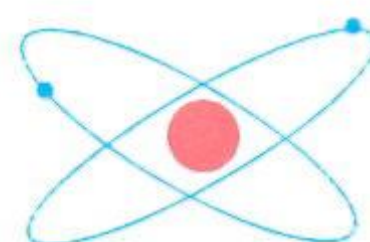


ISSN 1562-7888

ЕЛЕКТРИЧНИЙ

Журнал



1'2001

НАУКОВО—ВИРОБНИЧЕ
ПІДПРИЄМСТВО
“Альфа—Омега”

Головний редактор

Радченко В. В.

Редакційна рада номера:

Аркад'єв В. Ю.

Близняков О. В.

Войтенко С. В.

Горобець В. О.

Кох-Коханенко О. В.

Кравченко А. М.

Переверзев А. В.

Романчук В. М.

Скоробогатова В. І.

№ 1 (13) 2001 р.

**Электрический
Журнал**
Electrical Journal

- Науково—практичне видання

Серія KB № 3367
16 липня 1998 р.

Адреси редакції:

69051, м. Запоріжжя,
а/с № 3088 - для надсилання
матеріалів, пропозицій та
листування

E - mail:

rvv@iac.comint.net

ЗМІСТ

ДОСЛІДЖЕННЯ

Чаусовский Г. А., Головаха Р. В. Психотронные методы повышения безопасности управления транспортными средствами 3

Близняков А. В. Исследование гидродинамических процессов в погружных коммутационных аппаратах 8

Радченко В. В. Про системне інформаційне забезпечення 12

РІШЕННЯ

Павлов А. К., Гальченко В. Я. Система компьютерного проектирования источников магнитного поля с заданными свойствами 19

Голощапов С. С. Измерение добротности колебательного контура на основе метода биения частот 23

Чаусовский Г. А. Электронно-биоадаптивная система самоуправления здоровьем 27

ПОЛЕМІКА

Гнатюк В. И. О возможности передачи информации со сверхсветовой скоростью 31

ЕЛЕКТРИЧНИЙ Журнал

Реквізити для оплати:

НВП 'Альфа-Омега',
р/р 26008202017001
в ЗРУ КБ 'Приватбанк',
МФО 313399
ІК 20478301.

В платіжному дорученні
слід зазначити:
" за ЕЛЕКТРИЧНИЙ Журнал "

Довідки за телефонами:

(0612) 629 — 328
637 — 070
225 — 6426 (т / ф)



WWW:
<http://www.iac.comint.net>

ІСТОРІОГРАФІЯ

О началах электрической измеритель-
ной техники 34

БІБЛІОГРАФІЯ

Атмосферное электричество и его ос-
новные проявления 37

ІНФОРМАЦІЯ

Гапонов В. Н. О возможностях рацио-
нального потребления энергоресурсов 41

Разработчикам силовой электронной
техники. Новое необходимое издание 46

Основные технические данные силовых
полупроводниковых приборов на токи
10 - 125 А 48

ISSN 1562 - 7888

© ЕЛЕКТРИЧНИЙ Журнал, 2001
Видається з 1995 року.

Матеріали наукового характеру публікуються при позитивній
рецензії сторонніх фахівців, що пропонуються на вибір редакції.
При невідповідності вимогам екземпляр рукопису з рецензією
повертається авторові

Занесене до переліку фахових видань, де можуть публікуватися
основні результати дисертаційних робіт. Бюлетень ВАК України № 1, 1998 р.

Здано до набору 11.11.2000. Підписано до друку 19.03.2001 Формат 84 X108/16
Умовн. друк. арк. 7,2 Умовн. фарб.-відб. 13,45 Обл.-вид. арк. 7,5
Друк офсетний Замовлення № Ціна договірна.

Набір та верстку видання виготовлено НВП «Альфа - Омега», м. Запоріжжя.

Виготовлено ПП «ЮОНА», м. Запоріжжя, Південне шосе, 1.

УДК 620.179.14

Система компьютерного проектирования источников магнитного поля с заданными свойствами

Павлов А. К., инженер, ЗАО "Утел",

Гальченко В. Я., д. т. н., доцент,

Луганский Государственный Медицинский Институт

Розглянуто підхід до синтезу джерел магнітного поля з заданими властивостями, що ґрунтується на мінімізації відхилення отриманого магнітного поля від потрібного шляхом вибору оптимальної геометрії джерела. Надано опис програмного комплексу, що дозволяє задавати та модифікувати початкову конфігурацію джерела магнітного поля, а також здійснювати пошук оптимальної геометрії джерела методами нелінійної оптимізації. Надано результати синтезу джерела магнітного поля з довжиною робочої зони, яка співпадає з довжиною самого джерела.

