

Ошибку V_p^n за счет измерения площади неподвижных объектов можно учесть, если отселектировать подвижные объекты от неподвижных методами, известными в технике обработки изображений.

Проведенный анализ источников ошибок и полученные расчетные соотношения позволяют оценить методические ошибки, сопровождающие процесс определения параметра подвижности популяции объектов по следовому методу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скибенко В. В. Телевизионный анализатор для измерения скорости перемещающихся объектов // Медтехника.— 1980.— № 3.
2. Скибенко В. В. Следовый метод и аппаратура для определения параметров подвижности микроорганизмов в процессе культивирования: Автореф. канд. дис.— М.: НИИ по БИХС, 1984.
3. Горелик С. Л., Кац Б. М., Киврин В. И. Телевизионные измерительные системы.— М.: Связь, 1980.

Поступило в редакцию 14 августа 1984 г.

УДК 621.375.826

А. М. БАДАЛЯН, В. И. КОВАЛЕВСКИЙ, Г. И. СМИРНОВ, Д. А. ПАПИРО

(Новосибирск)

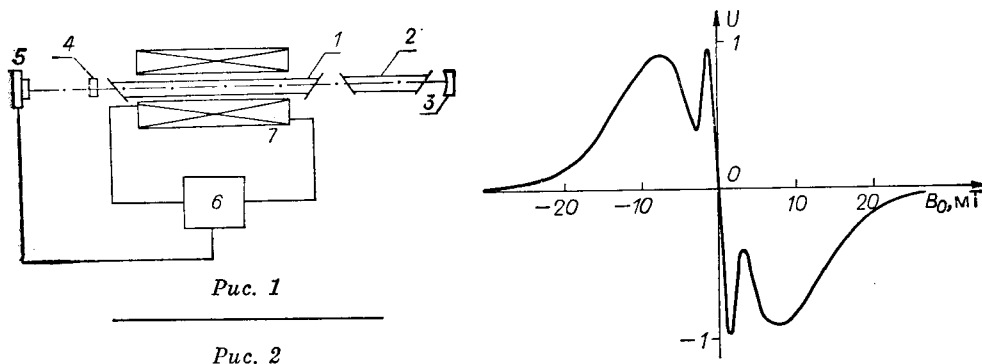
ИЗМЕРЕНИЯ ИНДУКЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ РЕЗОНАНСОВ

Для прецизионных измерений магнитной индукции однородных полей применяются обычно методы, использующие разные виды магнитного резонанса — резонансного поглощения электромагнитной энергии электронами или ядрами вещества в постоянном магнитном поле [1—3]. Методы связаны с применением в качестве детекторов магнитного поля образцов веществ, резонансное поглощение электромагнитной энергии в которых, в частности, существенно зависит от температуры образцов и подвержено сильным тепловым дрейфам. В основе описанного в данной работе способа измерения индукции магнитных полей лежит новое физическое явление: индуцирование сверхузких нелинейных магнитооптических резонансов поглощения лазерного излучения молекулярным газом [4, 5]. Как показано в [4], сверхузкие магнитооптические резонансы обусловлены наличием сверхтонкой структуры колебательно-вращательных переходов молекул, проявляющейся в условиях низкого давления газа. В этом случае зависимость поглощения лазерного излучения от аксиального магнитного поля имеет резонансную особенность с центром при нулевом поле. Ширина сверхузких магнитооптических резонансов определяется главным образом сверхтонким расщеплением молекулярных термов и весьма слабо зависит от давления и температуры газа. Это является отличительной чертой данного способа и позволяет значительно повысить точность регистрации магнитной индукции.

Рассматриваемый метод регистрации магнитной индукции заключается в том, что измеряемое магнитное поле компенсируется магнитным полем, создаваемым эталонным током, причем компенсация магнитных полей фиксируется путем получения магнитооптического резонанса при наложении взаимокомпенсирующих полей на ячейку с газом, нелинейно поглощающим направленное на него лазерное излучение. Точность настройки на центр резонансов нелинейного поглощения составляет примерно 10^{-3} — 10^{-4} от его ширины. Поэтому узость магнитооптического резонанса нелинейного поглощения характеризует высокую разрешающую способность измерения индукции магнитного поля, а абсолютная погрешность измерения практически не зависит от величины магнитной индукции.

