

of Applied Mathematics and Physics, 2018, v 6,
№2, p(322-328).

Файл иллюстрации

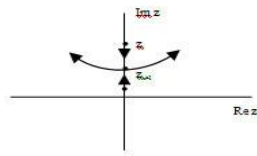


Fig. 1 Neutrality of "Hamiltonian" systems.

$$\left\{ \begin{array}{l} D(z, r, a_z) = 0 \\ z_{cr} = i\omega_{cr} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} D_1(\omega, k, a_z) = 0 \\ D_2(\omega, k, a_z) = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} S(k, a_z) = 0 \\ \omega_{cr} = \omega(k, a_z) \end{array} \right\} \Rightarrow \operatorname{Re}(\Delta z) = - \left[\frac{\partial_a D}{\partial_z D} \right]_{cr} \Delta a_z \begin{array}{l} > \frac{Hy}{V} 0 \\ < \frac{V}{Hy} 0 \end{array}$$

The dependence of the roots of the spectral equation on the electron velocity

\bar{U}_e / ξ	\bar{z}_1	\bar{z}_2	\bar{z}_3	\bar{z}_4
0.1/1	0.639-i1.49	-0.639-i1.49	0.429+i0.165	-0.429+i0.165
0.5/1	0.641-i1.61	-0.525-i1.6	0.538-i0.014	-0.538-i0.014
1/1	0.612-i1.79	-0.612-i1.79	0.612-i0.21	-0.612-i0.21
2/1	0.390-i2.21	-0.390-i2.21	0.636-i0.538	-0.636-i0.538
2.4/1	0.076-i2.41	-0.076-i2.41	0.613-i0.643	-0.613-i0.643
2.45/1	0-i2.55	0-i2.34	0.610-i0.655	-0.610-i0.655
5/1	0-i2.90	0-i5.20	0.351-i0.952	-0.351-i0.952
10/1	0-i5.40	0-i10.1	0.158-i0.996	-0.158-i0.996

УДК 51-74

ГРНТИ 27.21.21

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА В СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Гамова Н.А.

*доцент кафедры прикладной математики,
Оренбургский государственный университет,
Оренбург*

Поляков Н.С.

*студент группы 17АТП(ба)ОП,
Оренбургский государственный университет,
Оренбург*

АННОТАЦИЯ

В процессе подготовки специалистов любого профиля проблема усиления практической части обучения будущих специалистов является как никогда актуальной. Решение такой задачи, по нашему мнению, возможно при постоянном мотивационном обеспечении учебного процесса и связи обучения с практикой. Целью данного исследования является отображение использования полученных знаний в таких смежных дисциплинах, как математическая наука и автоматизация технологических процессов. В статье подробно анализируется выполнение геометрической задачи в станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Реализуется определенный алгоритм интерполяции, за счет которого происходит перемещение рабочих органов станка. Изложены общие сведения о том, как работает механизм интерполяции и как осуществляется движение по заданной траектории. Новизна исследования заключается в том, что, зная геометрию движения инструмента и умея правильно записать геометрическую задачу, мы проводим обработку детали по определенному алгоритму. Практическая значимость данной работы состоит в том, что мы использовали станки с ЧПУ, применив алгоритм интерполяции к системе координат детали. Составили программу, применили ее для обработки рассматриваемого контура. В исследовании использовались общенаучные и специальные методы: наблюдение, сравнение, синтез, анализ. Результат исследования заключается в выделении основных преимуществ решения задач движения по заданной траектории, что влияет на повышение производительности, увеличение точности обработки, снижение затрат времени.