Синтез источников магнитного поля (ИМП) с заданными свойствами, является достаточно сложной проблемой и представляет интерес при решении практических задач метрологии, приборостроения, медицины, дефектоскопии и т. д. В метрологии ИМП используются в качестве мер магнитных величин, а также разнообразных измерительных преобразователей. При проектировании ряда медицинских приборов и систем также в обязательном порядке приходится решать задачу синтеза устройств, генерирующих магнитное поле требуемой конфигурации в заданном объеме. ИМП находят применение в устройствах магнитотерапии, ЯМР-томографах, ЯМР-спектрометрах, и т. п. Причем, технические характеристики этих приборов в значительной мере зависят от качества магнитных систем, входящих в их состав. В приборостроении ИМП используются в намагничивающих и размагничивающих устройствах.

Для эффективного решения задачи синтеза ИМП разработан комплекс программных средств. Данный комплекс предоставляет возможность задать расположение и размер рабочей зоны ИМП, требуемое распределе-

ние магнитного поля, начальную конфигурацию источника и, варьируя геометрическими параметрами источника, позволяет минимизировать отклонение действительного распределения магнитного поля от требуемого. По окончании процесса поиска оптимального решения становятся известными геометрические параметры искомого ИМП.

Данная задача относится к классу задач нелинейной оптимизации и, в общем случае, описывается нелинейным интегральным уравнением (ИУ) Урысона 1-го рода:

$$\int_{\Omega} K[x, s, y(s)] ds = f(x), \quad x \in Q,$$

где $K(x, s)$ - ядро ИУ;

$f(x)$ - правая часть уравнения с областью определения Q ;

$y(s)$ - искомая функция с областью определения Ω ;

Функции $K(x, s)$, $f(x)$ и области Q и Ω полагаются заданными. Учитывая, что размер рабочей зоны и требуемое распределение магнитного поля задается семейством контрольных точек с известными значениями напряженности в них, задача сводится к оптимизации функционала:

$$F = \sum_{x=1}^m \left| \int_{\Omega} K[x, s, y(s)] ds - f(x) \right|^{\gamma} \rightarrow \min, \quad x \in Q, \gamma = 2, 3, \dots,$$

где m - количество контрольных точек.

Функция $K(x, s)$ представляет собой зависимость, по которой может быть рассчитана напряженность магнитного поля одного контура в контрольной точке, $f(x)$ - требуемое

значение напряженности магнитного поля в контрольной точке, $y(s)$ ассоциируется с искомыми геометрическими параметрами источника, обеспечивающего заданную конфигурацию магнитного поля. Оптимизируе-

мый функционал имеет овражный характер, причем размерность оврага может быть произвольной. Данный фактор приводит к тому, что поиск оптимального решения многими из известных стандартных методов не приводит к приемлемым результатам.

В программном комплексе используются алгоритмы поиска оптимального решения в овражной ситуации. Главной отличительной особенностью таких алгоритмов является выбор направления поиска, который осуществляется методом диагонализации матрицы Гессе оптимизируемого функционала. После выбора направления осуществляется поиск методом покоординатного спуска вдоль ортогонально расположенных осей, соответствующих геометрическим параметрам искомого источника магнитного поля. Если по каждому из координатных направлений вслед за успешным продвижением (убывание минимизируемого функционала) последовала неудача (возрастание функционала), спуск завершается, полученная точка фиксируется, относительно нее выбирается новое направление поиска и осуществляется покоординатный спуск. Процесс поиска завершается по исчерпанию заданного числа вычислений функционала.

Верификация алгоритмов производилась на ряде тестовых функций, имеющих аналитическое решение, а также на множестве численных экспериментов по проектированию источников магнитного поля с заданными параметрами. Результаты численных экспериментов свидетельствуют о достаточно высокой эффективности используемых алгоритмов [1,2].

Алгоритмы поиска в овражной ситуации реализованы на языке программирования Fortran90 с использованием среды Microsoft Fortran PowerStation 4.0 и оформлены в виде библиотеки DLL. Графический интерфейс реализован на Microsoft Visual C++ 5.0 с использованием библиотеки MFC.

С помощью редактора ИМП вводится начальная геометрия ИМП, конфигурация контрольных точек и требуемое распределение напряженности магнитного поля.

Контрольные точки могут располагаться на оси проектируемого источника, а также в плоскости, перпендикулярной оси источника. Каждый раз при создании новой начальной конфигурации ИМП (кнопка <New>) предлагается выбрать расположение контрольных точек, рис. 1. Этот выбор определяет вид формулы для вычисления напряженности магнитного поля в контрольных точках и может быть сделан только на данном

этапе. Кнопка <Scale options> предназначена для изменения масштаба оси.

