

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7

2003

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

САПР

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

МЕТОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДЫ

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

НЕЙРОСЕТИ И
НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

ИТ В ОБРАЗОВАНИИ

ГИС

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7
2003

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с ноября 1995 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ
Издательство "Новые технологии"

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Евгеньев Г. Б., Кобелев А. С. Объектно-ориентированный анализ и проектирование в машиностроении 2
- Гальченко В. Я., Воробьев М. А. Использование генетических алгоритмов в структурном синтезе источников магнитных полей с заданными свойствами 7

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

- Терсков В. А., Ефимов С. Н. Аналитический метод оценки показателей производительности для параллельных вычислительных систем 13
- Финогеев А. Г. Закономерности развития информационного пространства и системы управления семантикой сайтов 20

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

- Швецов А. Н., Дианов С. В. Мультиагентная система отдела по работе с обращениями и жалобами граждан 26
- Миронов А. С. О подходе к организации и реализации одного семейства интеллектуальных информационных систем 32

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

- Ушаков И. Б., Богомолов А. В., Кукушкин Ю. А. Технология автоматизированной синдромной диагностики заболеваний на основе трехзначной логики 34
- Андрейчикова О. Н., Радышевская Т. Н. Применение метода аналитических сетей для прогнозирования здоровья основных систем человеческого организма 45
- Гридин В. Н., Тарасова О. Б. Построение интеллектуальных диагностических систем в медицинских приложениях 54

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

- Асадов Х. Г. Принцип уменьшения размерности для синтеза и оптимизации подкласса информационно-измерительных систем с затухающими сигналами и для планирования эксперимента 58

ИНФОРМАЦИЯ

- Представляем книгу 63
- Contents 64

Приложение. А. Б. Барский, В. В. Шилов. Потокковая вычислительная система: программирование и оценка эффективности

Аннотации статей размещены на WWW-сервере ГосНИИ информационных технологий и телекоммуникаций Минобразования РФ и доступны по сети INTERNET.

Адрес сервера: <http://www.informika.ru/text/magaz/it/> или <http://www.novtex.ru>

Журнал входит в Перечень научных журналов, в которых по рекомендации ВАК РФ должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Главный редактор
НОРЕНКОВ И. П.

Зам. гл. редактора
ФИЛИМОНОВ Н. Б.

Редакционная
коллегия:

АВДОШИН С. М.
АНТОНОВ Б. И.
БАТИЩЕВ Д. И.
БОЖКО А. Н.
ГАЛУШКИН А. И.
ГЛОРИОЗОВ Е. Л.
ГОРБАТОВ В. А.
ЗАЛЕЩАНСКИЙ Б. Д.
ЗАРУБИН В. С.
ИВАННИКОВ А. Д.
ИСАЕНКО Р. О.
КОЛИН К. К.
КУЛАГИН В. П.
КУРЕЙЧИК В. М.
ЛЬВОВИЧ Я. Е.
МАЛЬЦЕВ П. П.
МИХАЙЛОВ Б. М.
МУХТАРУЛИН В. С.
НАРИНЬЯНИ А. С.
НЕЧАЕВ В. В.
ПАВЛОВ В. В.
ПУЗАНКОВ Д. В.
РЯБОВ Г. Г.
СТЕМПКОВСКИЙ А. Л.
УСКОВ В. Л.

Редакция:

БЕЗМЕНОВА М. Ю.
ГРИГОРИН-РЯБОВА Е. В.
ЛЫСЕНКО А. В.

Это определение, соответствующее общепринятым представлениям в машиностроении, шире, чем то, которое принято в объектно-ориентированном программировании. Общие свойства наследуются по иерархии классов и входящих в них объектов. Объект не является классом, но класс может быть объектом. Класс, экземпляры которого сами являются классами, называется *метаклассом*.

На этапе анализа и ранних стадиях разработки объектно-ориентированной системы проектирования изделий решаются две основные задачи:

- выявление классов и объектов, составляющих словарь предметной области;
- построение структур, обеспечивающих взаимодействие объектов, при котором выполняются требования разрабатываемой системы.

В первом случае говорят о *ключевых абстракциях* задачи (совокупность классов и объектов), во втором — о *механизмах* реализации (совокупность структур).

На ранних стадиях внимание разработчика сосредотачивается на внешних проявлениях ключевых абстракций и механизмов. Такой подход создает логический каркас системы: структуры классов и объектов. На последующих фазах проекта внимание переключается на внутреннее поведение ключевых абстракций и механизмов.

Проанализированы специфические особенности применения объектно-ориентированного подхода для построения систем конструкторско-технологического проектирования в машиностроении. Разработанные положения имеют существенное значение для создания современных интегрированных интеллектуальных систем, использующих концепцию "Продукт — Процесс — Ресурс", которая охватывает этапы жизненного цикла изделия, связанные с инженерной подготовкой производства машиностроительных изделий.

