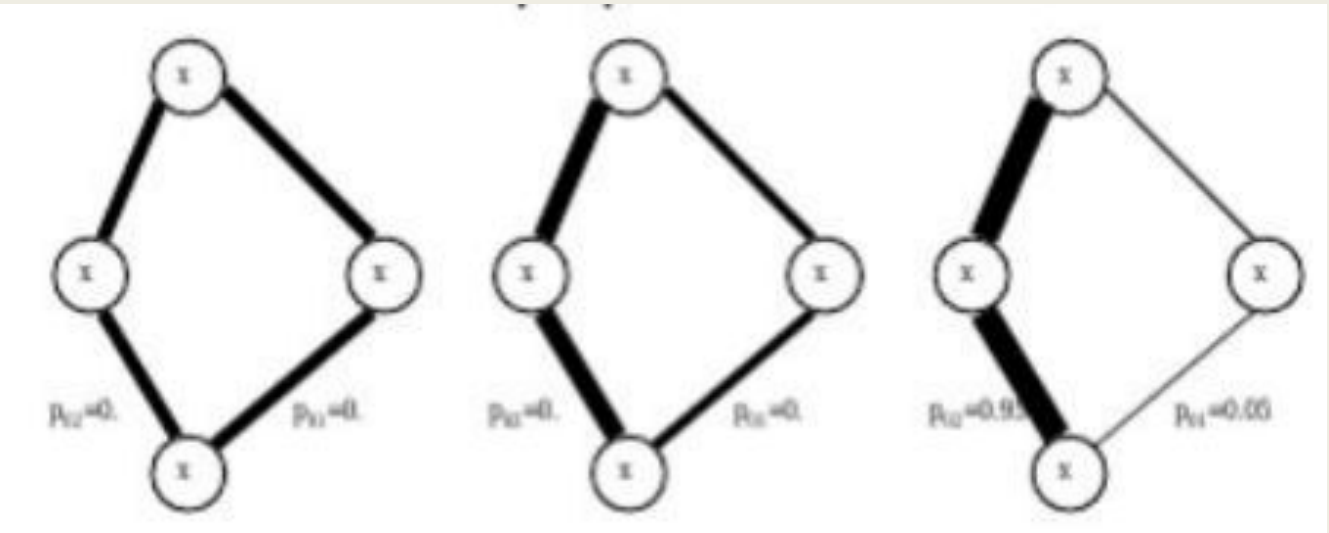


Рисунок 6 – Распределение вероятности

Реализация муравьиного алгоритма на примере задачи коммивояжера

Задан взвешенный граф G1 (рисунок 7).
Найти длину пути муравья в задаче коммивояжера. Начальная вершина 1. Дана последовательность P = 65,61,35 случайных чисел, выпавших при выборе очередной вершины. Расстояния, между вершинами k,j и интенсивность феромона на ребре [k,j] заданы на таблице

Ребро	$L_{k,j}$	τ_{ij}
1-2	38	3
1-3	74	2
1-4	59	2
1-5	45	2
2-3	46	1
2-4	61	1
2-5	72	1
3-4	49	2
3-5	85	2
4-5	42	1

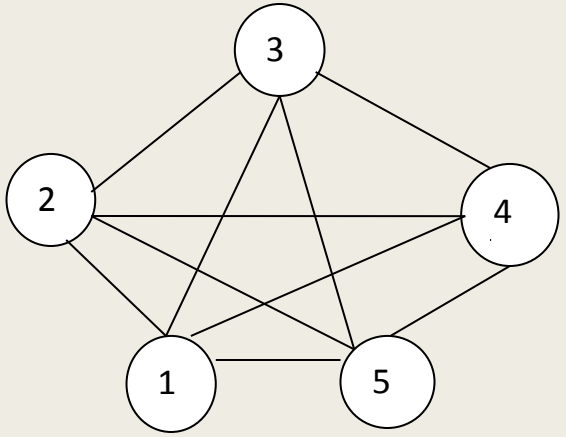


Рисунок 7 – графическая реализация номеров вершин

Секторы вероятности перехода сортировать по возрастанию номеров вершин использовать формулу вероятности перехода из вершины k в j.

