

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАСЧЕТЕ ТОЧНОСТИ ПЛОСКОСТНЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Демин Ф. И., Андронов М. А.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

В последнее время резко возросла доля применения компьютерной техники в расчетах точностных параметров деталей и сборок. Компьютеры последних поколений имеют достаточную производительность для того, чтобы использовать методы, которые ранее не использовались из-за чрезмерной трудоемкости. К таким методам, например, относится метод имитационного моделирования пространственных размерных цепей. В нем осуществляется многократный расчет одной и той же размерной цепи, варьируя составляющие вектора путем изменения параметров каждого отдельного вектора в пределах допуска по известным либо предполагаемым законам распределения. В результате получается пространственное облако рассеивания конечных точек рассчитываемой цепи. Точность такого метода значительно выше существующих и возрастает при увеличении количества полных расчетов цепи и уточнении законов распределения параметров. В СГАУ создана специальная программа, позволяющая рассчитывать пространственные размерные цепи этим методом.

Последовательность шагов расчета при использовании программы будет следующей:

- выявление векторов пространственной размерной цепи
- нахождение параметров, определяющих каждый отдельный вектор
- приведение параметров к виду, стандартному для программы
- занесение исходных данных в компьютер
- непосредственно расчет размерной цепи

Первые четыре пункта на данный момент выполняются вручную, что приводит к существенному увеличению трудоемкости процесса.

С другой стороны, в современном производстве повсеместно используются конструкторские чертежно-графические пакеты – "Компас-График", "ADEM", "AutoCAD" и другие, которые оперируют с чертежами в электронном виде. Существуют общие для всех них стандарты представления чертежа – DXF, IGES.

Возникает путь снижения трудоемкости расчета пространственных размерных цепей с помощью автоматизации первых четырех пунктов. Ставится задача автоматического нахождения машиной размерной цепи с одновременным представлением параметров векторов-составляющих в стандартном для расчетной программы виде.

Задача представляется достаточно сложной, поэтому было решено в качестве первого этапа составить алгоритм автоматического нахождения размерной цепи в пределах одного вида чертежа при условии задания векторов только линейными и угловыми размерами.

Алгоритм разбивается на блоки, которые представлены на рис. 1

Положение линейных размеров на чертеже определяется тремя точками: двумя точками привязки, которые заданы координатами, и точкой выносной линии, которая задана приращением относительно второй точки привязки. Угловые размеры определяются двумя точками, лежащими на одном луче размера, второй луч задается углом. Основной проблемой при поиске размеров, принадлежащих какой-либо точке является то, что точки привязки не совпадают с начальной и конечной точками вектора размерной цепи, а лежат на продолжении размерных линий. Для наглядности все это отображено на рисунке 2.

Алгоритм нахождения наклонных размеров.

Блок-схема данного алгоритма представлена на рисунке 3. Исходными данными являются координаты начальной точки вектора размерной цепи. Поиск размеров осуществляется в пошагово увеличиваемых кольцевых зонах с центром в начальной точке, поэтому основным циклом данной подпрограммы является цикл изменения радиуса охвата зоны поиска размеров. Внутри этого цикла находится второй цикл – перебора размеров. В ходе внутреннего цикла для каждого размера первыми осуществляются две последовательные проверки на совпадение точек привязки размера с начальной точкой. При наличии такого совпадения производится запись размера в файл выходных результатов. Далее следуют две проверки на попадание точек привязки в кольцевую область, ограниченную текущим и предыдущим радиусами охвата. При попадании первой точки привязки проверяется условие совпадения угловых коэффициентов прямых, проходящих через точки  $(X_0; Y_0)$ ,  $(X_1; Y_1)$  и  $(X_2; Y_2)$ ,  $(X_2+dX; Y_2+dY)$  соответственно. Если условие выполняется, то размер заносится в файл выходных результатов, в противном случае программа переходит к следующему размеру.