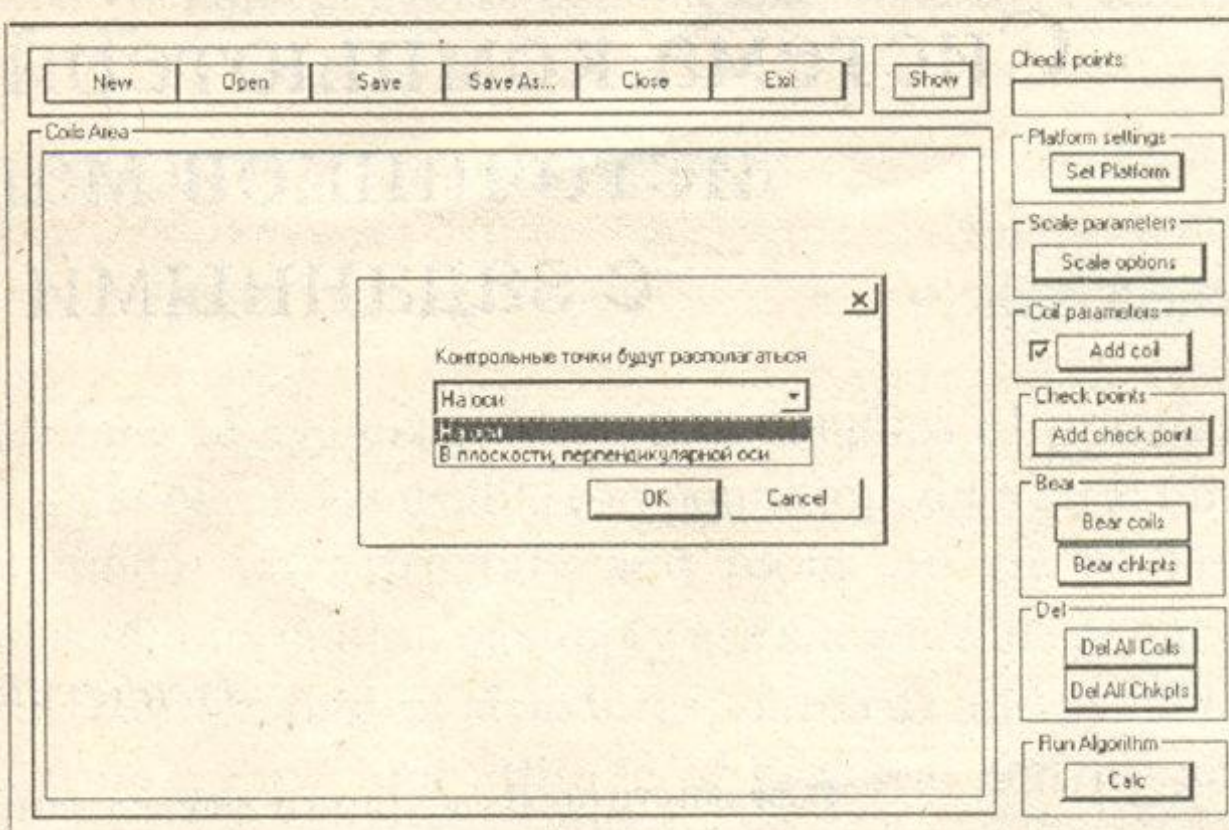


Рис. 1. Выбор расположения контрольных точек.

Контуры источника добавляются с помощью кнопок <Add coil> (создается 1 контур) и <Bear coils> (создается заданное количество контуров, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга). Для более быстрого задания начальной конфигурации ИМП предпочтительным является использование 2-го способа, рис. 2.