$$P_{k,j} = 100 * \frac{[\eta_{kj}]^{\alpha} * [\tau_{kij}]^{\beta}}{\sum [\eta_{kj}]^{\alpha} * [\tau_{kij}]^{\beta}},$$ где α=1, β=1, $\eta_{kj}=1/L_{k,j}$

В начале движения из вершины 1 муравей имеет четыре возможных пути: в вершину 2, 3, 4 или 5. Вычислим вероятности перехода в эти вершины

$$P_{1,2} = 100 * \frac{3/38}{3/38 + 2/74 + 2/59 + 2/45} = \frac{7,9}{0,18} = 42,83$$

$$P_{1,3} = 100 * \frac{2/74}{0,18} = \frac{2,7}{0,18} = 14,66$$

$$P_{1,4} = 100 * \frac{2/59}{0,18} = \frac{3,39}{0,18} = 18,4$$

$$P_{1,5} = 100 * \frac{2/45}{0,18} = \frac{4,44}{0,18} = 24,11$$

Вычисляем границы четырех секторов $\lfloor \rho'_j, \rho''_j \rfloor$, j=2,3,4,5 вероятностей:

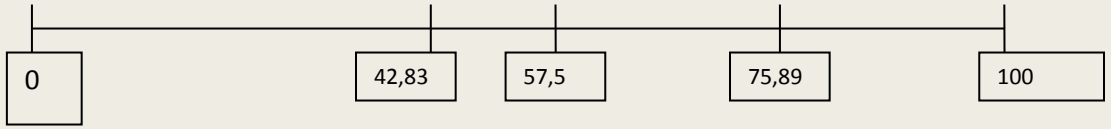
$$\rho'_2 = 0, \rho''_2 = P_{1,2} = 42,83$$

$$\rho'_3 = \rho''_2 + P_{1,3} = 57.5$$

$$\rho'_4 = \rho''_3 + P_{1,4} = 75.89$$

$$\rho'_5 = \rho''_4 + P_{1,5} = 100$$

Таким образом, отрезок [0,100] разбился на четыре участка



Остается запустить генератор случайных чисел и узнать, куда попадает случайное число. В нашем случае генератор дает P_1=65, что указывает на третий участок 57,5<65<75,89. Следовательно, муравей должен направиться к вершине 4.

Из вершины 4 только три возможные пути: 4-2, 4-3, 4-5. Пройденная вершина 1 попадает в список запрещенных вершин.

Вероятности перехода в эти вершины

$$P_{4,2} = 100 * \frac{1/61}{1/61 + 2/49 + 1/42} = \frac{1,64}{0,0081} = 20,23,$$

$$P_{4,3} = 100 * \frac{2/49}{0,18} = \frac{4,08}{0,081} = 50,38,$$

$$P_{4,5} = 100 * \frac{1/42}{0,18} = \frac{2,38}{0,081} = 23,39$$

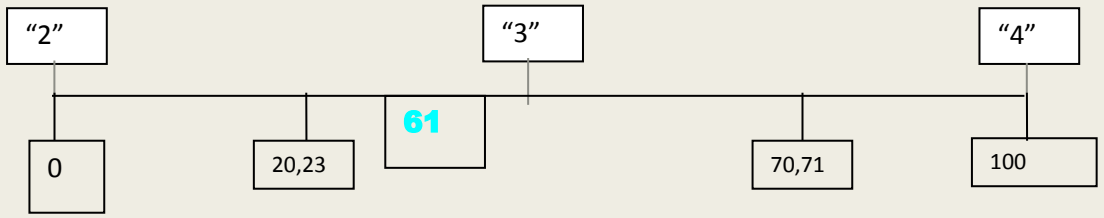
Вычисляем границы трех секторов $\lfloor \rho'_j, \rho''_j \rfloor$, j=2,3,5 вероятностей:

$$\rho'_2 = 0, \rho''_2 = P_{4,2} = 20,23,$$

$$\rho'_3 = \rho''_2 + P_{4,3} = 70,71$$

$$\rho'_5 = \rho''_3 + P_{4,5} = 100$$

Таким образом, отрезок [0,100] разбился на три участка



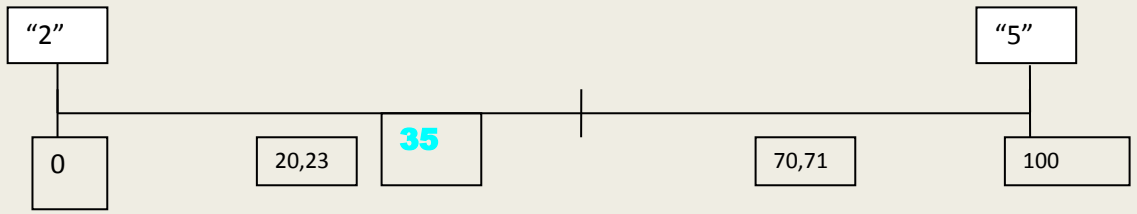
Случайное число P_2 =61, полученное генератором случайных чисел попадает на второй участок. Этот участок указывает на вершину 3. Далее муравей будет выбирать маршрут из этой вершины.

При выходе из вершины 3 имеется только 2 возможности - направиться в вершину 2 или 5. Остальные вершины попадают в список запрещенных вершин. Оценим возможности перехода:

$$P_{3,2} = 100 * \frac{1/42}{1/46 + 2/85} = \frac{2,17}{0,045} = 48,02,$$

$$P_{3,5} = 100 * \frac{2,85}{0,18} = \frac{2,35}{0,045} = 51,98,$$

Таким образом, отрезок [0,100] разбился на два участка



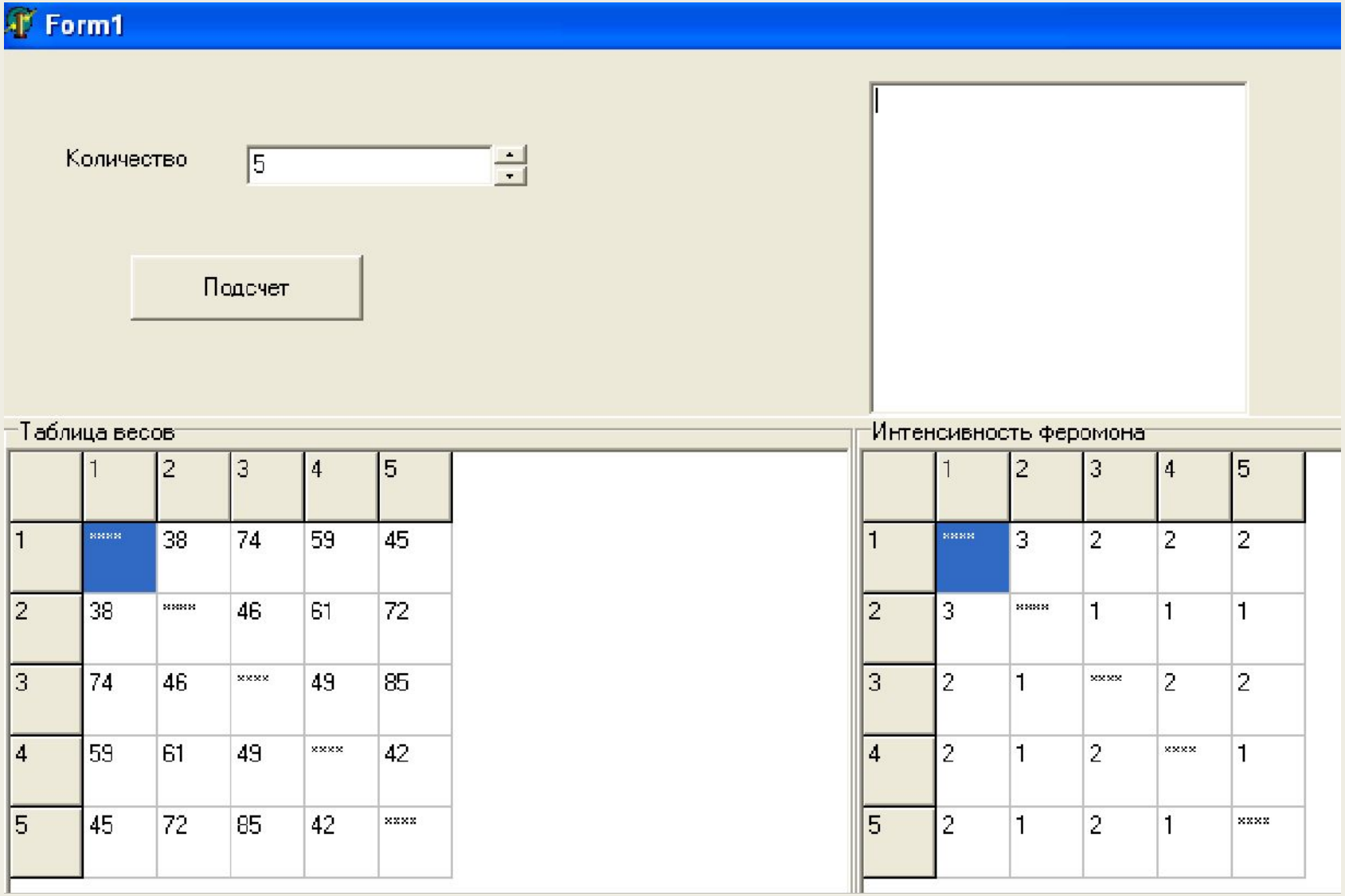
Случайное число P_3=35, полученное генератором случайных чисел указывает на вершину 2.

В вершине 2 выбор делать не приходиться. Все вершины, кроме 5 попали в список запрещенных вершин, поэтому дальнейший путь муравья очевиден. Сначала он идет в вершину 5, а затем завершает маршрут в 1, там, откуда он и вышел. Общая длина маршрута 1-4-3-2-5-1 равна