При попадании второй точки привязки проверяется условие совпадения угловых коэффициентов прямых, проходящих через точки  $(X_0; Y_0)$ ,  $(X_2; Y_2)$  и  $(X_2; Y_2)$ ,  $(X_2+dX; Y_2+dY)$  соответственно. Если условие выполняется, то размер заносится в файл выходных результатов, в противном случае программа переходит к следующему размеру. Алгоритм нахождения вертикальных (горизонтальных) размеров.

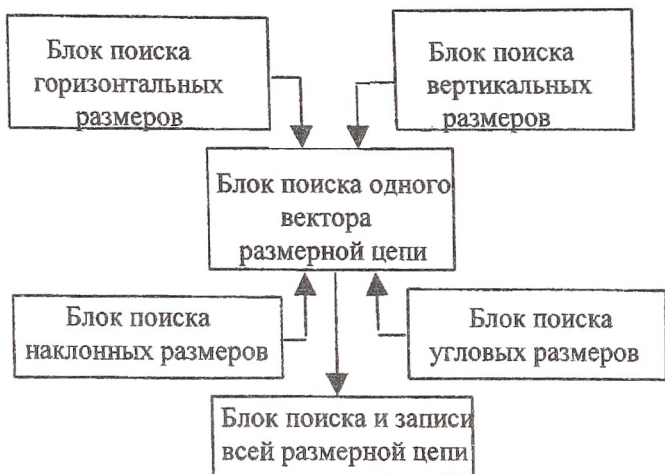


Рисунок 1

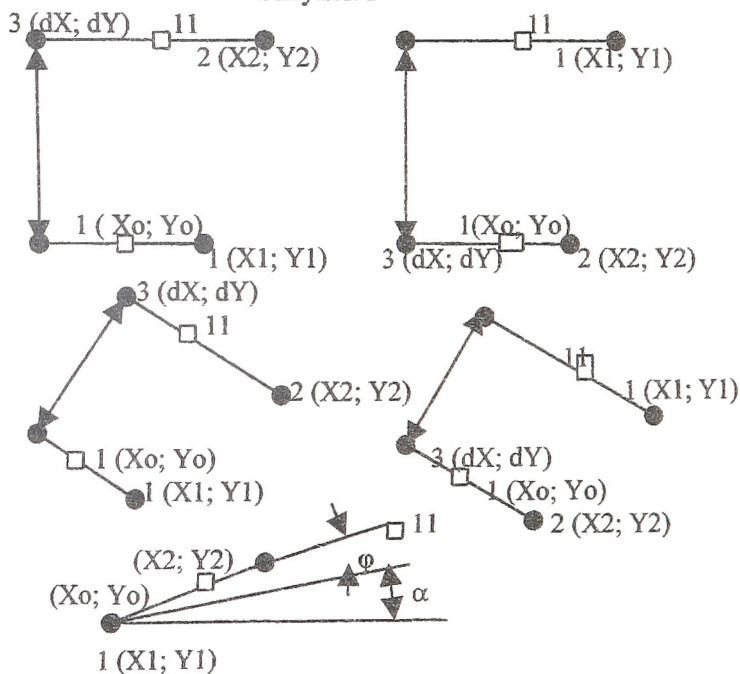


Рисунок 2

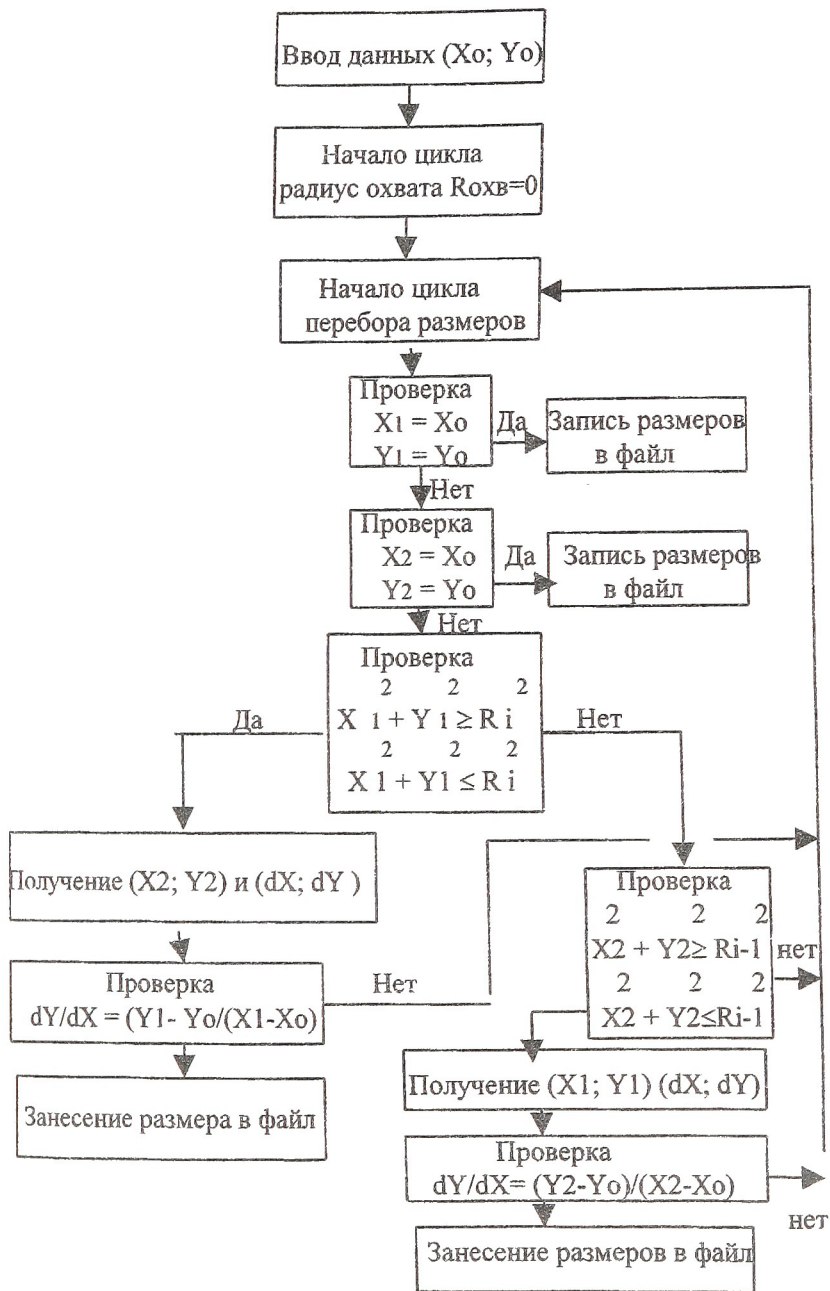


Рисунок 3

Блок-схема данного алгоритма представлена на рис. 4. Исходными данными являются координаты начальной точки вектора размерной цепи. Единственным циклом в данной подпрограмме является цикл перебора размеров. Внутри цикла для каждого размера первыми осуществляются две последовательные проверки на совпадение ординаты точек привязки размера с ординатой начальной точки. Далее, в обоих случаях осуществляется проверка на вертикальность размера путем проверки условия  $dY=0$ . При наличии этого условия размер заносится в файл. Горизонтальные размеры находятся по аналогичному алгоритму, но проверяются на совпадение абсциссы точек и условием горизонтальности является  $dX=0$ .



Рисунок 4

Алгоритм нахождения угловых размеров.

Исходными данными являются координаты начальной точки вектора размерной цепи. Единственным циклом в данной подпрограмме является цикл перебора размеров. Внутри цикла для каждого размера осуществляется проверка принадлежности начальной точки вектора прямой,

проходящей через точки привязки углового размера. При выполнении этого условия размер заносится в файл. Блок-схема представлена на рисунке 5.