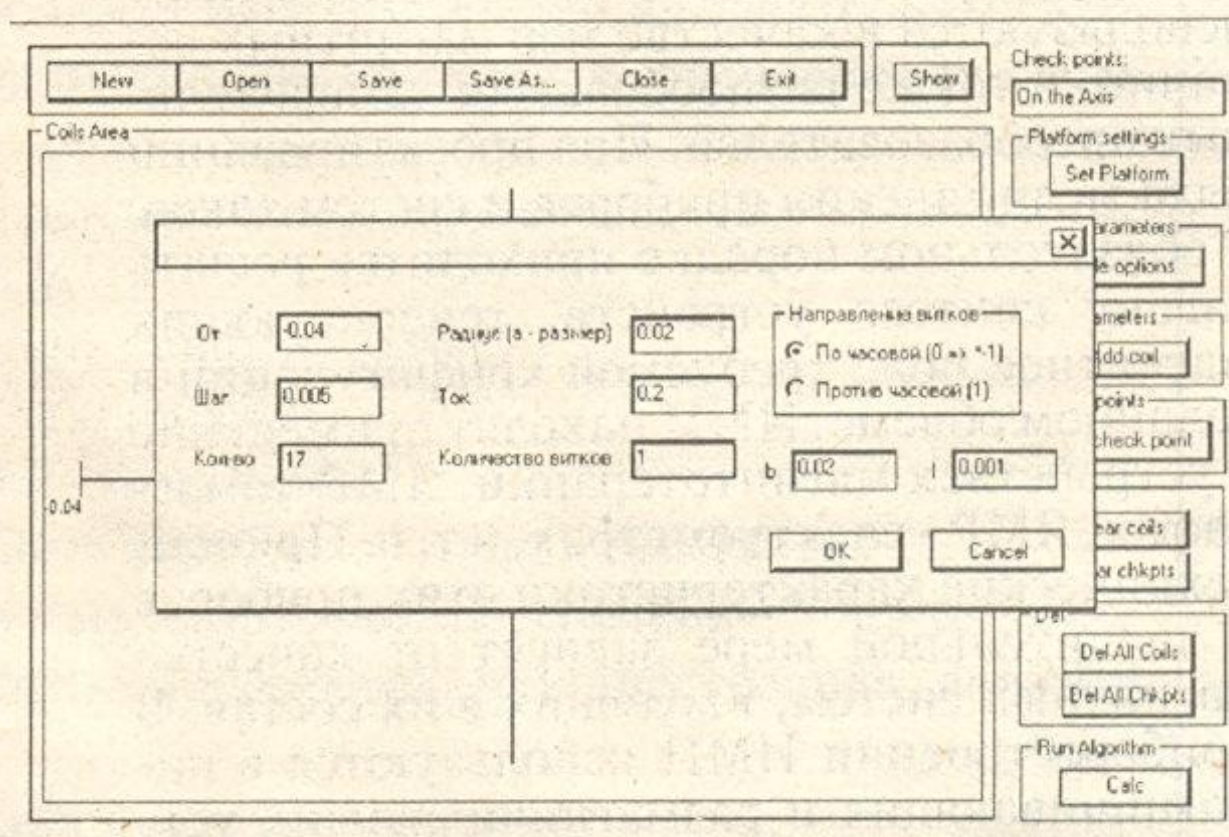


Рис. 2. Генерирование начальной структуры источника магнитного поля.

При этом, предоставляется возможность использования контуров круговой и прямоугольной формы. Форма прямоугольного контура определяется автоматически при задании параметров b и l (см. рис. 2). Ненулевые значения соответствуют прямоугольной форме контура, нулевые - круговой.

Контрольные точки добавляются с помощью кнопок <Add check point> (вводится 1 контрольная точка) и <Bear chkpts> (вводится заданное количество контрольных точек, расположенных на одинаковом расстоянии

друг от друга). Если распределение магнитного поля должно быть однородным, то задается напряженность (параметр H) в А/м. Кроме однородного требуемое распределение магнитного поля может быть представлено одной из элементарных функциональных зависимостей напряженности от Z -координаты контрольной точки либо их комбинаций, рис. 3.