ABSTRACT

In the training of specialists of any profile, the urgent problem is the strengthening of the practical part of the training of future specialists. The solution to this problem, in our opinion, is possible with constant motivational support of the educational process and the connection of training with practice. The purpose of this study is to display the use of acquired knowledge in related disciplines. The article analyzes in detail the implementation of

the geometric task in numerically controlled machines. A certain interpolation algorithm is implemented, due to which the working bodies of the machine are moved. The general information on how the interpolation mechanism works and how the movement along a given path is carried out is provided. The novelty of the study lies in the fact that, knowing the geometry of the movement of the tool and being able to correctly record the geometric problem, we process the part using a specific algorithm. The practical significance of this work lies in the fact that we used CNC machines, applying the interpolation algorithm to the part coordinate system. The relevance of this work is that, where CNC machines are used, the interpolation algorithm is widely used. With its help, specialists draw up a program and implement it for production. The study used general scientific and special methods: observation, comparison, synthesis, analysis. A systematic and structural-functional approach was used. The result of the study is to highlight the main advantages of solving the problems of movement along a given trajectory. Such advantages are increased productivity, increased processing accuracy, reduced time costs.

Ключевые слова: интерполяция, числовое программное управление, технологическое оборудование, качество обработки, технологический процесс, геометрическая задача.

Keywords: interpolation, numerical control, technological equipment, quality of processing, technological process, geometric problem.

«Геометрическая задача – это взаимодействие ЧПУ со станком для управления формообразованием детали. Решение данной задачи заключается в отображении геометрической информации чертежа». Далее необходимо следить за тем, чтобы чертеж превратился в готовое изделие [5].

«Интерполяция – это вычислительный процесс в устройстве ЧПУ, обеспечивающий переход от укрупненного описания заданного перемещения к оперативным командам в функции времени для исполнительных приводов» [6].

«Управляющая программа обработки детали представляет собой траекторию движения центра фрезы. Траектория движения состоит из отдельных, соединяющихся друг с другом участков, линейных или дуговых. Точки, которые задают траекторию, называются опорными. В действительности управляющая программа – это последовательный набор опорных точек».

«Опорные точки могут лежать в плоскости, тогда для их задания используется две координаты – это двух координатная обработка. Другой вариант

– опорные точки находятся в пространстве (объемная трех координатная обработка)» [7]. На практике для перемещения инструмента системе ЧПУ недостаточно только опорных точек, необходимо более детальное ее представление. Для этого используется специальное вычислительное устройство – интерполятор. Он рассчитывает промежуточные точки и выдает соответствующие команды.

Интерполяторы, как правило, подразделяются на линейные и круговые. Для отработки прямолинейного движения инструмента используется линейный интерполятор. Информация о координатах опорных точек поступает на вход. Для каждой координаты узловой точки вырабатывается последовательность импульсов, которые необходимы для отработки заданной геометрии. Эта информация приходит на выход. Но допустить точное соответствие перемещения вдоль заданной прямой бывает сложно. Итоговая траектория перемещения приближенно напоминает ломаную линию (рисунок 1).

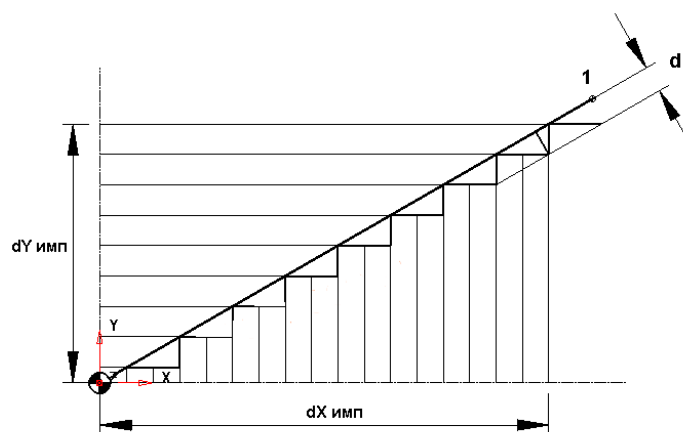


Рисунок 1 – Линейная интерполяция

Интерполятор, посылая необходимое количество импульсов на привода, в процессе отработки прямой поочередно управляет включением приводов то по оси X, то по оси Y (если прямая лежит в плоскости XY). На рисунке 1 для отработки прямой на ось X посылается

два импульса, а на ось Y – один импульс. Значение d называется допустимой погрешностью и определяет отклонение от заданной геометрии. Таким образом, линейный интерполятор рассчитывает нужное количество импульсов по той или иной оси и выдает их на привода [8].