На основе разработанных положений с использованием комплекса инструментальных средств операционной среды "Спрут" разработана система конструкторско-технологического проектирования асинхронных электродвигателей.

Список литературы

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++. 2-е изд. / Пер с англ. М.: Издательство Бином, СПб.: Невский диалект, 2000. 560 с.
2. Евгеньев Г. Б. Системология инженерных знаний: Учеб. пособие для вузов М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 520 с.
3. Smith M. and Tockey S. An Integrated Approach to Software Requirements Definition Using Objects. Seattle, WA: Boeing Commercial Airplane Support Division, 1988. P. 132.

УДК 620.179.14

В. Я. Гальченко, д-р техн. наук, проф.,

М. А. Воробьев,

Луганский государственный медицинский университет (Украина)

Использование генетических алгоритмов в структурном синтезе источников магнитных полей с заданными свойствами

Описан подход к синтезу источников магнитных полей с заданными свойствами, который основан на использовании структурного синтеза при проектировании магнитных устройств и осуществляется путем выбора оптимальной структуры и ее параметров с помощью генетических алгоритмов. Приведены результаты синтеза источников однородных магнитных полей с рабочей зоной, расположенной на оси устройства.

С увеличением числа технических систем, основанных на использовании магнитных полей, разработчики все чаще сталкиваются при их проектировании с проблемой создания устройств, генерирующих магнитное поле заданной конфигурации, так как характеристики этих систем в значительной мере зависят от качества источников маг-

нитных полей (ИМП), входящих в их состав. ИМП также должны удовлетворять многочисленным техническим и метрологическим требованиям, например, требованиям к степени однородности или градиенту генерируемого магнитного поля, геометрическим размерам рабочей зоны ИМП, расположению рабочей зоны относительно ИМП, ограничениям, накладываемым на геометрические размеры ИМП, и др. Вследствие указанных особенностей создание ИМП с заданными свойствами представляется сложной научно-технической задачей. В приведенных ниже исследованиях предлагается использовать при проектировании ИМП структурный синтез, который осуществляется в рамках интегрального подхода к синтезу магнитных устройств [1—3].

Для создания ИМП с заданными свойствами чаще всего используются методы параметрического синтеза [4—6]. Однако ввиду их недостатков, вызванных необходимостью априори задаваться структурой проектируемого объекта, представляет интерес разработка методов структурного синтеза, которые способны существенно повысить эффективность проектирования за счет увеличения пространства поиска (нахождение оптимальной структуры объекта) [7].

В данной работе рассматривается структурный синтез ИМП на примере синтеза источника однородного магнитного поля, состоящего из соленоидальных контуров, с рабочей зоной, расположенной на оси проектируемого источника. Это позволяет упростить постановку задачи, которую в дальнейшем можно расширить на общий случай. Предполагается, что контуры в источнике располагаются на одной оси, подключены последовательно (через них протекает одинаковый ток), относительно друг друга могут быть включены как согласно, так и встречно.

Предлагается использовать контуры круговой, прямоугольной и треугольной форм. Аксиальная составляющая напряженности генерируемого магнитного поля описывается выражениями:

- для круговых контуров

$$H(z) = \frac{Iw}{2} \frac{R^2}{(R^2 + (z - Z_K)^2)^{3/2}}, \quad (1)$$

где Iw , R , Z_K — соответственно магнитодвижущая сила (МДС), радиус и координата контура [8, 9];

- для прямоугольных контуров

$$H(z) = \frac{Iwab}{\pi \sqrt{a^2 + b^2 + (z - Z_K)^2}} \times \left(\frac{1}{a^2 + (z - Z_K)^2} + \frac{1}{b^2 + (z - Z_K)^2} \right), \quad (2)$$

где Iw , a , b , Z_K — соответственно МДС, половина высоты, половина ширины и координата контура [8, 9].

Для треугольных контуров значение составляющей напряженности вычисляется методом суперпозиций с использованием модели прямолинейной нити тока конечной длины [10]:

$$\begin{aligned} \bar{H} &= H_x \bar{i}_x + H_y \bar{i}_y; \\ H_x &= -\frac{I}{4\pi} \left(\frac{y}{x^2 + y^2} \right) \times \\ &\times \left(\frac{a - z}{(x^2 + y^2 + (a - z)^2)^{1/2}} + \frac{z}{(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}} \right); \quad (3) \\ H_y &= \frac{I}{4\pi} \left(\frac{x}{x^2 + y^2} \right) \times \\ &\times \left(\frac{a - z}{(x^2 + y^2 + (a - z)^2)^{1/2}} + \frac{z}{(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}} \right), \end{aligned}$$

где H — магнитное поле, создаваемое в точке $P(x, y, z)$ нитью тока длиной a с током I .