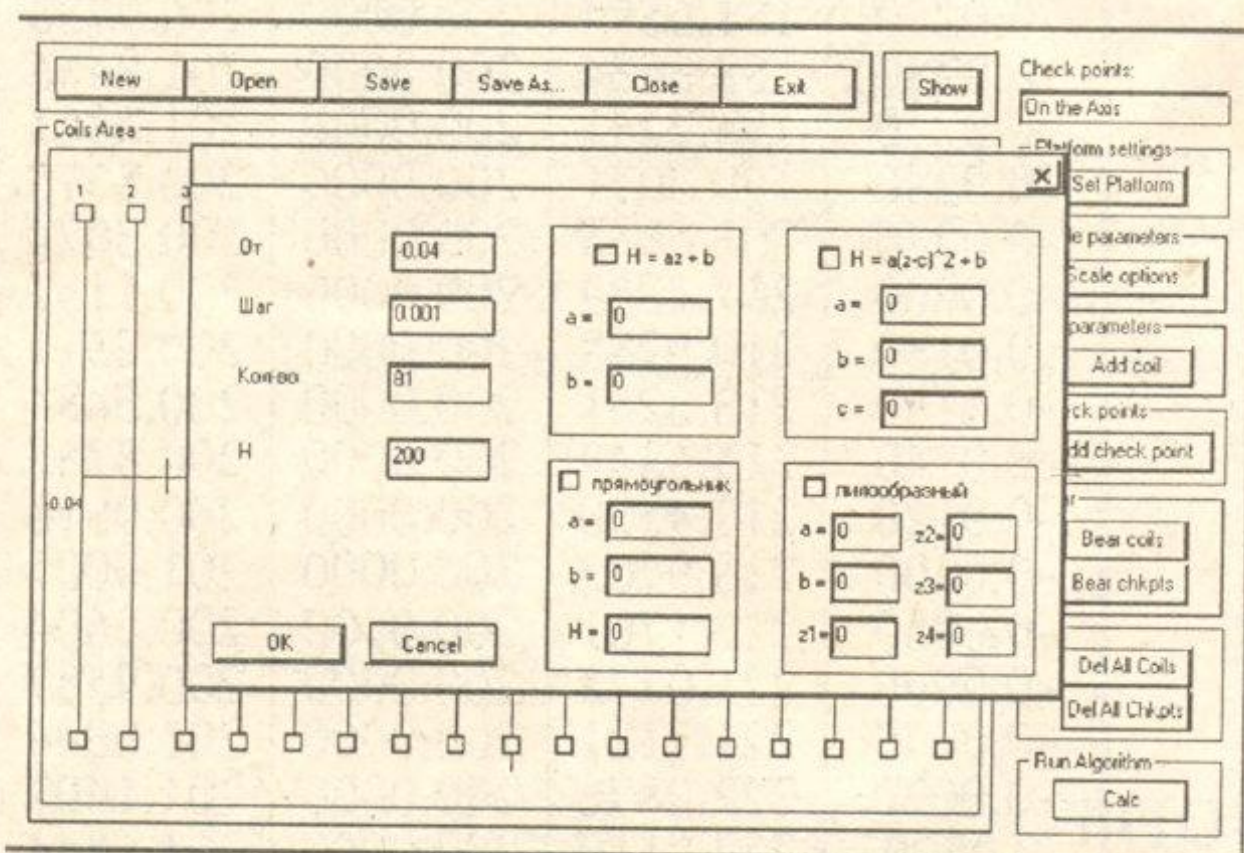


Рис. 3. Ввод контрольных точек.

Далее показано, как изменить параметры контура или удалить их, рис. 4. Для этого следует щелкнуть на рабочем поле правой кнопкой мыши и выбрать соответствующий пункт меню. Аналогичным образом производится удаление или изменение параметров контрольных точек.