При экспериментальной проверке данного метода был применен одночастотный гелий-неоновый лазер с метановой поглощающей ячейкой (длина волны излучения $\lambda = 3,39$ мкм). Экспериментальное устройство для измерения магнитной индукции указанным методом схематически изображено на рис. 1. Ячейка 1 длиной 1,5 м и диаметром 15 мм с поглощающим молекулярным газом (метан при давлении около $0,1$ Н/м²) помещалась внутри соленоида, создающего аксиальное магнитное поле. Последовательно с ячейкой в резонаторе лазера располагалась усиливающая гелий-неоновая трубка 2 длиной 1 м и диаметром 7 мм. Резонатор лазера образован плотными 3 и выходным 4 (с коэффициентом пропускания $\sim 10\%$) зеркалами. Лазерное излучение мощностью около 1 мВт регистрировалось фоторезистором 5 (ФСГ-223А2). Сигналы, поступающие с фоторезистора, и параметры тока соленоида контролировались измерительной системой 6 (например, автоматизированной системой обработки данных в стандарте КАМАК).

В качестве примера конкретного исполнения регистрирующей аппаратуры следует указать систему селективного усиления и синхронного детектирования пе-



ременной составляющей сигнала нелинейного поглощения в результате слабой модуляции магнитного поля, налагаемого на ячейку с газом, с одновременным усреднением измеряемой величины сигнала. Для этого ячейка с газом размещается внутри соленоида 7 с известными параметрами, по которому пропускается эталонный постоянный ток, слабо промодулированный по амплитуде. Величина и направление постоянной составляющей эталонного тока устанавливаются такими, чтобы магнитное поле, создаваемое соленоидом, компенсировало измеряемое магнитное поле. Степень компенсации полей контролируется электронной системой 6 по величине первой гармоники сигнала модуляции выходного излучения лазера, имеющей в зависимости от результирующего магнитного поля B острую резонансную особенность с центром при $B = 0$. Значение измеряемой индукции определяется по величине эталонного тока соленоида как результат усреднения большого количества единичных измерений силы тока.

На рис. 2 представлен график зависимости амплитуды первой гармоники сигнала модуляции U (т. е. первой производной от функции, описывающей контур магнитооптических резонансов) от величины результирующего магнитного поля в метане. Видно, что сверхузкий резонанс, представленный частью кривой в окрестности $B = 0$, имеет полуширину примерно 2 мТ. Это обуславливает возможность привязки к центру сверхузкого резонанса с чувствительностью до $2 \cdot 10^{-7}$ Т. Измеренные с помощью этой установки значения магнитной индукции менялись в интервале 0—200 мТ.

Предложенный метод измерения индукции магнитных полей может найти применение в электронной промышленности и физическом эксперименте, в частности, в лазерной спектроскопии высокого разрешения, в ускорителях, плазменных ловушках и других объектах сильноточной электроники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Ю. В., Студенцов Н. В., Хорев В. Н. и др. Средства измерения параметров магнитного поля.— Л.: Энергия, 1979.
2. Чечерников В. И. Магнитные измерения.— М.: Изд-во МГУ, 1969.
3. Жерновой А. И. Измерения магнитных полей методом нутации.— Л.: Энергия, 1979.
4. Бадалян А. М., Кобцев С. М., Ковалевский В. И. и др. Индуцирование узких нелинейных магнитооптических резонансов молекулярными столкновениями // Письма в ЖТФ.— 1983.— Т. 9, вып. 14.
5. Badalian A. M., Kovalevsky V. I., Rautian S. G. a. o. Nonlinear magneto-optical resonances induced by molecular collisions // Opt. Comm.— 1984.— V. 51, N 1.— P. 21.

Поступило в редакцию 21 октября 1986 г.

УДК 681.519.8

К. С. ПОЛУЛЯХ, А. А. РОМАНОВ, С. Н. ТЕРЕНТЬЕВ
(Харьков)

ОЦЕНИВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА МЕТОДАМИ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ

В автоматизированных системах научных исследований на базе мини- и микроЭВМ широкое применение находят методы спектрального анализа. Одним из распространенных является метод максимальной энтропии (ММЭ), позволяющий про-