

ческой прогонки [1, 2] с целью улучшения его вычислительных свойств и существенного расширения класса решаемых задач.

Результатом исследований проведённых автором в этом направлении стала разработка вычислительной схемы циклической ортогональной прогонки, основанной на использовании ортогональных преобразований, связывающих искомую сеточную функцию с вспомогательными сеточными функциями, которые определяются как решение сеточных задач Коши, согласованных по своим свойствам с искомыми значениями решения [5, 6].

Наиболее существенными преимуществами построенного метода циклической ортогональной прогонки по сравнению с другими вариантами метода прогонки являются его применимость для решения систем сеточных уравнений более общего, чем система (1), вида, устойчивость в малом [5] и минимальные ограничения, накладываемые на исходные данные решаемой задачи. Так, например, при решении данным методом системы трёхточечных разностных уравнений (1) требуется только выполнение условий  $a_i \neq 0$ ,  $b_i \neq 0$ ,  $i = \overline{2, N-1}$ . Такая универсальность предлагаемого метода, по сути, является следствием того, что важный для схем прогонки переход от основных функций к вспомогательным и обратно является всегда невырожденным и не требует выполнения дополнительных условий.

**Литература.** 1. Дегтярев Л. М., Фаворский А. П. //ЖВМ и МФ. 1968. Т. 8. № 3. С. 679 – 684. 2. Дегтярев Л. М., Фаворский А. П. //ЖВМ и МФ. 1969. Т. 9. № 1. С. 211 – 218. 3. Самарский А. А. Теория разностных схем. М., 1989. 4. Самарский А. А., Николаев Е. С. Методы решения сеточных уравнений. М., 1978. 5. Кремень Ю. А., Монастырный П. И. // Доклады АН БССР. 1991. Т. 35. № 7. С. 589 – 593. 6. Кремень Ю. А., Монастырный П. И. // ЖВМ и МФ. 1994. Т. 34. № 12. С. 1782 – 1792.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

*Рудченко Ю.А., ГГТУ, г. Гомель*

Во многих отраслях науки, техники и производства перспективным оказывается применение автоколебательных режимов работы электродвигателей, что

в конечном итоге ведет к уменьшению материальных затрат и в экономии электроэнергии.

Автоколебательный режим работы можно получить как в электромеханической системе «асинхронный электродвигатель-пружина» [1], так и в системе «асинхронный двигатель-маятник» [2].

Для численно-экспериментального исследования процессов автоколебаний в асинхронном электродвигателе, а также условий их возникновения необходима программа, которая численно решала бы дифференциальные уравнения вида:

$$\dot{\varphi} + \varphi = f(\varphi, \dot{\varphi}, c).$$

Данное дифференциальное уравнение легко приводится к стандартному уравнению в форме Коши:

$$\dot{p} = f(p, \varphi, c),$$

где  $p = \dot{\varphi}$ , которое, в свою очередь, имеет известное приближенное решение по методу Эйлера.

На базе имеющегося программного обеспечения, а именно инженерно-технического программного пакета Fortran-77 и математического пакета MathCAD7 была разработана достаточно простая программа DDEP, которая производит следующие операции:

- приведение заданных параметров к валу рабочего органа;
- решение дифференциального уравнения либо «пружинного», либо «маятникового» с заданными начальными условиями и заданной точностью в зависимости от пожеланий пользователя;
- вывод результатов решения дифференциальных уравнений в файл с возможностью дальнейшего визуального просмотра содержимого файла в математическом пакете MathCAD7 в виде графиков временных зависимостей и фазовых характеристик.

Блок-схема программы DDEP представлена на рис.1.

