

М.Н. ЗАХАРОВ

ОБЩИЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ В МНОГОПОЗИЦИОННОМ АГРЕГАТНОМ СТАНКЕ.

У роботі пропонується алгоритм визначення розмірних взаємозв'язків на тривимірній моделі багатопозиційної агрегатованої системи.

In work the algorithm of determination of intercommunications of sizes is offered on the three-dimensional model of the multiitem aggregate system.

Задача нахождения СРЦ решается с использованием теории графов. Сборочные размерные цепи изделия представляются графом (рис.1) в котором, вершины – поверхности, а ребра - размеры.

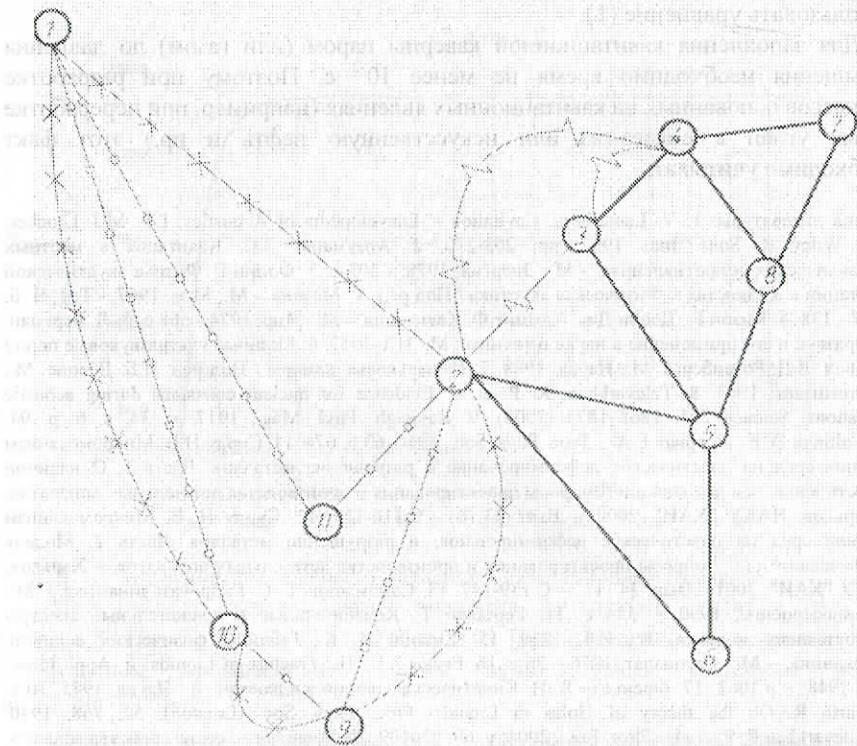
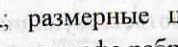
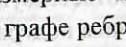
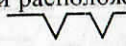
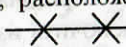


Рис. 1 – Фрагмент графа, отображающий сборочные размерные цепи многопозиционного агрегатного станка.

Рассмотрим особенности графа, отображающего размерную цепь. Ребра графа имеют кратность 1. Каждой размерной цепи соответствует цикл на графе. Все размеры (кроме замыкающих) могут входить в одну или несколько размерных цепей, следовательно, на графе задан гамильтонов цикл. В графе можно пометить ребра, которые относятся к замыкающим размерам в размерных цепях, относительно которых справедливо утверждение, что эти ребра относятся только к одному циклу. При этом необходимо учесть, что составляющие звенья размерных цепей, которые входят в другие размерные цепи, могут образовывать замкнутый контур только при наличии замыкающего звена.

Также необходимо учесть, что пространственная размерная цепь обуславливает наличие между одними и теми же поверхностями нескольких замыкающих звеньев, расположенных в разных плоскостях.

Поэтому необходимо ввести ограничения: размерные цепи расположенные в горизонтальных плоскостях обозначены на графе ребрами ; размерные цепи расположенные в вертикальных плоскостях обозначены на графе ребрами ; размерные цепи отклонения от параллельности расположенные в горизонтальных плоскостях обозначены на графе ребрами ; размерные цепи отклонения от параллельности и плоскостности, расположенные в вертикальных плоскостях обозначены на графе ребрами .