$$L_{1,4} + L_{4,3} + L_{3,2} + L_{2,5} + L_{5,1} = 59 + 49 + 46 + 72 + 45 = 271$$

Программа составлена в среде Delphi

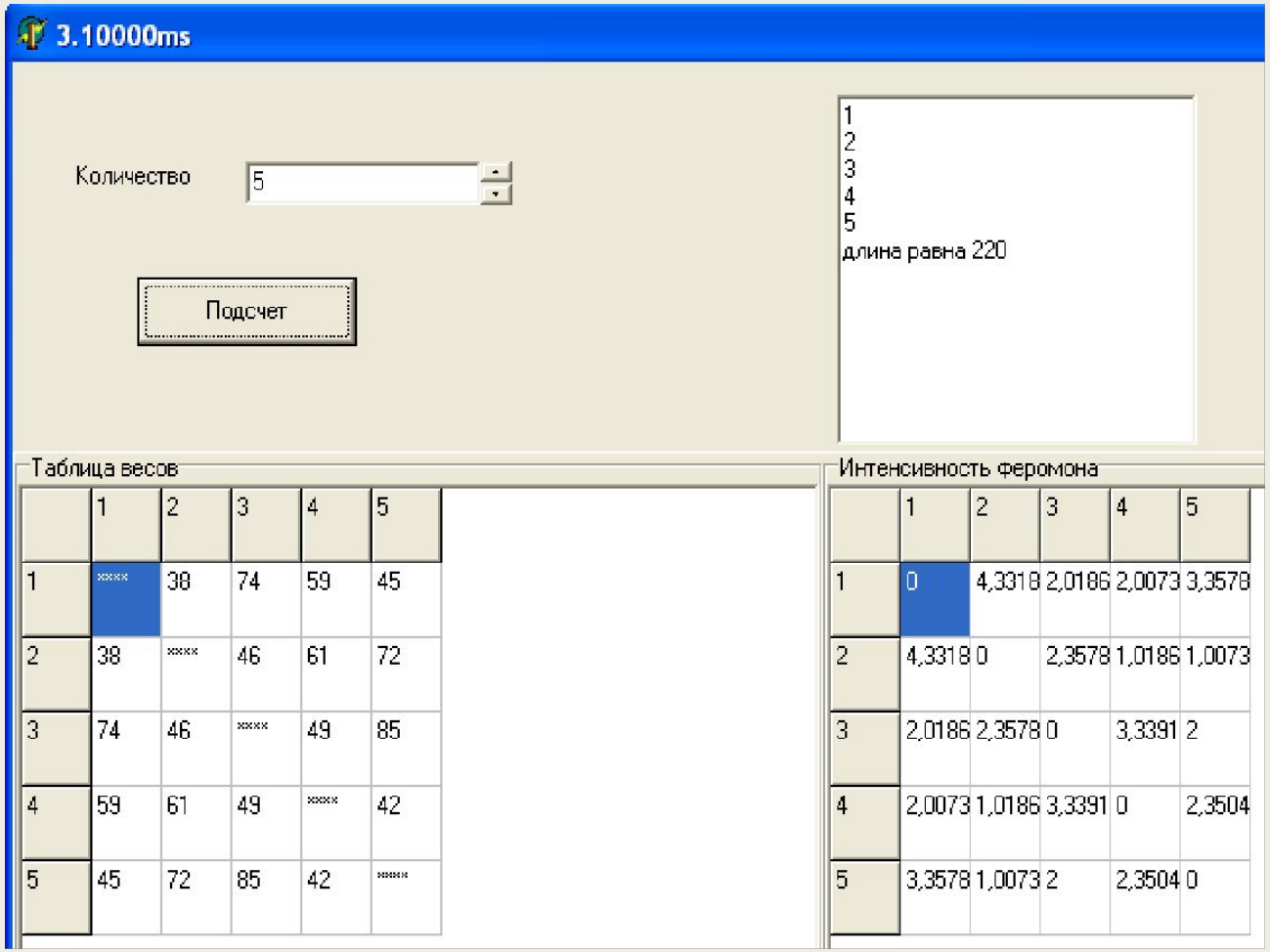
Зададим начальные значения: количество городов, интенсивность феромона и стоимость маршрута.



	1	2	3	4	5
1	****	38	74	59	45
2	38	****	46	61	72
3	74	46	****	49	85
4	59	61	49	****	42
5	45	72	85	42	****

	1	2	3	4	5
1	****	3	2	2	2
2	3	****	1	1	1
3	2	1	****	2	2
4	2	1	2	****	1
5	2	1	2	1	****

После подсчета программа выводит кратчайший путь 1-2-3-4-5, и длину пути равную 220. Интенсивность феромона на путях после прохождения по ним муравьев увеличилась.



