

УДК 004.94:004.896

**Е.В. ШКУРНИКОВ***ООО «Генстар», Украина*

## ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПЕРЕСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ФЕРРОМАГНЕТИКОВ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЕ

*В данной статье автором отражена актуальная задача пересчета параметров математических моделей ферромагнетиков. При моделировании схем, которые содержат катушки индуктивности, в том числе и с ферромагнитными сердечниками, необходимо знать параметры математических моделей, которые не всегда можно найти. В этом случае модуль поможет определить параметры более сложной модели (Джилса-Аттертона) по имеющимся параметрам более простой модели (Джона Чана). Модуль так же полезен при возникновении потребности определения параметров более простой модели (Джона Чана) по имеющимся параметрам более сложной модели (Джилса-Аттертона).*

**Ключевые слова:** модель Джилса-Аттертона, модель Джона Чана, компьютерная система, ферромагнетики, метод роя частиц, генетический алгоритм.

### Введение

Развитие систем автоматического проектирования радиоэлектронных устройств привело к увеличению потребностей в качественных математических моделях. Практически все известные виды вторичных источников питания содержат в своём составе электромагнитные компоненты, такие как трансформаторы и индукторы. Обычно эти компоненты изготавливаются с использованием различных магнитных материалов, позволяющих улучшить их электрические параметры, а также уменьшить размеры и массу.

### 1. Постановка задачи

Для моделирования работы электромагнитных компонентов используются две наиболее распространённые модели: Джилса-Аттертона и Джона Чана. Модель Джона Чана более простая в использовании, но модель Джилса-Аттертона наиболее часто встречается в системах автоматического проектирования. Задача состоит в том, чтобы по параметрам модели Джона Чана построить полную петлю гистерезиса и определить параметры для модели Джилса Аттертона, а также иметь возможность определения параметров модели Джона Чана по результатам, полученным при помощи модели Джилса-Аттертона.

### 2. Цель работы

Описание программного модуля пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе. Описание алгоритма работы модуля пересчета параметров ферромагнетиков в

специализированной компьютерной системе.

### 3. Практическое значение

Программный модуль пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе помогает быстро и эффективно получать параметры для наиболее распространённых математических моделей (модель Джилса-Аттертона и модель Джона Чана) в системах автоматического проектирования. Программный модуль работает и с текстовыми файлами, поэтому может быть использован и вне компьютерной системы.

### 4. Программный модуль пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе

В таблице 1 представлены параметры модели Джилса-Аттертона [1], а в таблице 2 параметры модели Джона Чана.

Группа «Модель Джилса-Аттертона» отвечает за настройку и отображение результатов определения параметров.

На рис. 1 и рис. 2 представлен внешний вид модуля пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе.

Поле со списком «Источник данных» имеет три значения: «Файл» (считывание массива данных из файла), «Модель Джона Чана» (создание массива данных по модели Джона Чана, если заданы параметры  $B_s$ ,  $B_r$ ,  $H_s$  на группе «Модель Джона Чана») и «База данных» (считывание массива данных из базы компьютерной системы для снятия магнитных характеристик).

Таблица 1  
 Параметры модели Джилса-Аттертона

Параметр	Описание	Размерность
MS	Намагниченность насыщения	А/м
A	Параметр формы безгистерезисной кривой намагничивания	А/м
C	Постоянная упругого смещения доменов	
K	Постоянная подвижности доменов	А/м
ALPHA A	Коэффициент магнитной связи доменов	—

Поле «Имя источника». В это поле вносится имя источника, если в поле со списком «Источник

данных» выбрано значение «Файл» или «База данных».

Таблица 2  
 Параметры модели Джона Чана

Параметр	Описание	Размерность
Bs	Индукция насыщения	Тл
Bг	Остаточная индукция	Тл
Hс	Коэрцитивная сила	А/м

Поле со списком «Алгоритм» имеет два значения: «Алгоритм роя частиц» (определение параметров методом роя частиц [2 - 4]) и «Генетический алгоритм» (определение параметров при помощи генетического алгоритма [5, 6]).