Поиск составляющих звеньев размерных цепей должен вестись по ребрам того же типа, что и замыкающее звено.

Задача имеет, в общем случае, следующую постановку. На неориентированном графе, кратность ребер которого равна единице, определить фундаментальное множество циклов, в каждый из которых входит только по одному известному ребру.

Задача выявления существования у неориентированных графов минимальных подграфов, имеющих гамильтонов цикл, нахождения - такого цикла, если он существует, является важной задачей теории графов как с практической, так и с теоретической точек зрения.

Для решения задачи поиска сборочных размерных цепей предлагается метод нахождения в неориентированных графах минимальных подграфов, являющихся гамильтоновым циклом.

Для решения задачи:

а) строится матрица M_{ij} связей вершин (для ребер графа расположенных в вертикальных плоскостях и горизонтальных отдельно), где $1 \leq i \leq m$; $1 \leq j \leq 2$. Данная матрица имеет размерность $m \times 2$, где m - число строк равное числу ребер графа (связь заносится в матрицу, если ребро непосредственно связывает две вершины);

б) строится матрица M . Данная матрица содержит все замыкающие звенья расположенные в горизонтальных или вертикальных плоскостях и имеет размерность $l \times 2$, где l - число строк равное числу замыкающих звеньев.

Эти две матрицы M_i и M являются исходными для решения задачи и строятся вручную;

в) строится матрица $M_c = (b_{ij})$ степеней вершин, где $1 \leq i \leq n$; $1 \leq j \leq 2$. Матрица M_c имеет размерность $n \times 2$, где n - число вершин в неориентированном графе. Данный этап выполняется автоматически. Для этого из M_i последовательно выбираются вершины ($1 \leq i \leq m$) из обоих столбцов и сколько раз данная вершина встречается в матрице, такова ее степень.

Задача решается в следующей последовательности:

1. В исходном графе G размыкаются все циклы, кроме одного. Для этого из M_i последовательно выбираются (обнуляются) все помеченные связи, имеющиеся в M , кроме одной. Степени соответствующих вершин уменьшаются в M_c на единицу. В результате получим подграф G_0^1 графа G , в котором будет замкнут только один элементарный цикл. Подграф G_0^1 отражается в M_c^1 и M_i^1 .
2. Отбрасываются висячие вершины подграфа G_0^1 . Вершина со степенью, равной единице, является висячей и ее можно исключить из подграфа G_0^1 при нахождении максимального подграфа, в котором предполагается наличие гамильтонова цикла. Для этого из матрицы M_c последовательно выбираются вершины, имеющие степень, равную единице. Затем каждая из этих вершин отыскивается в матрице M_i^1 и также находится вершина, с ней связанная. Исключая выбранные вершины из M_i^1 , уменьшаем в M_c^1 степени вершин с ними связанных, на единицу. Этот процесс повторяется до тех пор, пока степени оставшихся в M_c^1 вершин не будут равны 2. По окончании этого процесса в M_i^1 остаются связи, принадлежащие элементарному циклу.
3. Выбор из M_i^1 гамильтонова цикла. Для этого берется одна из вершин, принадлежащая помеченному ребру. Отыскивается в M_i^1 (в первом или втором столбце) связь с данной вершиной. Найденная вершина принимается за исходную и снова отыскивается связь этой вершины в M_i^1 . Процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнута вершина, с которой начался поиск.

Для нахождения всех гамильтоновых циклов (размерных цепей) процесс повторяется столько раз (с п.1), сколько строк содержит матрица M , или другими словами, столько раз, сколько элементарных гамильтоновых циклов имеет граф G .