Набор переменных, описывающий множество рассматриваемых структур ИМП, представлен вектором

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_N),$$

где N — число контуров, из которых состоит источник; $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{iK_i})$ — вектор параметров i -го контура; K_i — число параметров i -го контура; x_{ij} — j -й параметр i -го контура; $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, K_i}$.

Компонентами вектора x_i , описывающего геометрические, физические и другие свойства i -го контура, являются переменные, характеризующие направление намотки D , форму S , МДС M , координату Z и вектор Y , представляющий геометрические размеры контура:

$$x_i = (D_i, S_i, M_i, Z_i, Y_i).$$

Вектор геометрических размеров i -го контура имеет вид:

- для круговых контуров $Y_i = (R_i)$, где R_i — радиус i -го контура;
- для прямоугольных контуров $Y_i = (a_i, b_i)$, где a_i , b_i — соответственно половина высоты и половина ширины i -го контура;
- для треугольных контуров $Y_i = (a_i, b_i, c_i)$, где a_i , b_i , c_i — стороны i -го контура.

Параметры, описывающие проектируемый ИМП, могут изменять свои значения в указанных ниже диапазонах, которые отражают технические требования, предъявляемые к источнику:

$$\begin{aligned} M_i &\leq M_{\max}; \quad Z_{\min} \leq Z_i \leq Z_{\max}; \quad R_{\min} \leq R_i \leq R_{\max}; \\ a_{\min} &\leq a_i \leq a_{\max}; \quad b_{\min} \leq b_i \leq b_{\max}; \quad c_{\min} \leq c_i \leq c_{\max} \\ &(i = \overline{1, N}). \end{aligned}$$

Задача синтеза ИМП характеризуется следующими критериями качества:

- максимальным относительным отклонением напряженности генерируемого магнитного поля во всем наборе контрольных точек рабочей зоны источника $f_1(X) = \max_j \varepsilon_j(X)$, где $\varepsilon_j(X)$ — относительное отклонение напряженности магнитного поля, генерируемого структурой X , в j -й контрольной точке;
- числом контуров $f_2(X) = N$;
- средней МДС в контурах $f_3(X) = \sum_{i=1}^N M_i / N$.

Возможно увеличение числа критериев качества в зависимости от требований, которым должен удовлетворять проектируемый ИМП.

В рассматриваемом случае требуемое распределение магнитного поля задается в табличном виде, но в общем случае может также вычисляться с помощью заданной функциональной зависимости. Напряженность магнитного поля, генерируемого

ИМП, в каждой контрольной точке вычисляется по методу суперпозиций от каждого контура источника по формулам (1)–(3) при токе $I = 1$ А. Значение тока, протекающего в контурах источника, определяется как отношение суммы напряженностей заданного магнитного поля по всем контрольным точкам к аналогичному показателю магнитного поля, полученному при $I = 1$ А. Окончательное значение напряженности генерируемого поля в каждой контрольной точке получается умножением ранее вычисленного значения напряженности в этой точке на ток. МДС i -го контура вычисляется по формуле $M_i = IW_i$, $i = \overline{1, N}$.

Поиск оптимальной структуры ИМП осуществляется в соответствии с условиями оптимальности $f_i(X) \rightarrow \min$, которые дополняются критериальными ограничениями $f_i(X) < f_{i\max}$ ($i = \overline{1, 3}$ для рассматриваемого случая).

Описанная выше задача структурного синтеза ИМП относится к классу многопараметрических многоэкстремальных задач оптимизации. Следует также отметить, что в ней нет необходимости нахождения глобального оптимума. Достаточным будет обнаружение рациональных решений, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к проектируемому объекту. Для решения задач синтеза ИМП с заданными свойствами был выбран один из представителей класса методов эволюционных вычислений — генетический алгоритм (ГА) [11, 12]. Применение ГА позволяет создавать эффективные алгоритмы для широкого класса задач оптимизации [13, 14], не требуя при этом дополнительной информации о характере исследуемой функции, ее свойствах (дифференцируемость, непрерывность и т. д.), не накладывая ограничений на область поиска, которая может быть невыпуклой или много-связной.