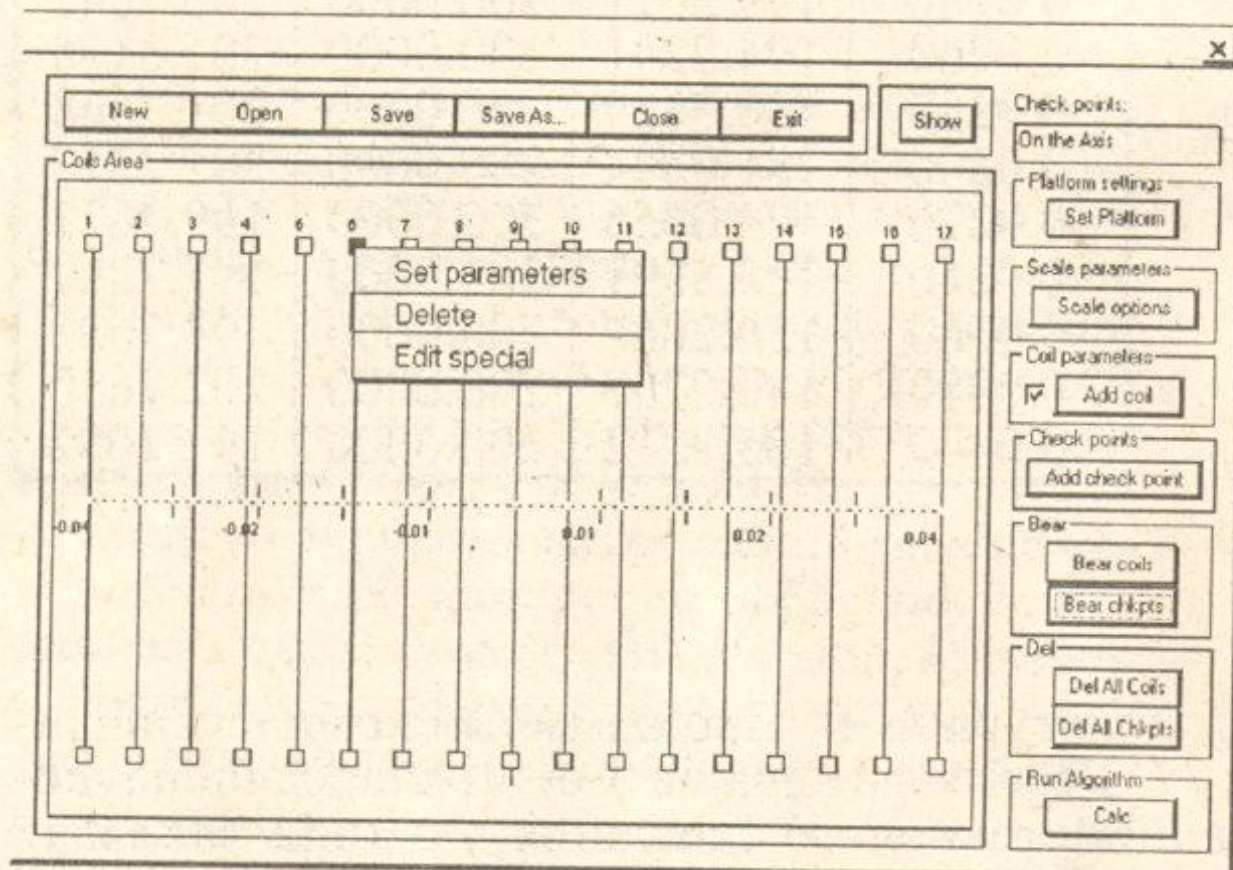


Рисунок 4. Модификация параметров или удаление контура.

После того, как начальные условия заданы, можно инициировать процесс поиска оп-

тимальной геометрии источника, которая обеспечивает требуемое распределение магнитного поля (кнопка <Calc>). Далее следует выбрать алгоритм минимизации, и задать его параметры, рис. 5.

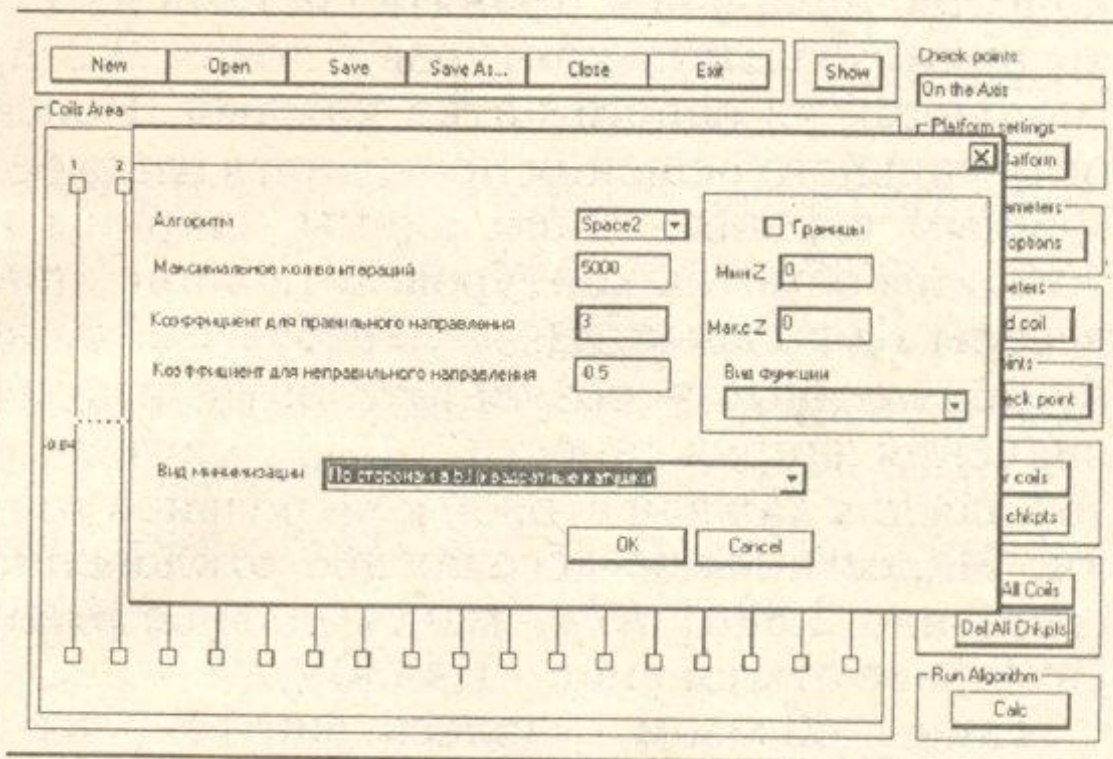


Рис. 5. Установка параметров алгоритма.

При необходимости можно ввести ограничения на Z -координаты контуров (группа элементов <Границы>). Данная опция позволяет синтезировать ИМП с учетом требований к длине источника. При активизации опции <Границы> контуры искомого ИМП будут располагаться в пределах, заданных в полях ввода <Мин. Z > и <Макс. Z >.

По окончании процесса поиска оптимального решения с автоматическим масштабированием отображается профиль получившегося источника магнитного поля, рис. 6, а численные результаты синтеза выводятся в файл, который впоследствии можно просмотреть с помощью любого текстового редактора.