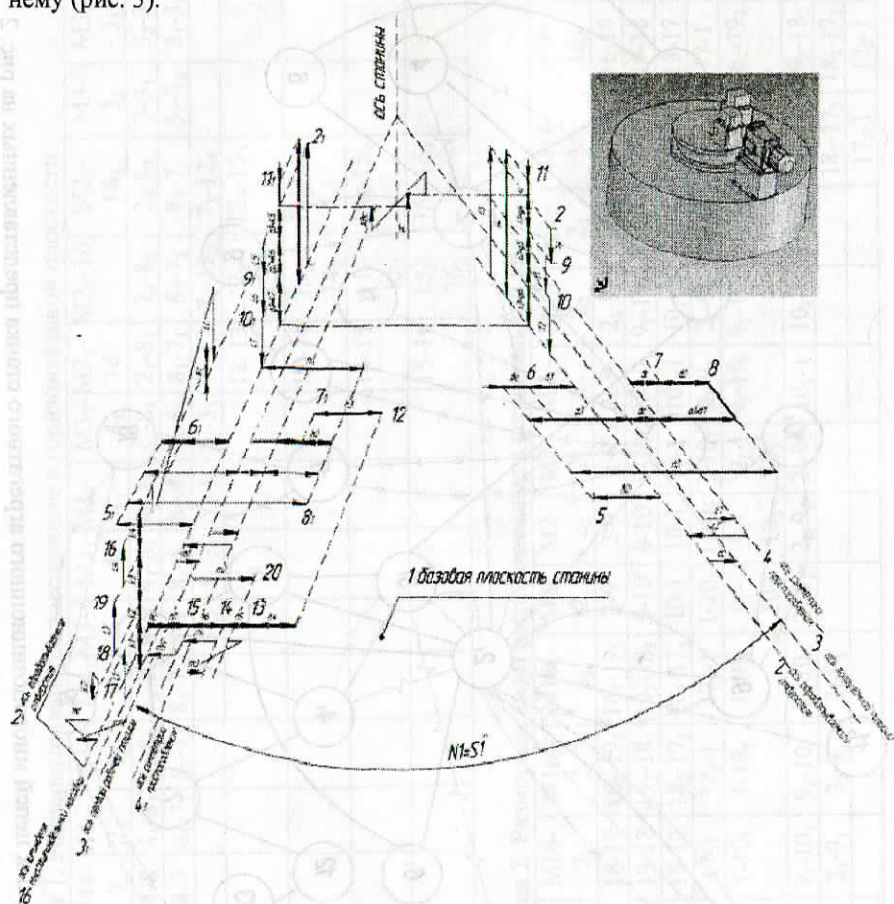
[illegible]

Рис. 2 – Фрагмент пространственных размерных цепей многопозиционного агрегатного станка.

Нахождение СРЦ, с использованием теории графов, проводилось для четырехпозиционного агрегатного станка с тремя рабочими позициями, расположенными в горизонтальной плоскости. Результаты решения занесены в таблицы 1,2,3,4. Индексом «М» обозначены замыкающие звенья, составляющие звенья которых расположены в соответствующих столбцах.