Генетический алгоритм работает с конечной популяцией особей. Размер популяции на каждом этапе эволюции остается постоянным. Особь (конкретный ИМП) представляется в виде совокупности (набора) последовательно расположенных хромосом по числу контуров в источнике $X = [\alpha_1 | \alpha_2 | \dots | \alpha_N]$. Каждая хромосома содержит гены (битовые строки заданной длины), описывающие параметры соответствующего контура: направление намотки, форму, число витков, координату, геометрические размеры (в зависимости от формы):

$$\alpha_i = \begin{cases} |D_i|S_i|W_i|Z_i|R_i| \\ |D_i|S_i|W_i|Z_i|a_i|b_i| \\ |D_i|S_i|W_i|Z_i|a_i|b_i|c_i| \end{cases} \quad (i = \overline{1, N}).$$

Для представления вещественных параметров (координаты, размеры) используется символьная модель, предложенная в [15]. Этот подход заключается в разбиении диапазона возможных значений параметра на несколько равных частей. Ген определяет, в какой части диапазона находится значение параметра, которое вычисляется случайным образом с равной вероятностью в пределах указанной части. Такая модель позволяет уменьшить длину гена (число бит). При генерировании начальной популяции для каждой особи случайным образом определяется число контуров в диапазоне $[1, N_{\max}]$, а затем формируются хромосомы — так же случайно заполняются соответствующие гены. Вследствие многокритериальности рассматриваемой задачи приспособленность особи оценивается вектором критериев оптимальности.

Используется схема генетического алгоритма, описанная в [15]. В отличие от традиционного ГА новые особи, полученные в результате реализации операторов кроссовера и мутации, не замещают родителей, а образуют с ними промежуточную популяцию, к которой впоследствии применяется оператор отбора. Отличается также и подход к размножению, при котором задается число пар особей, участвующих в воспроизводстве, вместо вероятности кроссинговера каждой особи. При выборе брачных пар используются следующие подходы: панмиксия и генотипические аутбридинг и инбридинг [13].

Следует отметить, что в описываемом ГА используются хромосомные наборы переменной длины. В результате этого возникла необходимость изменения генетических операторов в соответствии с физическим смыслом решаемой задачи.

Для рекомбинации хромосомных наборов используется одно- и двухточечный кроссинговер, основанный на идее операторов разрезания и сращения (*cut* и *splice*), применяемых в мобильном ГА [16, 17]. Оператор рекомбинации состоит из двух этапов (рис. 1): разрезания хромосомных наборов на несколько частей (в зависимости от числа точек разрыва), причем выбор точек разрыва осуществляется для каждой особи отдельно, и объединения



Рис. 1. Функционирование оператора рекомбинации

этих частей, как в обычном кроссинговере с фиксированным положением точек разрыва. Существует несколько вариантов этого оператора в зависимости от того, где могут располагаться точки разрыва: только между хромосомами, между генами и внутри генов. В последних двух случаях относительные точки разрыва внутри разрезаемой хромосомы у обоих родителей должны быть одинаковы. Если две соответствующие точки располагаются внутри хромосом, отличающихся генами S (форма контура), то у одной из этих хромосом, случайно выбранной, целенаправленно изменяется этот ген в соответствии со второй хромосомой (особенности изменения гена S рассмотрены при описании оператора мутации).

В отличие от мобильного ГА, в котором динамичность генома возникает за счет пере- и недоопределения строк по отношению к решаемой задаче, в описываемом генетическом алгоритме хромосомные наборы строго определены и избыточны, последовательность и число генов в отдельной хромосоме постоянны (кроме случая изменения формы контура). Переменная длина хромосомных наборов диктуется исключительно спецификой структурного синтеза ИМП. Однако на уровне хромосом их последовательность никакой информации не несет, так как расположение контуров в пространстве полностью определяется их координатами.

Оператор мутаций осуществляет одно из следующих действий: добавление новой хромосомы, удаление хромосомы или точечную мутацию. В случае мутации гена S происходит изменение вида хромосомы, в которой он находится, а именно геометрических размеров. Преобразование размеров осуществляется таким образом: при изменении формы кругового контура размеры выбирают так, чтобы окружность оказалась вписанной в новый контур (квадрат или треугольник), в других случаях поступают аналогично.

Для настройки параметров описываемого генетического алгоритма реализован механизм адаптации применяемых операторов, смысл которого состоит в выборе одного из операторов каждой группы (выбор пары, кроссинговер, мутация) соответственно вероятностному распределению. Полученная с помощью этих операторов особь несет в себе информацию о том, какими именно операторами она была получена. При генерировании начальной популяции задается равномерное распределение вероятностей применения операторов. Затем для каждого поколения вычисляется новое распределение исходя из информации, содержащейся в популяции: вероятность применения оператора пропорциональна числу особей в популяции, полученных с помощью этого оператора.