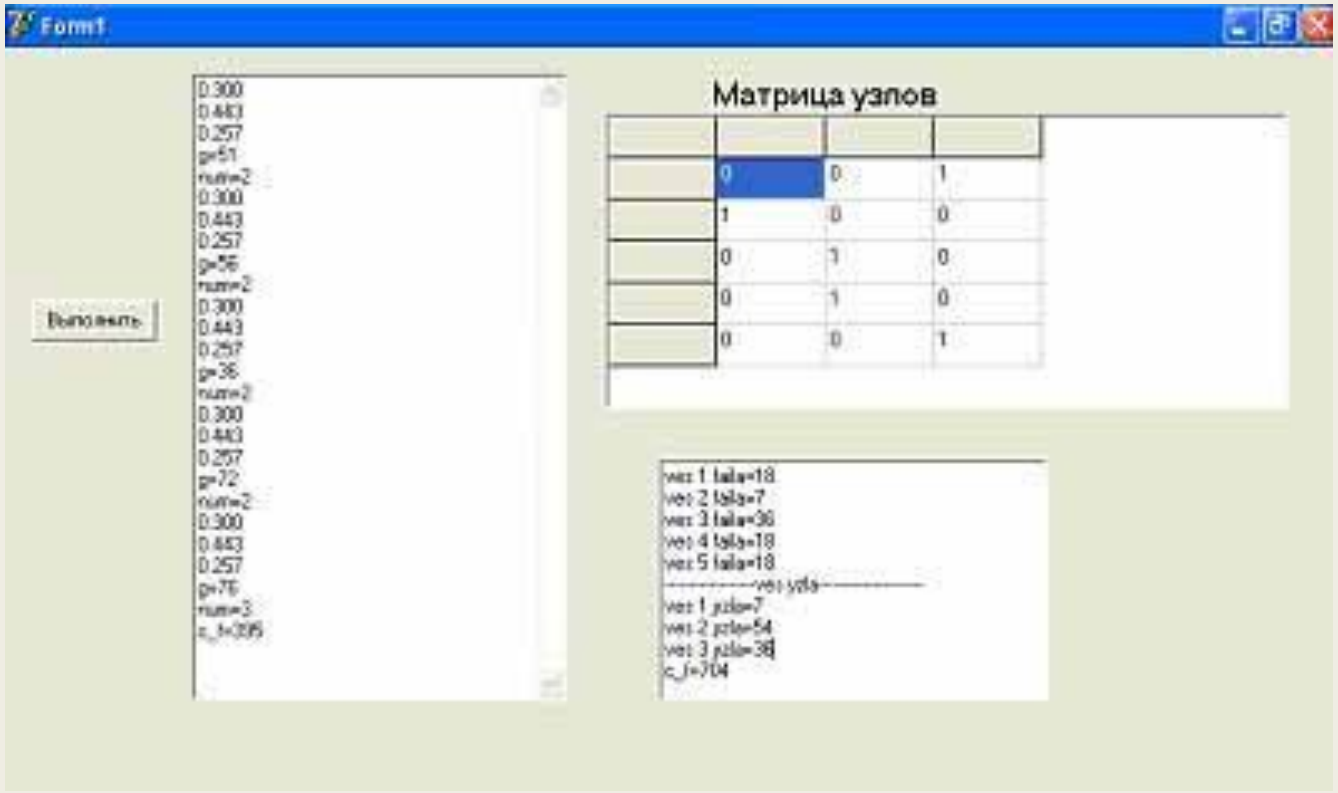
	1	2	3	4	5
1	****	38	74	59	45
2	38	****	46	61	72
3	74	46	****	49	85
4	59	61	49	****	42
5	45	72	85	42	****

	1	2	3	4	5
1	0	4,3318	2,0186	2,0073	3,3578
2	4,3318	0	2,3578	1,0186	1,0073
3	2,0186	2,3578	0	3,3391	2
4	2,0073	1,0186	3,3391	0	2,3504
5	3,3578	1,0073	2	2,3504	0

В ходе вычислительного эксперимента были сравнены решения данной задачи с помощью муравьиного и генетического алгоритмов. В результате пришли к выводу что, что вычисление муравьиным алгоритмом происходит быстрее.

	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Муравьиный алгоритм	1,600мс	1,550мс	1,750мс
Генетический алгоритм	4,300мс	3,100мс	4,700мс

Для исследования работы муравьиного алгоритма проведен вычислительный эксперимент. Предложенным алгоритмом и методом полного перебора решена задача распределения m файлов среди n узлов сети, m=5, n=3. Объемы файлов - случайные числа.



Спасибо за внимание!