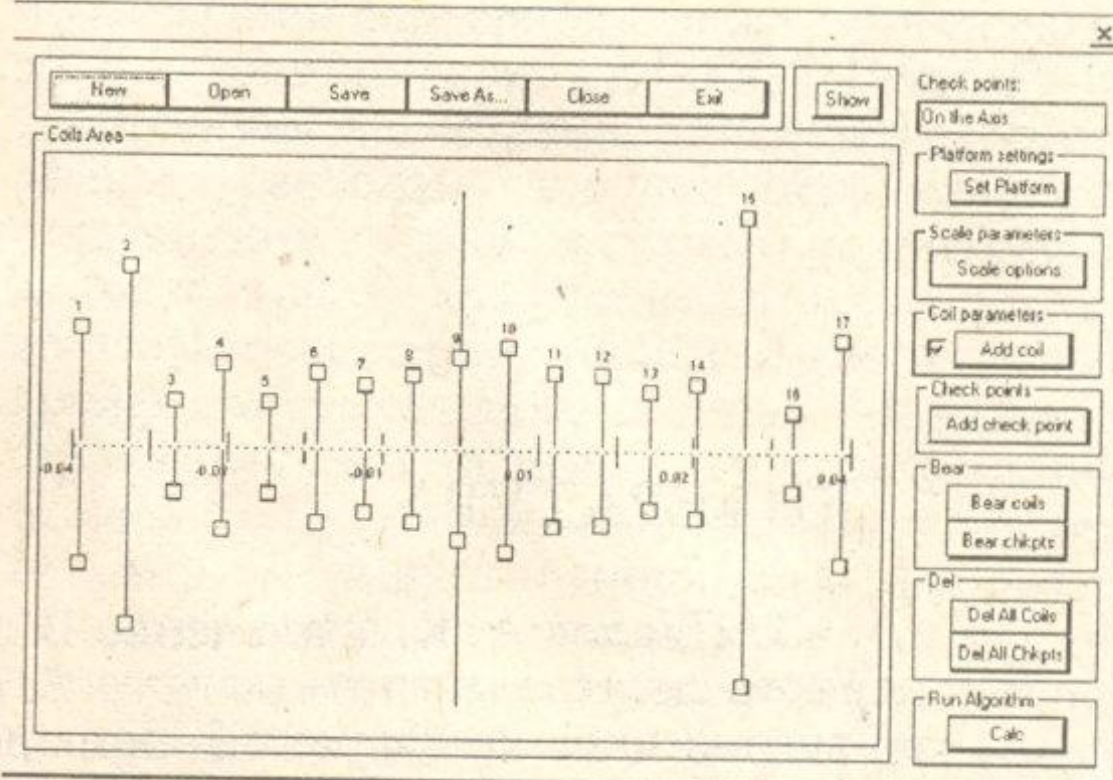


Рис. 6. Профиль источника, обеспечивающего требуемое распределение магнитного поля.

В целях иллюстрации возможностей работы комплекса при синтезе источника маг-

нитного поля с однородным распределением магнитного поля по оси, приводится численный пример синтеза, результаты которого приведены в таблице.

Синтезирован источник однородного магнитного поля с длиной рабочей зоны 0,8 м. В качестве начальной принята система из 17-ти прямоугольных контуров с током 0,2 А, состоящих из одного витка каждый. Поиск оптимального решения проводился одновременным варьированием длины, ширины и толщины обмоток контуров. В таблице приведены начальные ($H_{нач}$), требуемые (H_m) и, полученные в результате оптимизации значения напряженности ($H_{кон}$), магнитного поля для каждой второй контрольной точки. Максимальное абсолютное отклонение составило 2,8861 А/м, максимальное относительное отклонение - 1,4430%.

Таким образом, удалось синтезировать источник магнитного поля с длиной рабочей зоны, совпадающей с длиной самого источника, хотя обычно она составляет, при таком соотношении диаметра к длине, не более 30-40% длины указанного источника.

Заданные конфигурации можно сохранять в файлы (кнопки <Save> и <Save as>) и открывать ранее сохраненные конфигурации (кнопка <Open>) для последующего редактирования или поиска оптимального решения с другими параметрами алгоритма.

Комплекс может быть использован для синтеза датчиков линейных перемещений с линейным распределением магнитного поля вдоль оси катушки, при конструировании магнитных линз в электрооптике, индукторов магнитотерапевтических устройств в медицине, источников однородных магнитных полей в физике плазмы и т. д.