Механизм отбора основан на методе вытеснения [13], который учитывает особенность используемой символьной модели, допускающей существование в популяции особей с одинаковыми генотипами, но разными фенотипическими признаками. Из двух особей с одинаковыми генотипами в популяцию нового поколения сначала выбирается особь с лучшей приспособленностью. Если для заполнения популяции особей с различными хромосомными наборами не хватает, то подбираются особи в соответствии только с их приспособленностью. С целью модификации ГА для работы с вектором критериев в оператор отбора включена идея Парето-доминирования [15], смысл которой заключается в использовании принципа доминимости решений. С помощью этого принципа вычисляется ранг доминируемых решений, в соответствии с которым уже непосредственно осуществляется отбор особей. При использовании такого оператора отбора возникают ситуации, в которых число недоминируемых особей превосходит размер популяции. В работе [15] предлагается использовать специальные методики для равномерного "размазывания" точек (решений) вдоль Парето-границы, т. е. выбора только тех недоминируемых решений, которые равномерно распределены вдоль Парето-границы.

Задача равномерного "размазывания" решений в общем случае сводится к дискретизации n -мерного (по числу критериев оптимальности) пространства, которая в свою очередь является нетривиальной и, кроме того, весьма трудоемкой в плане вычислительных и временных затрат задач. Чтобы не ограничивать применение простым частным случаем (двухкритериальным) и учитывать специфику конкретной рассматриваемой задачи, предлагается альтернативный подход к решению этой проблемы. Этот подход предполагает осуществление выбора из множества недоминируемых решений по первому критерию оптимальности — максимальному относительному отклонению. В силу того, что генетический алгоритм является стохастическим методом поиска, направлять его таким образом представляется вполне уместным.

В работе [15] также предлагается не терять непрошедшие отбор недоминируемые особи, мотивируя тем, что они могут понадобиться в будущем при недостатке в популяции недоминируемых особей на каком-либо поколении. Данные численных экспериментов синтеза ИМП свидетельствуют об отсутствии необходимости сохранять такие особи, так как не наблюдались резкие скачки в смысле улучшения приспособленности и не возникали ситуации, описанные выше. В том случае, если скачок все же произойдет, существует очень маленькая вероятность того, что сохраненные особи останутся недоминируемыми.

Вопрос практической реализации аутбридинга и инбридинга, а именно проблема вычисления расстояния Хемминга между особями, характеризующего их родство, требует отдельного рассмотрения. Вследствие переменной длины хромосомных наборов и возможности изменения последовательности хромосом, не затрагивающего генетическую информацию, возникают трудности не только со строгим определением расстояния, но и также с описанием единого пространства, между точками которого это расстояние необходимо найти. Неопределенность заключается в переменной размерности пространства при переходе от одной особи к другой и в отсутствии упорядоченности координат пространства, которые могут переставляться без изменения смысла (структуры). С целью упрощения задачи и уменьшения вычислительных затрат предлагается приблизительная оценка подобия особей, которую можно использовать в качестве величины, характеризующей расстояние Хемминга между ними. Оценка подобия двух хромосомных наборов вычисляется как сумма расстояний Хемминга между отдельными хромосомами первого и второго наборов. Первым будет набор наименьшей длины. Для текущей хромосомы из первого набора выбирается хромосома из второго, в паре с которой расстояние Хемминга будет наименьшим, и так далее для каждой хромосомы. За каждую "лишнюю" хромосому второго набора к сумме добавляется максимально возможное расстояние Хемминга между хромосомами.

Для иллюстрации применения описанного алгоритма ниже представлены результаты некоторых численных экспериментов по синтезу источников однородного магнитного поля. Требуемое значение напряженности магнитного поля 200 А/м. Распределение магнитного поля задается набором контрольных точек, расположенных на расстоянии 0,0005 м друг от друга на отрезке [0; 0,025] м. Синтез осуществляется с использованием контуров круговой и прямоугольной форм. Геометрические размеры контуров должны удовлетворять следующим требованиям ($0,001 \leq R_i, a_i, b_i \leq 0,02$) м. Одной из характеристик ИМП является отношение длины рабочей зоны к длине источника. Большой практический интерес представляет увеличение этого отношения, т. е. уменьшение длины источника при той же рабочей зоне. Требуемое соотношение "рабочая зона/источник" в предлагаемом методе задается с помощью ограничений, накладываемых на координаты контуров. В табл. 1 и 2 приведены параметры структуры синтезированных ИМП, полученных при ограничениях ($-0,005 \leq Z_i \leq 0,03$) м и ($-0,0015 \leq Z_i \leq 0,0265$) м соответственно. Токи, протекающие в контурах, максимальные относительные отклонения напряженности магнитного поля и соотношения "рабо-

Таблица 1

Параметры ИМП (пример 1)

№	D	S	W	Z , м	Y , м
1	По часовой стрелке	Круговая	51	0,0274	0,0180
2		Прямоугольная	29	0,0084	0,0173; 0,0173
3		Круговая	2	0,0143	0,0084
4		Прямоугольная	42	-0,0048	0,0162; 0,0155

Таблица 2

Параметры ИМП (пример 2)