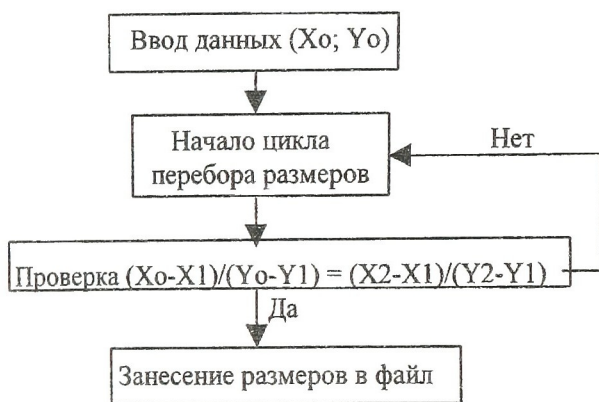


Рисунок 5

#### Алгоритм нахождения вектора размерной цепи.

Цикл в данной подпрограмме осуществляет последовательный запуск подпрограмм нахождения размеров различных типов. Осуществляется перебор всех вариантов задания векторов размерной цепи, а также вариантов вертикального и горизонтального векторов, когда конструктор задает вектор одним параметром, подразумевая другой равным нулю. По данным, полученным в ходе нахождения размеров имеется конечная точка вектора, которая является одновременно начальной точкой следующего. Наиболее просто это осуществимо для варианта горизонтального и вертикального составляющих размеров – производится простая замена координат  $X_0$  на  $X_0'$  и  $Y_0$  на  $Y_0'$ . При сочетании наклонного и горизонтального (вертикального) размеров производится подстановка полученной из горизонтального (вертикального) размера абсциссы в уравнение прямой, проходящей через точки  $(X_2; Y_2)$  и  $(X_2 + dX; Y_2 + dY)$ . В случае сочетания наклонного и углового размеров находится точка пересечения прямых, проходящих через точки  $(X_2; Y_2)$   $(X_2 + dX; Y_2 + dY)$  и  $(X_1; Y_1)$   $(X_2; Y_2)$  соответственно. И, наконец, при сочетании горизонтального (вертикального) размера с угловым размером производится подстановка абсциссы (ординаты) в уравнение прямой, проходящей через точки  $(X_1; Y_1)$  и  $(X_2; Y_2)$  привязки углового размера. Если в ходе отработки всех вариантов задания вектора выясняется, что он задан одним параметром проводится проверка на способ задания единственного параметра: если это верти-

кальный или горизонтальный размер, то недостающая координата остается неизменной, в противном случае выдается сообщение о недоопределенности вектора. Блок-схема представлена на рис. 6.