Если движение инструмента осуществляется по дуге, то говорят о круговой интерполяции. Первые системы ЧПУ оснащались линейными интерполяторами, и программирование такого движения для программиста было затруднено. Дуги и окружности приходилось аппроксимировать (заменять) прямыми линиями, т.е. просчитывать промежуточные точки.

На рисунке 2 необходимо линейно аппроксимировать участок дуги АВ. Отклонение от

окружности с радиусом R определяется расстоянием d , очевидно, что чем меньше величина линейного участка dl , тем выше точность аппроксимации.

Зная допустимую погрешность аппроксимации d можно рассчитать угловой шаг $df = \arccos((R-d)/R)$, а число сегментов аппроксимации на заданном участке $n = f2-f1/df$ [8].

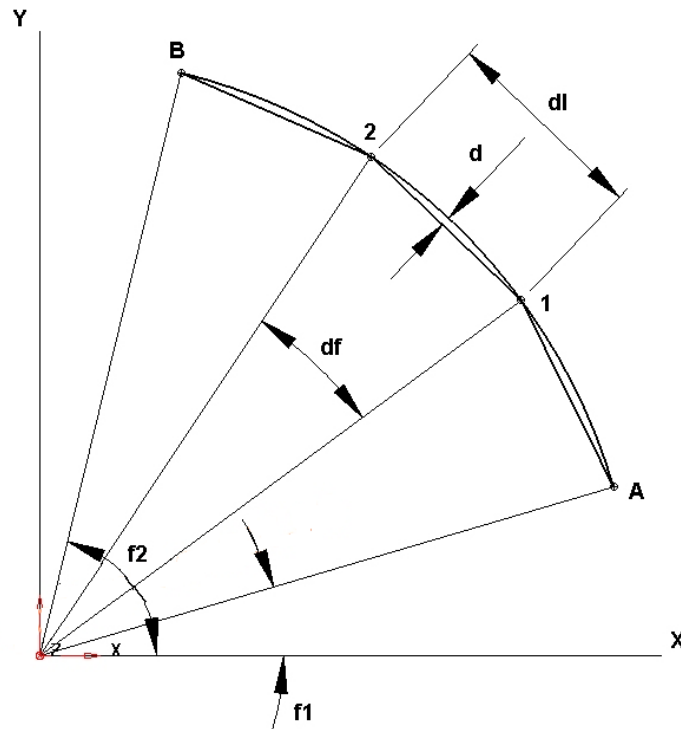


Рисунок 2 – Круговая интерполяция

Линейно-круговые интерполяторы позволяют отработать движение как по прямой, так и по дуге. Благодаря такому устройству можно избавиться от сложных рутинных вычислений.

Теперь рассмотрим, как осуществляется процесс фрезерования. Обработка контура обеспечивается совокупным движением детали по осям X и Y , закрепленной на столе станка. Вертикальное перемещение инструмента по оси Z отсутствует.

Обработка контура 1 производится фрезой 3, перемещаемой по траектории 4, эквидистантной к

заданному контуру (рисунок 3). Эквидистантой принято называть линию, равноотстоящую от обрабатываемого контура детали на расстояние, равное радиусу режущего инструмента.

Разделим траекторию фрезы на элементарные участки, в качестве которых используются прямая и окружность (дуга окружности). В данном примере таких участков будет шесть: 1–2; 2–3; 3–4; 4–5; 5–6; 6–1. Точки 1–6 называются узловыми или опорными [3].