№	D	S	W	Z , м	Y , м
1	По часовой стрелке	Круговая	7	0,0044	0,0122
2		Прямоугольная	4	-0,0006	0,0137; 0,0040
3		Круговая	6	0,0236	0,0137
4		Прямоугольная	3	0,0013	0,0124; 0,0125
5		Круговая	15	0,0189	0,0126
6		Прямоугольная	4	0,0264	0,0054; 0,0043
7		Круговая	4	0,0105	0,0095
8		Круговая	7	0,0024	0,0137

Таблица 3

Результатирующие характеристики ИМП

Характеристики	Пример 1	Пример 2
I , А	0,1056	0,1789
$\epsilon_{\max}$, %	0,4066	0,6749
"Рабочая зона/источник", %	78	93

чая зона/источник" указаны в табл. 3. В обоих примерах параметры генетического алгоритма одинаковые: длина генов D и S — 1 бит, W — 5 бит, R , a и b — 4 бита, численность популяции 100, число брачных пар 40, вероятность мутации 0,1.

Вследствие особенностей используемой символической модели ГА [15] в некоторых случаях является необходимым уточнение вещественных параметров структуры ИМП, найденной с помощью предложенного метода. Описанный выше ГА позволяет находить часть диапазона, в котором находится параметр, в то время как внутри этой части происходит случайный поиск. Для определения значений параметров внутри найденных поддиапазонов предлагается использовать тот же самый ГА, в котором оптимизируемыми величинами являются только координаты и размеры контуров при не-

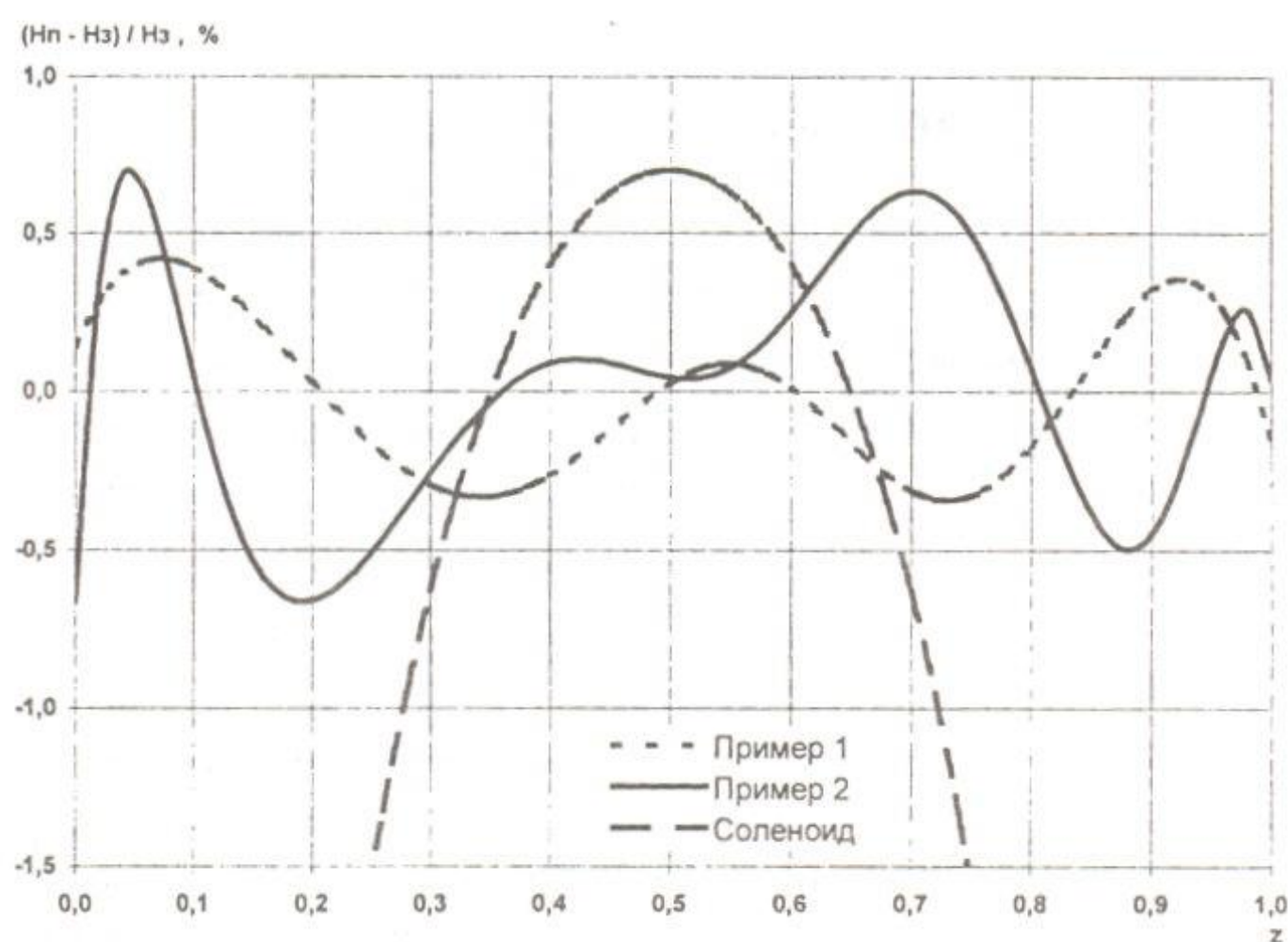


Рис. 2. Распределение относительных отклонений напряженности магнитного поля вдоль длины рабочей зоны