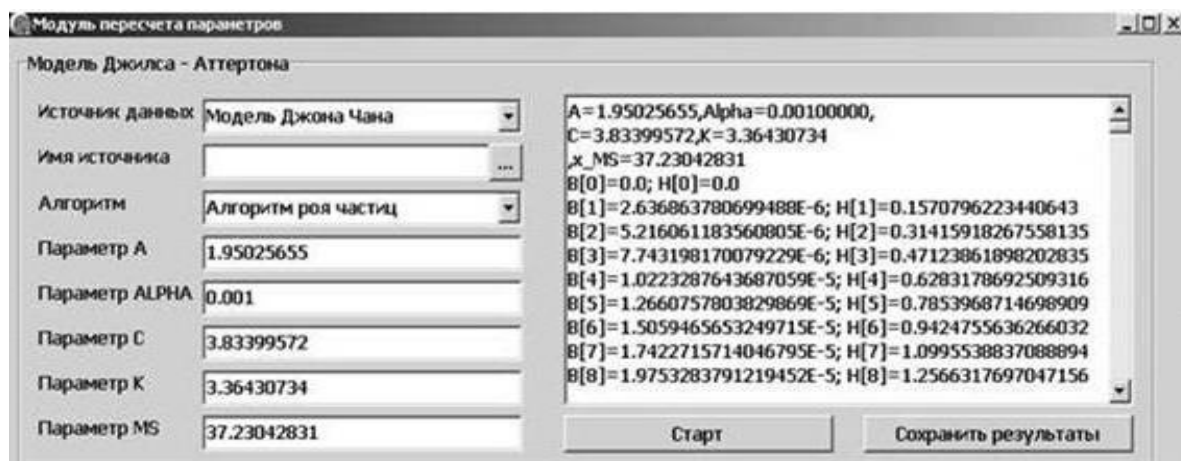


Рис. 1. Модуль пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе (группа «Модель Джилса-Аттертона»)

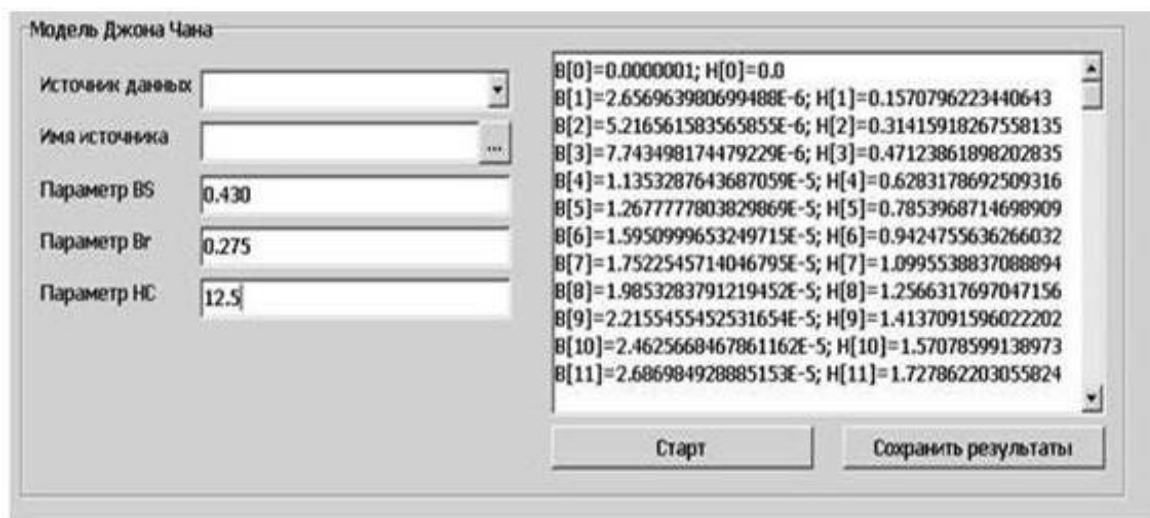


Рис. 2. Модуль пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе (группа «Модель Джона-Чана»)

Поле «Параметр А». В этом поле отображается подобранный или введенный параметр формы безгистерезисной кривой намагничивания.

Поле «Параметр ALPHA». В этом поле отображается подобранный или введенный коэффициент магнитной связи доменов.

Поле «Параметр С». В этом поле отображается подобранная или введенная постоянная упругого смещения доменов.

Поле «Параметр К». В этом поле отображается подобранная или введенная постоянная подвижности доменов.

Поле «Параметр MS». В этом поле отображается подобранная или введенная намагниченность насыщения.

Группа «Модель Джона Чана» отвечает за настройку и отображение результатов определения параметров.

Поле со списком «Источник данных» имеет три значения:

- «Файл» (считывание массива данных из файла);

- «Модель Джилса-Аттертона» (создание массива данных по модели Джилса – Аттертона, если заданы параметры А, ALPHA, С, К, MS на группе «Модель Джилса - Аттертона»);

- «База данных» (считывание массива данных из базы компьютерной системы для снятия магнитных характеристик).

Поле «Имя источника». В это поле вносится имя источника, если в поле со списком «Источник данных» выбрано значение «Файл» или «База данных».

Поле «Параметр Bs». В этом поле отображается подобранная или введенная индукция насыщения.

Поле «Параметр Bг». В этом поле отображается подобранная или введенная остаточная индукция.

Поле «Параметр Hс». В этом поле отображается подобранная или введенная коэрцитивная сила.