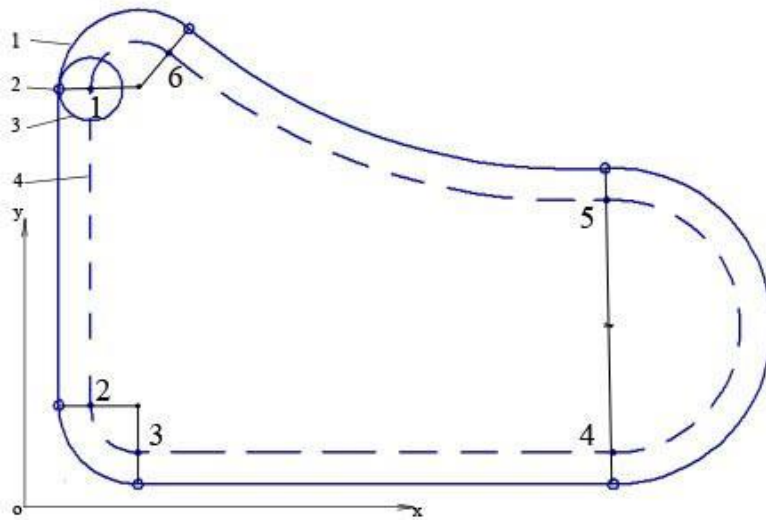


Рисунок 3 – Обработка контура на вертикально-фрезерном станке

При расчете эквидистанты переход от координат x_0, y_0 основного контура к координатам x_3, y_3 эквидистантного контура (рисунок 4) осуществляется по формулам [4].

$$y_3 = y_0 \pm r_\phi \frac{k}{\sqrt{1+k^2}};$$

$$x_3 = x_0 \pm r_\phi \frac{k}{\sqrt{1+k^2}};$$

или

$$y_3 = y_0 \pm r_\phi \cos a ;$$

$$x_3 = x_0 \pm r_\phi \sin a .$$

Где r_ϕ – радиус фрезы; $k = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tga}$; a – угол наклона касательной в точке x_0, y_0 .

Если в алгоритмы интерполяции и алгоритмы управления приводами подач входят составляющие вектора контурной скорости, то они определяются:

- для кругового контура

$$V_x = \frac{Vx_i}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2}};$$

$$V_y = \frac{Vy_i}{\sqrt{x_i^2 + y_i^2}};$$

- для линейного контура

$$V_x = \frac{V\Delta x}{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}};$$

$$V_y = \frac{V\Delta y}{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}}.$$

где $\Delta x, \Delta y$ – кадровые перемещения по осям X, Y; V, V_x, V_y – соответственно контурная скорость подачи и ее составляющие; x_n, y_n – координаты центра дуги относительно ее начальной точки; x_i, y_i – координаты текущей точки дуги окружности относительно ее центра;

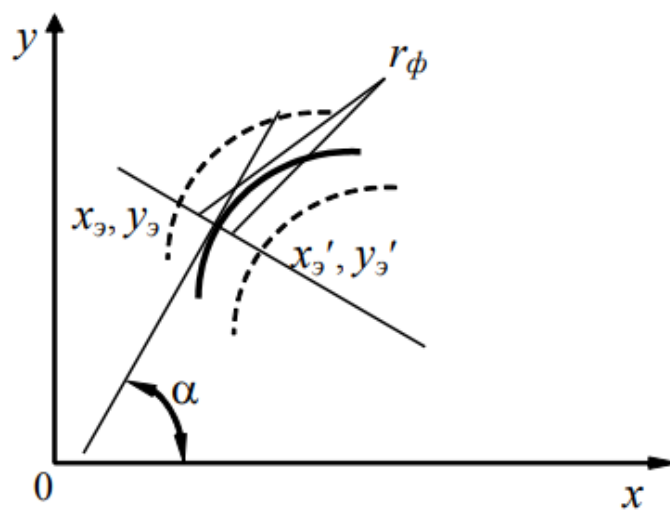


Рисунок 4 – Переход от координат основного контура к координатам эквидистантного контура

Разработаем управляющую программу. Выберем для исследования требуемый контур отработки движения (рисунок 5) [2].