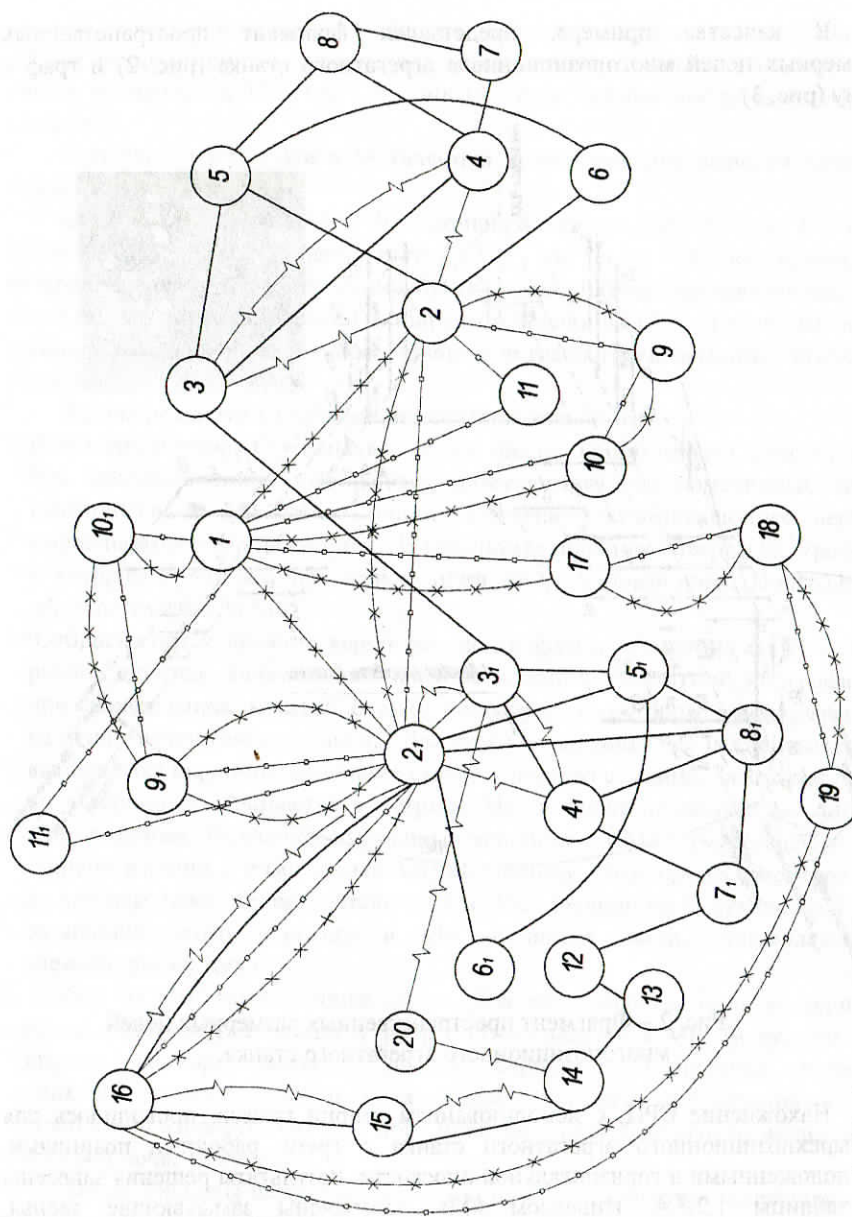


Рис. 3 — Граф размерных целей многопозиционного агрегатного станка представленных на рис. 2

Таблица 1. Размерные цепи расположенные в горизонтальной плоскости

M5-	M5 ₁ -	M5 ₂ -	M5 ₃ -	M4-	M4 ₁ -	M4 ₂ -	M4 ₃ -	M4 ₄ -	M3-	M3 ₁ -	M3 ₂ -	M3 ₃ -	M2 ₃ -	M2 ₂ -	M2 ₁ -	M2 ₃ -	M2 ₂ -	M2 ₁ -	M3-	M3 ₁ -	M3-	M3 ₁ -	M3-
6	6 ₁	6 ₂	6 ₃	7	7 ₁	7 ₂	7 ₃	4	4 ₁	4 ₂	4 ₃	4 ₄	16	2 ₂ -8 ₂	2 ₁ -8 ₁	2 ₂ -8 ₂	2 ₃ -8 ₃	2 ₂ -8 ₂	2 ₁ -8 ₁	3 ₂ -3 ₁	3 ₃	3 ₂ -3 ₁	3 ₃
6-2	6 ₁ -2 ₁	6 ₂ -2 ₂	6 ₃ -2 ₃	4-8	4 ₁ -8 ₁	4 ₂ -8 ₂	4 ₃ -8 ₃	4-8	4 ₁ -8 ₁	4 ₂ -8 ₂	4 ₃ -8 ₃	4 ₄ -8 ₄	8 ₂ -7 ₂	8 ₁ -7 ₁	8 ₂ -7 ₂	8 ₃ -7 ₃	8 ₄ -7 ₄	8 ₂ -7 ₂	8 ₁ -7 ₁	3 ₂ -3 ₁	3 ₃ -3 ₂	3 ₂ -3 ₁	3 ₃ -3 ₂
2-5	2 ₁ -5 ₁	2 ₂ -5 ₂	2 ₃ -5 ₃	8-7	8 ₁ -7 ₁	8 ₂ -7 ₂	8 ₃ -7 ₃	8-5	8 ₁ -5 ₁	8 ₂ -5 ₂	8 ₃ -5 ₃	8 ₄ -5 ₄	7 ₁ -12 ₁	7 ₂ -12 ₂	7 ₃ -12 ₃	7 ₄ -12 ₄	7 ₂ -12 ₂	7 ₃ -12 ₃	7 ₁ -12 ₁	3 ₁ -3 ₂	3 ₂ -3 ₃	3 ₁ -3 ₂	3 ₂ -3 ₃
													12-13	12 ₂ -13 ₂	12 ₃ -13 ₃	12 ₄ -13 ₄	12 ₂ -13 ₂	12 ₃ -13 ₃	12 ₁ -13 ₁				
													13-14	13 ₂ -14 ₂	13 ₃ -14 ₃	13 ₄ -14 ₄	13 ₂ -14 ₂	13 ₃ -14 ₃	13 ₁ -14 ₁				
													14-15	14 ₂ -15 ₂	14 ₃ -15 ₃	14 ₄ -15 ₄	14 ₂ -15 ₂	14 ₃ -15 ₃	14 ₁ -15 ₁				
													15-16	15 ₂ -16 ₂	15 ₃ -16 ₃	15 ₄ -16 ₄	15 ₂ -16 ₂	15 ₃ -16 ₃	15 ₁ -16 ₁				