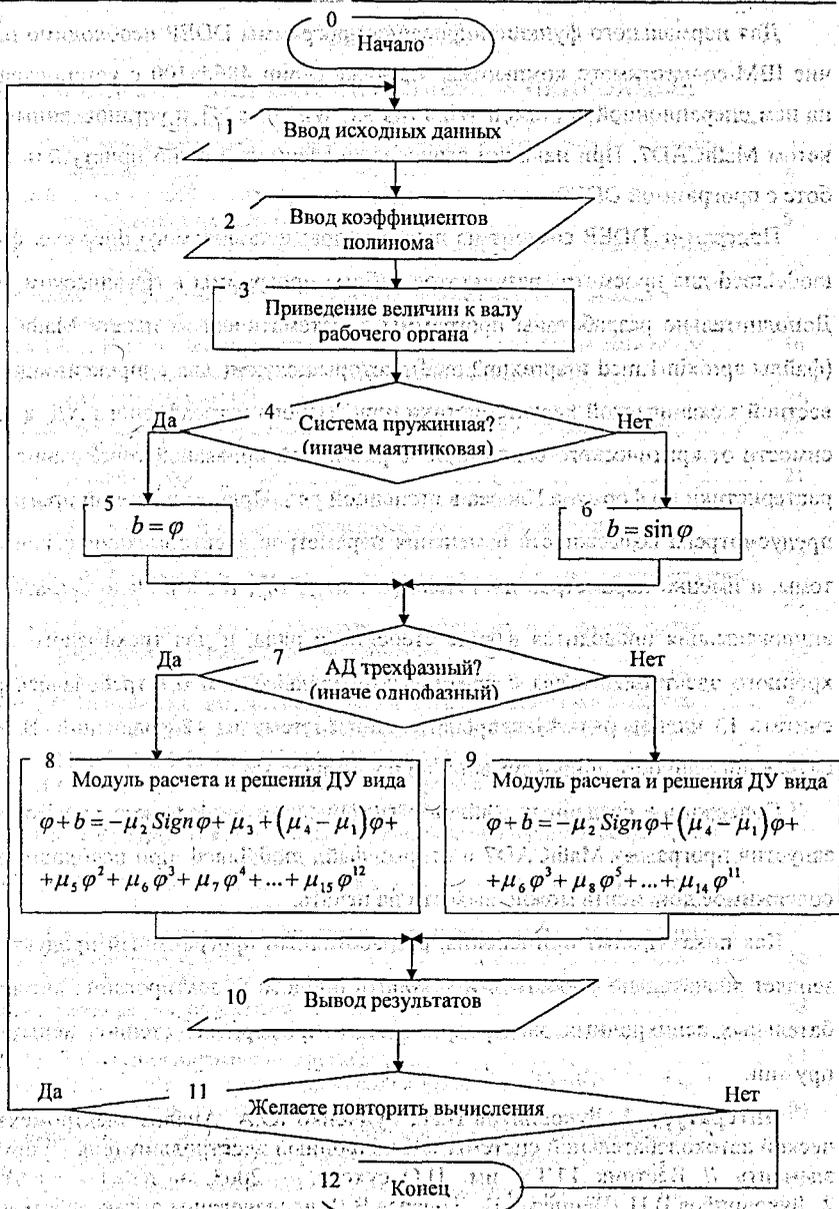


Рис.1. Укрупненная блок-модульная схема программы анализа движения в системе АД с пружиной

Для нормального функционирования программы DDEP необходимо наличие IBM-совместимого компьютера не ниже серии 486dx100 с установленной на нем операционной системой Windows 9x, Windows NT и установленным пакетом MathCAD7. При наличии вышеперечисленного можно приступить к работе с программой DDEP.

Программа DDEP состоит из двух файлов: исполняемого `ddep.exe`, файла `model.mcd` для просмотра результатов работы программы в графическом виде. Дополнительно разработаны программы в математическом пакете MathCAD7 (файлы `aroxim1.mcd` и `aroxim2.mcd`), которые служат для аппроксимации известной механической характеристики однофазного и трехфазного АД, в зависимости от критического скольжения с различной привязкой точек данной характеристики по формуле Клосса в степенной ряд. Причем в данной программе предусмотрена возможность изменения параметров электромеханической системы, а именно параметров двигателя ( $U$ ,  $M_{кр}$ ,  $S_{кр}$ ,  $\alpha$ ,  $k$ ). Надо сказать, что аппроксимация проводится в виде степенного ряда, и для трехфазного асинхронного электродвигателя с критическим скольжением 0,1 требовалось считать 13 членов ряда Маклорена, решив систему из 12 уравнений. В этом случае погрешность аппроксимации не превышала 1%.

Содержимое созданных файлов в графическом виде можно просмотреть, запустив программу MathCAD7 и открыв файл `model.mcd`. при необходимости содержимое документа можно вывести на печать.

Как показал опыт применения, разработанный программный продукт, позволяет значительно упростить и ускорить процесс проектирования автоколебательных асинхронных электроприводов, например, для стендов испытания пружин.

**Литература.** 1. Луковников В.И., Рудченко Ю.А. Анализ электромеханической автоколебательной системы «Асинхронный электродвигатель – упругий элемент» // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2003. – № .1. – с.61-66.  
2. Луковников В.И., Веппер Л.В., Тодарев В.В. исследование автоколебательно-го движения асинхронного электродвигателя с маятником на валу // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2003. – № .1. – с.53-60.