изменности остальных параметров структуры. Причем поиск для каждого параметра осуществляется в его собственном поддиапазоне. Так, в примере 2 была получена структура ИМП с максимальным относительным отклонением напряженности магнитного поля 3,28 %, которое в результате уточнения параметров уменьшилось до 0,67 %.

Сравним распределения напряженности магнитного поля полученных ИМП с распределением соленоида [9] радиуса 0,005 м, длина которого совпадает с длиной источника, полученного в примере 1. Распределения относительных отклонений напряженности магнитного поля рассматриваемых систем контуров представлены на рис. 2. Координаты контрольных точек, расположенных с шагом 0,5 мм на оси z , приведены на графике в безразмерных относительных единицах, получаемых отношением координаты точки к длине рабочей зоны. Соотношение "рабочая зона/источник" соленоида составляет приблизительно 30 %. Следовательно, сравнительный анализ результатов свидетельствует о достаточно высокой эффективности предложенного подхода к синтезу магнитных устройств.

Описанный подход к синтезу ИМП с заданными свойствами может быть расширен на общий случай, в котором требуемое распределение магнитного поля задается в объеме, произвольно расположенном в пространстве.

1. Средства измерений параметров магнитного поля / Ю. В. Афанасьев, Н. В. Студенцов, В. Н. Хорев и др. Л.: Энергия, 1979. 320 с.
2. Яковенко В. В., Гальченко В. Я., Донская Л. В. Синтез катушки в магнитной системе датчика линейных перемещений // Изв. вузов. Электромеханика. 1990. № 6. С. 75—78.
3. Яковенко В. В., Гальченко В. Я., Бондаренко В. Е. Синтез магнитных систем с дискретными источниками поля // Изв. вузов. Электромеханика, 1991. № 8. С. 16.
4. Lugansky L. B. On optimal synthesis of magnetic fields // Meas. Sci. Technol. 1990. V. 1. N 1. P. 53—58.
5. Adamiak K. Wariacyjne metody syntezy pola magnetycznego na osi solenoidu walcowego // Arch. Elektrotechniki. 1981. T. 30. Z. 4. S. 1023—1030.
6. Павлов А. К., Гальченко В. Я. Информационные модели для проектирования источников магнитных полей // Информационные технологии. 2002. № 7. С. 47—53.
7. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании) / А. И. Половинкин, Н. К. Бобков, Г. Я. Буш и др.; Под ред. А. И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981. 344 с.
8. Алиевский Б. Л., Орлов В. Л. Расчет параметров магнитных полей осесимметричных катушек. М.: Энергоатомиздат, 1983. 112 с.
9. Штамберг Г. А. Устройства для создания слабых постоянных магнитных полей. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1972. 176 с.
10. Том Р., Тарр Дж. Магнитные системы мдг-генераторов и термоядерных установок. М.: Энергоатомиздат, 1985. 272 с.
11. Holland J. H. Adaptation in natural and artificial systems. University of Michigan Press, Ann Arbor. MI, 1975.
12. Goldberg D. E. Genetic Algorithms in search, optimization, and machine learning. Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.
13. Батищев Д. И., Исаев С. А. Оптимизация многоэкстремальных функций с помощью генетических алгоритмов // Межвузовский сборник научных трудов "Высокие технологии в технике, медицине и образовании". Воронеж: ВГТУ, 1997. С. 4—17.
14. Батищев Д. И., Исаев С. А., Ремер Е. К. Эволюционно-генетический подход к решению задач невыпуклой оптимизации // Межвузовский сборник научных трудов "Оптимизация и моделирование в автоматизированных системах". Воронеж: ВГТУ, 1998. С. 20—28.
15. Исаев И. А. Разработка и исследование генетических алгоритмов для принятия решений на основе многокритериальных нелинейных моделей: Дис.... канд. техн. наук: 05.13.17 / И. Новгород: НГТУ, 2000. 131 с.
16. Goldberg D. E., Korb V., Deb K. Messy genetic algorithms: Motivation, analysis, and first results // Complex systems. 1989. N 3. P. 493—530.
17. Goldberg D. E., Deb K., Korb V. Messy genetic algorithms revisited: Studies in mixed size and scale // Complex systems. 1990. N 4. P. 415—544.