Таблица 2. Размерные цепи расположенные в вертикальной плоскости

M2-	M2 ₁ -	M2 ₂ -	M2 ₃ -	M16-	M16 ₂ -	M16 ₃ -	M2-	M2 ₁ -	M2 ₂ -	M2 ₃ -	M2-	M2 ₁ -	M2 ₂ -	M2 ₃ -	M16-	M16 ₂ -	M16 ₃ -	M2-	M2 ₁ -	M2 ₂ -	M2 ₃ -	M16-	M16 ₂ -
11	11 ₁	11 ₂	11 ₃	2 ₁	2 ₂	2 ₃	2 ₁	2 ₂	2 ₃	2 ₄	2 ₁	2 ₂	2 ₃	2 ₄	16 ₂ -16 ₃	16 ₂ -16 ₃	16 ₃ -16 ₄	2 ₁	2 ₂	2 ₃	2 ₄	16 ₂ -16 ₃	16 ₂ -16 ₃
2-9	2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃	16-19	16 ₂ -19 ₂	16 ₃ -19 ₃	2-9	2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃	2-9	2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃	16 ₂ -19 ₂	16 ₂ -19 ₂	16 ₃ -19 ₃	2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃	2 ₄ -9 ₄	16 ₂ -19 ₂	16 ₂ -19 ₂
9-10	9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	19-18	19 ₂ -18 ₂	19 ₃ -18 ₃	9-10	9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	9-10	9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	19 ₂ -18 ₂	19 ₂ -18 ₂	19 ₃ -18 ₃	9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	9 ₄ -10 ₄	19 ₂ -18 ₂	19 ₂ -18 ₂
10-1	10 ₁ -1	10 ₂ -1	10 ₃ -1	18-17	18 ₂ -17 ₂	18 ₃ -17 ₃	10-1	10 ₁ -1	10 ₂ -1	10 ₃ -1	10-1	10 ₁ -1	10 ₂ -1	10 ₃ -1	18 ₂ -17 ₂	18 ₂ -17 ₂	18 ₃ -17 ₃	10 ₁ -1	10 ₂ -1	10 ₃ -1	10 ₄ -1	18 ₂ -17 ₂	18 ₂ -17 ₂
1-11	1-11 ₁	1-11 ₂	1-11 ₃	17-1	17 ₂ -1	17 ₃ -1	1-10 ₁	1-10 ₂	1-10 ₃	1-10 ₄	1-10 ₁	1-10 ₂	1-10 ₃	1-10 ₄	17 ₂ -1	17 ₂ -1	17 ₃ -1	1-10 ₁	1-10 ₂	1-10 ₃	1-10 ₄	17 ₂ -1	17 ₂ -1

Таблица 3. Размерные цепи отклонения от параллельности расположенные в горизонтальной плоскости

M2-3	M2 ₁ -3 ₁	M2 ₂ -3 ₂	M2 ₃ -3 ₃	M16-2 ₁	M16 ₂ -2 ₂	M16 ₃ -2 ₃
3-4	3 ₁ -4 ₁	3 ₂ -4 ₂	3 ₃ -4 ₃	2 ₁ -3 ₁	2 ₂ -3 ₂	2 ₃ -3 ₃
4-2	4 ₁ -2 ₁	4 ₂ -2 ₂	4 ₃ -2 ₃	3 ₁ -2 ₀	3 ₂ -2 ₀	3 ₃ -2 ₀
				20-14	20 ₂ -14 ₂	20 ₃ -14 ₃
				14-15	14 ₂ -15 ₂	14 ₃ -15 ₃
				15-16	15 ₂ -16 ₂	15 ₃ -16 ₃