На рис. 3 Блок- схема функции пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе. Определение параметров модели Джилса-Аттертона ведется по данным, полученным из модели Джона Чана или из источника (файл, база данных)

Блок №1. Начало работы.

Блок №2. Подбор параметров для модели Джилса – Аттертона, если да, то переход к блоку №3, иначе - к блоку №9.

Блок №3. Источник данных модель Джона Чана, если да- то переход к блоку №4, иначе - к блоку №5.

Блок №4. Ввод данных: индукции насыщения Bs, остаточная индукция Bг, коэрцитивная сила Hс.

Блок №5. Указание типа источника (файл или база данных) и его имени.

Блок №6. Ввод данных из источника или создание массива данных (если указаны параметры к модели Джона Чана).

Блок №7. Определение параметров А, ALPHA, С, К, MS по выбранному алгоритму (алгоритм роя частиц или генетический алгоритм).

Блок №8. Вывод результатов (параметры А, ALPHA, С, К, MS, а также индукция В и напряженность поля Н, полученные при помощи модели Джилса – Аттертона).

Блок №8. Вывод результатов (параметры А, ALPHA, С, К, MS, а также индукция В и напряженность поля Н, полученные при помощи модели Джилса – Аттертона).

Блок №9. Источник данных модель Джилса - Аттертона, если да- то переход к блоку №10, иначе - к блоку №11.

Блок №10. Ввод данных: параметр формы безгистерезисной кривой намагничивания А, параметр магнитной связи доменов ALPHA, коэрцитивный параметр постоянной упругого смещения доменов С, параметр постоянной подвижности доменов К, параметр намагниченности насыщения MS.

Блок №11. Указание типа источника (файл или база данных) и его имени.

Блок №12. Ввод данных из источника или создание массива данных (если указаны параметры к модели Джилса - Аттертона).

Блок №13. Определение параметров Bs, Bг, Hс.

Блок №14. Вывод результатов (параметры Bs, Bг, Hс, а также индукция В и напряженность поля Н, полученные при помощи модели Джона – Чана).

Блок №15. Конец работы.

## Выводы

Разработанный программный модуль пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе помогает оперативно получать параметры для наиболее распространенных математических моделей (модель Джилса - Аттертона и модель Джона Чана) в системах автоматического проектирования. Программный модуль работает и с текстовыми файлами, поэтому может быть использован и вне компьютерной системы.