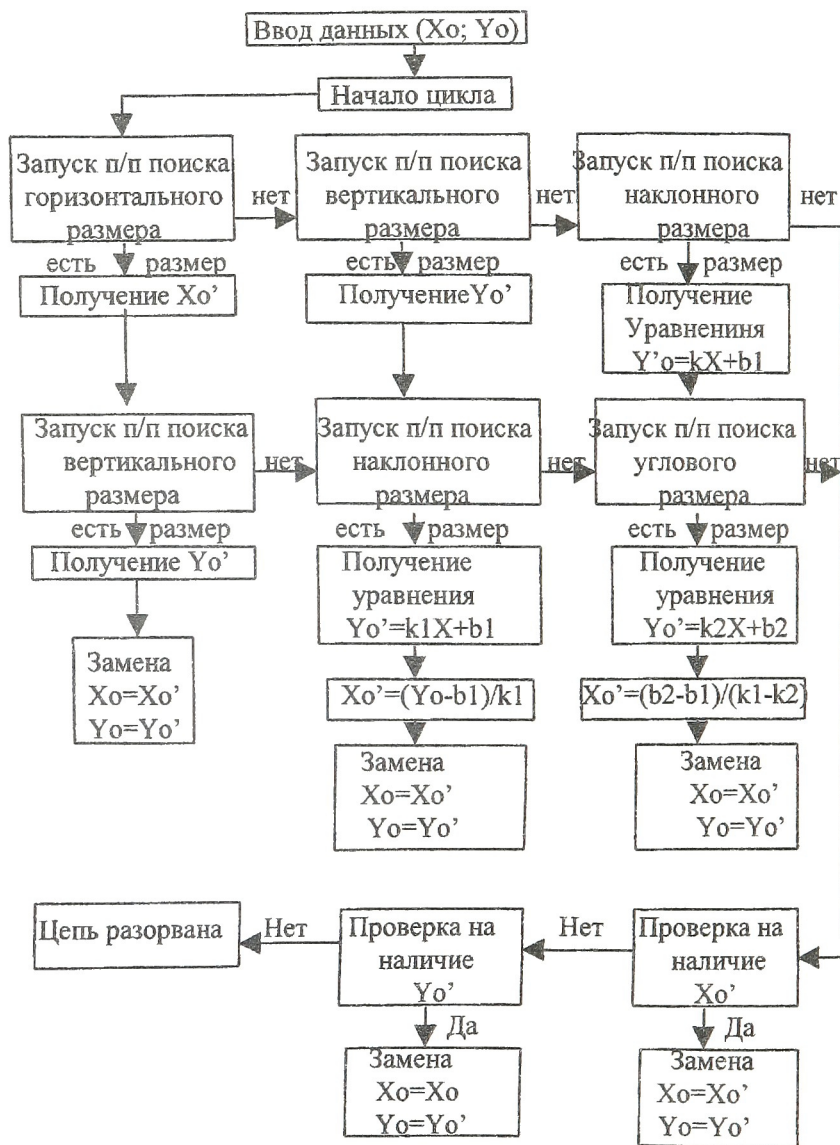


Рисунок 6

## Алгоритм нахождения размерной цепи

Исходными данными для нахождения размерной цепи являются координаты начальной и конечной точек цепи. При нахождении цепи используется принцип нахождения конечных точек цепей, выходящих из начальной точки. После нахождения конечная точка цепи проверяется на совпадение с заданной конечной точкой и, в случае невыполнения этого условия производится откат назад на одно или несколько звеньев цепи до достижения первой развилки, далее поиск осуществляется, аналогично следуя по другой ветке развилки. При таком поиске размерной цепи велика вероятность ее нахождения без полного перебора всех размеров чертежа, что существенно снижает объем вычислений. Блок-схема данного алгоритма представлена на рисунке 7.

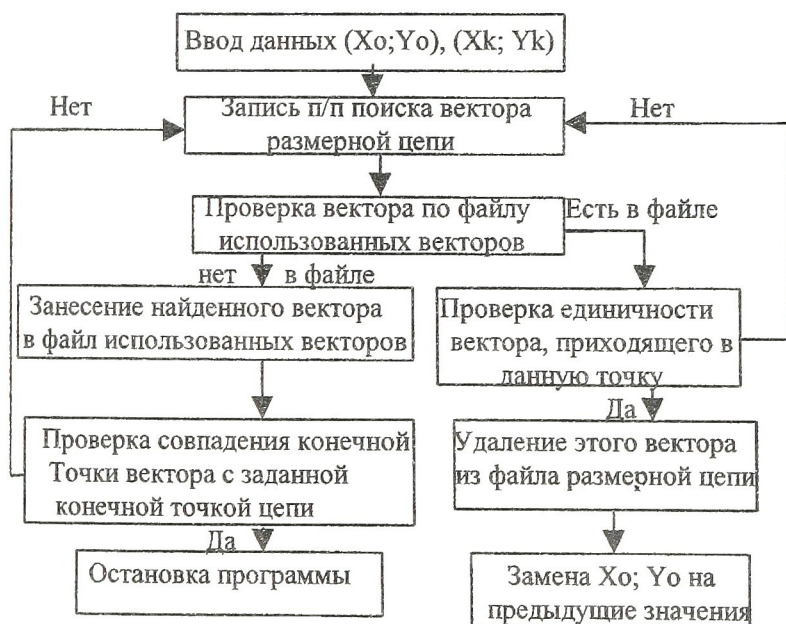


Рисунок 7