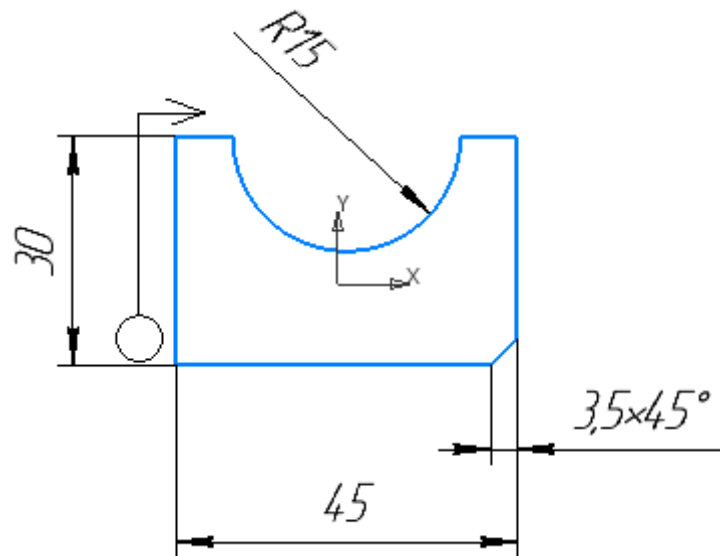


Рисунок 5 – Обработка контура

Применим все имеющиеся знания по линейной и круговой интерполяции и составим программу, используя G-код. Центр фрезы и траектория движения показаны на чертеже кругом со стрелкой, указывающей направление. Диаметр фрезы выберем равным 12. Сама деталь имеет форму цилиндра диаметром 60. Как должна проводиться обработка контура детали показано на рисунке 5. Теперь приступим непосредственно к написанию кода:

```
N 5 G17 G54 G90
N10 T1 M6
N15 M3 S1000
N20 M8
N25 G1 G41 X-22.5 Y-30 F2500
N30 Z-2
N35 Y15 F 100
N40 X-15
N45 G3 X15 Y15 CR=15
N50 G1 X22.5
N55 Y-11.5
N60 X19 Y-15
N65 X-50
N70 G40
N75 G1 Z10 F2500
N80 M9
N85 M5
N90 M2
```

Рассмотрим строку N25. Здесь мы применили команду G1(линейная интерполяция) и указали координаты (X,Y), к которым будет осуществляться подвод инструмента. Дальнейшее движение будет происходить линейно до отмены этой команды. Также мы использовали команду G41, которая означает, что обработка контура будет осуществляться по эквидистанте [1].

Теперь перейдем к строке N45. Здесь используется команда G3(движение по окружности против часовой стрелки). Помимо G3 мы также

прописываем координаты конечной точки и указываем радиус окружности.

Данная управляющая программа проверена и может использоваться для обработки рассматриваемого контура.

Заключение.

Широкие возможности взаимодействия многих дисциплин и решение практических задач позволили нам в исследовании показать принцип решения геометрической задачи (определение координат, расчет перемещения, скорости). Методы интерполяции позволяют создать необходимую геометрию движения рабочего инструмента, тем самым упростить процесс, и сделать качественную обработку. В статье основное внимание уделено решению геометрической задачи движения инструмента по заданной траектории. Разработана программа и принцип, как можно провести обработку любой детали по сложной траектории по заданному алгоритму на станке с числовым программным управлением. Установили, что линейно-круговые интерполяторы позволяют отработать движение как по прямой, так и по дуге.

Список литературы:

1. А.А. Терентьев. Основы программирования фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ в системе «Sinumerik» // Технология машиностроения. – 2015. – №2. – С.50-65.
2. А.И.Сергеев. Разработка управляющих программ для станка 400V в системе ЧПУ Siemens Sinumerik 802D sl // Технология машиностроения. – 2012. – №3. – С.43-57.
3. В.В. Ерохин. Системы управления производственным процессом // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – №2. – С. 135-141.

4. В.Д.Байков. Решение траекторных задач в микропроцессорных системах ЧПУ: монография – М.: Машиностроение, 2010. – 106 с.