Таблица 4. Размерные цепи отклонения от параллельности расположенные в вертикальной плоскости

M2-9	M2 ₁ - 9 ₁	M2 ₂ - 9 ₂	M2 ₃ - 9 ₃	M16- 2 ₁	M16 ₂ - 2 ₂	M16 ₃ - 2 ₃	M2-2 ₁	M2-2 ₂	M2-2 ₃	M2 ₁ - 2 ₂	M2 ₁ - 2 ₃	M2 ₂ - 2 ₃	M2 ₂ - 2 ₃	M2 ₂ - 2 ₃	M16- 16 ₂	M16- 16 ₃	M16 ₂ - 16 ₃
9-10	9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	16-19	16 ₂ -19 ₂	16 ₃ -19 ₃	2-9	2-9	2-9	2 ₁ -9 ₁	2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₂ -9 ₂	2 ₂ -9 ₂	16-19	16 ₂ -19 ₂	16 ₂ -19 ₂
10-1	10 ₁ -1	10 ₂ -1	10 ₃ -1	18-17	18 ₂ -17 ₂	18 ₃ -17 ₃	10-1	10-1	10-1	10 ₁ -1	10 ₁ -1	10 ₂ -1	10 ₂ -1	10 ₂ -1	19-18	19 ₂ -18 ₂	19 ₂ -18 ₂
1-2	1-2 ₁	1-2 ₂	1-2 ₃	17-1	17 ₂ -1	17 ₃ -1	1-10 ₁	1-10 ₂	1-10 ₃	2 ₂ -9 ₂	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃	2 ₃ -9 ₃	2 ₃ -9 ₃	17-1	17 ₂ -1	17 ₂ -1
				1-10 ₁	1-10 ₂	1-10 ₃	9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	9 ₃ -10 ₃	9 ₃ -10 ₃	9 ₃ -10 ₃	16 ₂ - 16 ₃	16 ₂ - 16 ₃	16 ₂ - 16 ₃
				9 ₁ -10 ₁	9 ₂ -10 ₂	9 ₃ -10 ₃	2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃	10 ₂ -1	10 ₃ -1	10 ₃ -1	10 ₃ -1	10 ₃ -1	19 ₂ - 18 ₂	19 ₂ - 18 ₂	19 ₂ - 18 ₂
				2 ₁ -9 ₁	2 ₂ -9 ₂	2 ₃ -9 ₃									18 ₂ - 17 ₂	18 ₂ - 17 ₂	18 ₂ - 17 ₂
															17 ₃ -1	17 ₃ -1	17 ₃ -1

Предлагаемое решение нахождения СРЦ обладает следующими основными преимуществами по сравнению с известными:

1. Простотой кодирования исходной информации и записи ее в исходные данные;
2. Уменьшение времени нахождения СРЦ за счет рациональной организации процесса поиска;
3. Простотой определения общих звеньев в пространственных размерных цепях изделия;
4. Использование известных методов нахождения гамильтоновых циклов предполагает ориентирование звеньев контура с последующим поиском цепи. В данном случае эффективность решения зависит не только от метода поиска, но и от ориентации звеньев контура. Предлагаемое решение позволяет определить элементарные циклы без ориентации звеньев.

Список литературы: 1. Мельниченко О.А. Основи технологичності конструкцій та складання металорізального устаткування: Навч. посібник для студентів машинобудівних спеціальностей. - Харків: УПА, 1997.-92с. 2. Агрегатные станки средних и малых размеров / Ю.В.Тимофеев, В.Д. Хицан, М.С. Вассерман, В.В. Громов; Под. общ. ред. Ю.В.Тимофеева. -М.:Машиностроение, 1985. - 248с. 3. Размерный анализ технологических процессов/В.В.Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. - М.: Машиностроение, 1982. - 264 с.

Поступила в редколлегию 15.05.2008