CONTENTS

Evgeny G. B., Kobelev A. S. *Object-Oriented Analyses and Design* 2

Conceptual foundations of object oriented Product-Process-Resource systems are described. Canonical form of complex object oriented Product is introduced.

Galchenko V. Ya., Vorobyov M. A. *Use the Genetic Algorithms in Structural Syntheses of Magnetic Field Sources with Given Characteristics* 7

An approach to the syntheses of magnetic field sources with given characteristics is described. The approach is based on using of structural syntheses when designing magnetic devices and is realizing by selection of optimal structure and its parameters by means of genetic algorithms. The results of the syntheses of uniform magnetic field sources with working area arranged on the axis of device are presented.

Terskov V. A., Efimov S. N. *Analytical Method for Estimating Capacity Indicators of Parallel Computing Systems* 13

A parallel computing system, that includes arbitrary number of uniform and non-uniform processors shared common memory, is considered. The system functioning is modeled in the form of closed queuing system. Analytical method for estimating capacity indicators of such a parallel computing system is developed.

Finogeev A. G. *Regularities of the Informational Space Development and Control Systems of Sites Semantics* 20

The base regularities of the evolutionary development of the informational space Internet network are considered. It's being proved that all informational structures of the network are developed according to the laws of Zipf — Bendorf — Mandelbrot the distributions of all complex structures are subjected to which. On the basis of the statistical researches of the Internet the main trends and numerical characteristics of the web-space network segments are shown.

Shvetsov A. N., Dianov S. V. *A Multi-Agent System of a Department on Job With Reference And Complaints of the Citizens* 26

A multi-agent system of a department on job with the complaints and reference of the citizens including the agents of information and technological levels and processing the documents in natural Russian is considered. The technique of construction of similar systems is stated, the features of functioning and technical realization the multi-agent systems in structures of organizational management are analyzed.

Mironov A. S. *An Approach to Organization and Realization one of the Type of Knowledge-based Systems* 32

The issue of organization and realization one of the type of knowledge-based systems are consider in this paper. Such systems are provide Q-A computations by executing of special procedures of knowledge-based inferens. The shell use as a tools for this systems.

Ushakov I. B., Bogomolov A. V., Kukushkin Yu. A. *Technology of Automated Syndromic Diagnostics of Diseases on the Basis of Three-Value Logic* 34

Production of a task of syndromic diagnostics of diseases and technique of its decision is stated on the basis of the three-value logic, allowing to raise quality of diagnostics at the expense of the automated account at her carrying out of expressiveness of symptoms and syndromes of diseases, and, thus, the discrepancies inevitably present in medical and biologic knowledge and the data.

Andreychikova O. N., Radyshevskay T. N. *Application of Analytic Network Process for a Forecasting of Basic Systems Health in the Human Organism* 45

The article describes an application of Analytic Network Process for the modeling of various factors' influence on the oral cavity's health status. The model based on the expert knowledge allows revealing the factors, which in conditions of mutual influence will bring the most essential impact into a health status of organism system being examined. The outcomes obtained are in accordance with the observed data. The offered approach can be used for research and forecasting of a health status of human organism as a whole.

Gridin V. N., Tarasova O. B. *The Intellectual Diagnosis Systems Construction in Medical Applications* 54

The principles of the intellectual diagnosis systems construction are considered. The structure and principles of the work of the intellectual support system of taking TARTA decision are described.

Asadov H. H. *The Principle of Dimensionality Lowering for Synthesize and Optimization of the Subclass of Measuring Systems with Fading Signals and for Planning of Experiments* 58

In the paper "The principle of dimensionality lowering for synthesize and optimization of the subclass of measuring systems with fading signals and for planning of experiments" proposed principle of dimensionality lowering making it possible to synthesize separate subclasses of informational systems is described. Informational — mathematical model of subclass of systems with fading and generating signals is proposed, and possibility for usage of proposed, principle for planning of measuring experiment is considered.

Адрес редакции:

107076, Москва, Стромьинский пер., 4/1

Телефон редакции журнала (095) 269-5510

E-mail: it@novtex.ru

Дизайнер Т.Н. Погорелова. Художник В.Н. Погорелов.
Технический редактор И.С. Павлова. Корректор Ю.Н. Рыбакова

Сдано в набор 13.05.2003. Подписано в печать 18.06.2003. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 7,84. Усл. кр.-отт. 9,8. Уч.-изд. л. 9,48. Заказ 891.

Журнал зарегистрирован в Комитете Российской Федерации по печати.
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15565 от 02 июня 2003 г.

Отпечатано в Подольской типографии ГУП ЧПК
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25