5. Курочкин А.В. Задачи ЧПУ: геометрическая задача [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/1966656/page:7/> (дата обращения: 28.04.2020).

6. М.П.Белов. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: монография – М.: Академия, 2009. – 368 с.

7. Системы счисления и цифровые коды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infopedia.su/17x3592.html> (дата обращения: 12.04.2020).

8. Программирование размерных перемещений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infopedia.su/17x3596.html> (дата обращения: 19.04.2020).

УДК 524.4
ГРНТИ 41.27.19

К ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СИСТЕМ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ ВОКРУГ ГАЛАКТИК

Икрам Уралбаевич Таджибаев

*Кандидат физ.-мат.наук, доцент кафедры Физики
Чирчикского государственного педагогического института
Ташкентской области, г.Чирчик, ул.А.Темура 104
DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.76.899*

АННОТАЦИЯ

Изучены вопросы происхождения бедных и умеренных систем шаровых скоплений вокруг галактик на фоне нелинейно нестационарной модели коллапсирующих галактик. Исследуется устойчивость модели относительно четырех мод возмущений, причем степень моды определяет в среднем количество скоплений в системе. Для каждой моды построена критическая зависимость начального вириального отношения от степени вращения. Найдены зависимости инкрементов неустойчивости от физических параметров модели.

ABSTRACT

The origin of poor and moderate globular cluster systems around galaxies against the background of a nonlinear non-stationary model of collapsing galaxies is studied. The stability of the model with respect to four perturbation modes is studied, and the degree of the mode determines on average the number of clusters in the system. A critical dependence of the initial virial relation on the degree of rotation is constructed for each mode. The dependences of the instability increments on the physical parameters of the model are found.

Ключевые слова: Шаровые скопления, система шаровых скоплений, коллапсирующая галактика, устойчивость, нестационарная модель, инкремент неустойчивости.

Keywords: Globular clusters, globular cluster systems, collapsing galaxy, stability, non-stationary model, increment of instability.

Введение. Нам известно, что все типы галактик содержат системы шаровых скоплений (СШС) и она является одной из самых крупных подсистем галактик. Анализ данных по СШС даст нам возможность понять не только физику и этапы эволюции галактик, но и самих шаровых скоплений (ШС). Такой анализ является весьма актуальной задачей современной астрофизики. При этом возрасты, химические составы и динамические свойства СШС играют значительную роль в исследовании ранних стадий формирования галактик. А наблюдательные данные СШС могут быть использованы, в частности, для проверки проблем происхождения их родительских галактик.

В настоящее время происхождения галактик объясняют, в основном, двумя отличающимися сценариями – теорией каскадной фрагментации и теорией иерархического скучивания [1,2]. Согласно этим сценариям, ШС являются самыми первыми объектами во Вселенной. Значит, СШС являются самыми старыми объектами в галактиках. В теории происхождения галактик в рамках каскадной фрагментации [1] на ранней стадии эволюции Вселенной, где вначале формируются

протосверхскопления галактик, а затем из-за неустойчивости происходит процесс их поэтапной фрагментации вплоть до протогалактик и только потом рождается СШС. Теория иерархического скучивания [2] считает, что во Вселенной вначале возникают протооблака ШС, которые постепенно объединяются в протогалактики, а те – в скопления галактик и, наконец, в сверхскопления. Как видно, результаты исследования

СШС могут быть использованы для получения ограничений в сценариях формирования и эволюции галактик. Надо отметить, что изучение СШС также дает возможность уточнить оценку их возраста и многие другие физические характеристики. Следовательно, анализ проблемы формирования СШС является ключом к теории происхождения галактик во Вселенной.

Состояние теории происхождения СШС. По теории происхождения СШС опубликованы всего лишь несколько работ. К сегодняшнему дню предложены несколько различных точек зрения на формирование СШС [3-5]. Например, Форбе [3] считает возможным механизмом гравитационного сжатия крупных газовых сгущений и единым