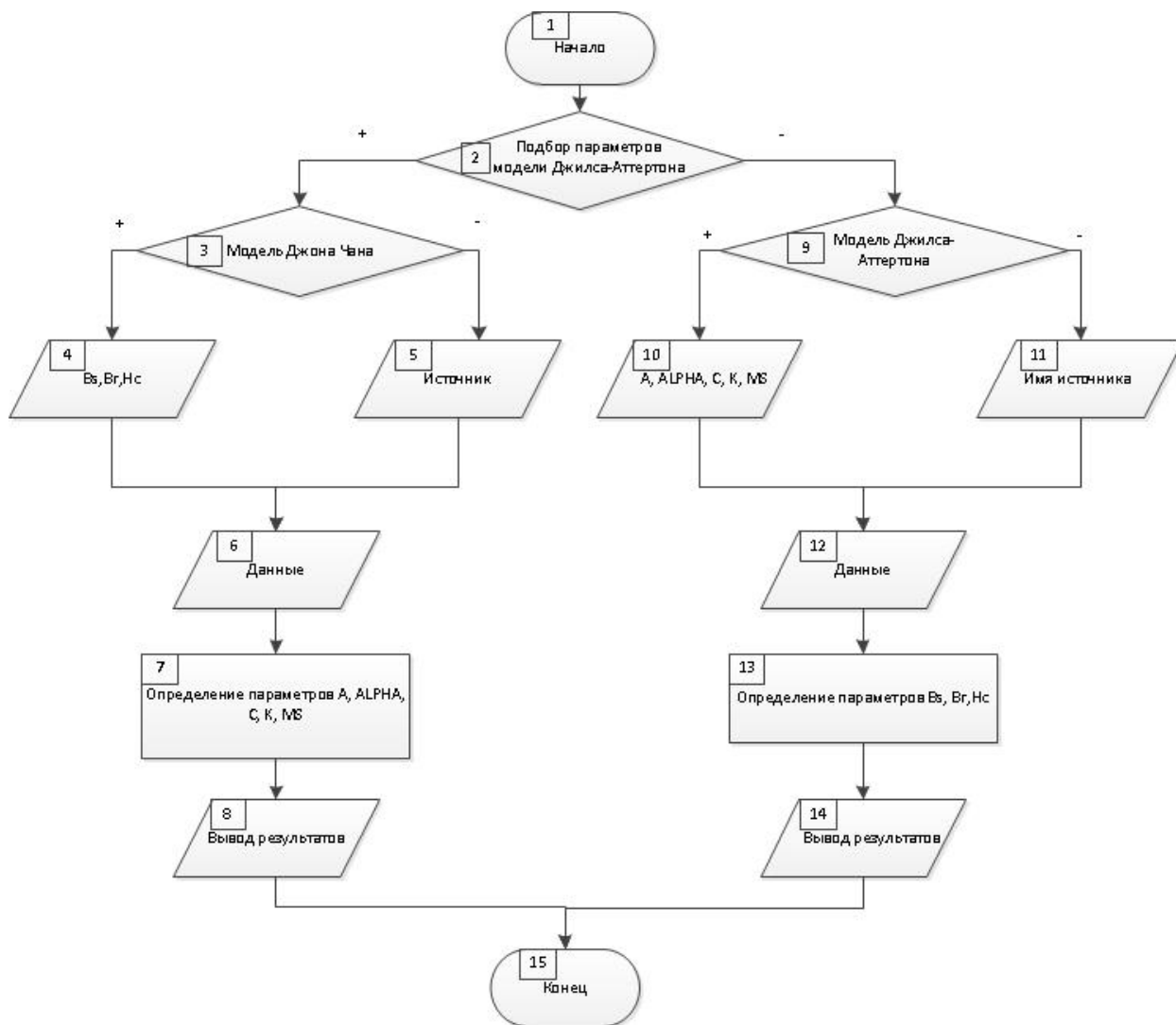


Рис. 3. Блок схема функции пересчета параметров ферромагнетиков в специализированной компьютерной системе

## Литература

1. Новиков, А.А. Конспект лекций по курсу «Математическое моделирование». Часть 1,2,3. [Текст]/ А.А. Новиков, М.А. Амелина. – Смоленск, 2006. – 464 с.
2. Kennedy, J. Particle swarm optimization [Text]/ J. Kennedy, R.C. Eberhart // In Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, 1995. – P. 1942–1948.
3. Алгоритм роя частиц [Электронный ресурс]/ Хабрахабр. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/105639/>. – 8.10.2010 г.

4. Identification of Jiles–Atherton Model Parameters Using Particle Swarm Optimization [Text]/ R. Marion, R. Scorretti, N. Siauve, M.-A. Raulet, L. Krahenbuhl //Magnetics, IEEE Transactions on. – 2008. – Vol. 44. – P. 894-897.
5. Введение в ГА и Генетическое программирование [Электронный ресурс]/ Algolist.manual.ru. – Режим доступа: <http://algolist.manual.ru/ai/ga/intro.php>. – 10.08.2012 г.
6. Zidari, B. J-A hysteresis model parameters estimation using GA [Text] / B. Zidari, D. Miljavec // Advances in Electrical and Electronic Engineering. – 2005. – Vol. 4. – P. 174 – 177.

Поступила в редакцию 20.09.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., проф. кафедры электронной техники Н.И. Чичикало, Донецкий национальный технический университет, г. Донецк.

**ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ПЕРЕРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ФЕРОМАГНЕТИКІВ  
В СПЕЦІАЛІЗОВАНІЙ КОМП'ЮТЕРНІЙ СИСТЕМІ***Є.В. Шкурников*

У даній статті автором висвітлено актуальне завдання перерахунку параметрів математичних моделей ферромагнетиків. При моделюванні схем, які містять котушки індуктивності, у тому числі і з ферромагнітним осердям, необхідно знати параметри математичних моделей, які не завжди можна знайти. В цьому випадку модуль допоможе визначити параметри складнішої моделі (Джілса-Аттертона) по наявних параметрах простішої моделі (Джона Чана). Модуль так само корисний при виникненні потреби визначення параметрів простішої моделі (Джона Чана) по наявних параметрах складнішої моделі (Джілса-Аттертона).

**Ключові слова:** Модель Джілса-Атертона, модель Джона Чана, комп'ютерна система, ферромагнетики, метод рою часток, генетичний алгоритм.

**THE SOFTWARE MODULE CONVERSION PARAMETERS FERROMAGNETS  
IN A SPECIALIZED COMPUTER SYSTEM***E.V. Shkurnikov*

In this article the authors consider important task of translation parameters of mathematical models of ferromagnets. When modeling circuits that contain inductors, including those with ferromagnetic cores need to know the parameters of mathematical models, which are not always available. In this case, the module will help define the parameters of a more complex model (Jiles-Atterthon) the available parameters of the simpler model (John Chan). Array is also useful when you need any determination of the parameters of the simpler model (John Chan) from the available options more complex model (Jiles-Atterthon).

**Keywords:** Jiles Atherton model, John Chan model, the computer system, ferromagnetic materials, particle swarm optimization, genetic algorithm.

**Шкурников Евгений Викторович** – инженер компьютерных систем, ООО «Генстар», Украина, г.Киев, e-mail: nikshev@i.ua.