Таблица

Численный пример синтеза источника магнитного поля

Z_q	$H_{нач}$	H_m	$H_{кон}$
-0.0400	135.3512	200.0000	197.1600
-0.0380	146.0767	200.0000	202.8861
-0.0360	156.2061	200.0000	199.0736
-0.0340	165.5691	200.0000	197.5750
-0.0320	174.0656	200.0000	199.0391
-0.0300	181.6594	200.0000	200.9738
-0.0280	188.3634	200.0000	201.8435
-0.0260	194.2241	200.0000	201.5881
-0.0240	199.3071	200.0000	200.8775
-0.0220	203.6865	200.0000	200.3074
-0.0200	207.4369	200.0000	200.1137
-0.0180	210.6288	200.0000	200.2511
-0.0160	213.3261	200.0000	200.5484
-0.0140	215.5849	200.0000	200.8283
-0.0120	217.4530	200.0000	200.9816
-0.0100	218.9705	200.0000	201.0001
-0.0080	220.1701	200.0000	200.9604
-0.0060	221.0775	200.0000	200.9587
-0.0040	221.7121	200.0000	201.0344
-0.0020	222.0876	200.0000	201.1407
0.0000	222.2119	200.0000	201.1844
0.0020	222.0876	200.0000	201.0975
0.0040	221.7121	200.0000	200.8831
0.0060	221.0775	200.0000	200.6131
0.0080	220.1701	200.0000	200.3900
0.0100	218.9705	200.0000	200.3004
0.0120	217.4530	200.0000	200.3779
0.0140	215.5849	200.0000	200.5781
0.0160	213.3261	200.0000	200.7823
0.0180	210.6288	200.0000	200.8539
0.0200	207.4369	200.0000	200.7527
0.0220	203.6865	200.0000	200.6335
0.0240	199.3071	200.0000	200.7843
0.0260	194.2241	200.0000	201.3116
0.0280	188.3634	200.0000	201.7568
0.0300	181.6594	200.0000	201.2377
0.0320	174.0656	200.0000	199.4621
0.0340	165.5691	200.0000	197.7369
0.0360	156.2061	200.0000	198.7632
0.0380	146.0767	200.0000	202.7650
0.0400	135.3512	200.0000	197,2082

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А. К., Гальченко В. Я., Велигура А. В. Программный комплекс нелинейного синтеза магнитных устройств // Збірник матеріалів 5-ої Міжнародної науково-методичної конференції "Інформаційні технології навчання у вищих закладах освіти". Частина 2. - Суми: СумДУ, 2001. - С. 5-9.
2. Павлов А. К., Велигура А. В., Гальченко В. Я. Нелинейный синтез магнитных устройств подавления промышленных выбросов // Матеріали другої міжнародної конференції "Математичні моделі та інформаційні технології в соціально-економічних та екологічних системах" - Луганськ, 2001. - С. 149-151.

SYSTEM OF COMPUTER DESIGN OF MAGNETIC FIELD SOURCES WITH
PRESCRIBED PROPERTIES

A. Pavlov, V. Galchenko

An approach to the synthesis of magnetic field sources with prescribed properties, which is based on minimization of deviation of the generated field from a required one by selection of optimal geometry of source, is considered. The program which allows to set and to modify the initial configuration of magnetic field source and also allows to make the selection of optimal geometry of source by using methods of non-linear optimization is described. The results of the synthesis of magnetic field source with working area which has the same length as source are presented.

© Павлов А. К., Гальченко В. Я., 2001.

УДК 621.317.337

Измерение добротности колебательного
контура на основе метода биения частот

Голощапов С. С., к. т. н., доцент

Херсонский Государственный Технический Университет

Наведено технологію виміру добротності коливального контуру на основі методу биття частот. Розглянуто питання виміру добротності послідовного резонансного контуру на основі методу биття частот. Запропоновано структуру вимірювача, що забезпечує підвищення точності настроювання контуру в резонанс і виміру його добротності.

Для измерения добротности контуров и реактивных двухполюсников широко используются резонансные методы, как наиболее точные для измерения высоких уровней добротности: метод отношения напряжений, метод самовозбуждения, метод ударного возбуждения, метод расстройки частоты и метод измерения по ГОСТ 18986.19-76.

Метод отношения напряжений сложно использовать при измерении добротности нелинейных объектов (p - n переходов, катушек с ферромагнитными сердечниками), поскольку уровень высокочастотного напряжения в момент резонанса на объекте измерения не должен превышать десятков милливольт. Методы самовозбуждения и ударного возбуждения имеют ограниченный частотный диапазон и не могут быть использованы для измерения добротности высокочастотных радиокомпонентов, основанных на ис-

пользовании барьерной емкости p - n перехода. В методе измерения по ГОСТ 18986.19-76 отсутствуют недостатки, присущие рассмотренным методам, однако необходимость применения высокочастотного усилителя со значительным коэффициентом усиления обуславливает временной и температурный дрейф измерительного сигнала. Метод расстройки частоты в этом плане дает значительно более стабильные результаты, поскольку оперирует отношением амплитуд сигналов при расстройке и резонансе и, следовательно, его точность не зависит от степени дрейфа коэффициента высокочастотного усилителя.

Существенный недостаток данного метода - потеря информационной составляющей в амплитудном детекторе из-за нелинейности начального участка вольтамперной характеристики выпрямляющих диодов. Этот