

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМАХ СО СКРЕЩЕННЫМИ ПОЛЯМИ

Воловенко М. В., Зиньковский В. Н., Никитенко О. М.  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
м. Харків, 61166, Україна  
тел.: 057-702-1331, e-mail: nikon@kture.kharkov.ua

*Аннотация* — Рассмотрена возможность теоретического описания влияния колебаний различной природы на выходной спектр систем со скрещенными полями. Получено удовлетворительное совпадение теоретически полученных результатов с экспериментальными.

## I. Введение

При моделировании систем со скрещенными полями очень важным аспектом является изучение поведения составляющих выходного спектра. Поскольку во время работы таких систем возбуждаются и взаимодействуют между собой колебания различной природы: контурные (дисперсионные), колебания пространственного заряда, колебания ионного происхождения, то естественно ожидать их появление в выходном спектре.

Целью этой работы является изучение влияния колебаний различной природы на спектральный состав выходного сигнала.

## II. Основная часть

Взаимодействие между колебаниями, обусловленными разной природой, в системах со скрещенными полями рассматривались для каждого колебания отдельно из-за сложности теоретического описания взаимодействия между ними.

Здесь рассматриваются взаимодействия контурных колебаний, существующих в диапазоне частот от единиц до десятков гигагерц, колебаний пространственного заряда, существующих в диапазоне сотен мегагерц, колебаний ионного происхождения, существующих в диапазоне от единиц до десятков мегагерц.

Теоретическое изучение физических явлений в системах со скрещенными полями описывается системой уравнений Пуассона (Лапласа), движения и возбуждения. При этом учет влияния всех видов колебаний можно оценить, представив их в виде суммы взаимодействующих колебаний.

В общем виде потенциал колебаний ионного происхождения может быть изображен в виде  $A_i \cos \Omega t$ , причем амплитуда и частота таких колебаний зависит от природы, сорта и давления ионов остаточных газов в пространстве взаимодействия.

Потенциал колебаний пространственного заряда можно изобразить в виде  $A_{SC} \cos \omega t$ , причем амплитуда таких колебаний тоже опосредствованно зависит от природы, сорта и давления ионов остаточных газов в пространстве взаимодействия.

Потенциал контурных колебаний определяется из решения уравнений Гельмгольца и возбуждения.

При экспериментальном изучении выходного спектра в системах со скрещенными полями невозможно влиять на колебания различной природы по отдельности. Единственным явлением, которое можно экспериментально изучить являются колебания ионного происхождения. Регулировкой давления остаточных газов в системах со скрещенными полями

можно непосредственно изменять амплитуду и частоту ионных колебаний и наблюдать изменения, происходящие в выходном спектре.

Здесь мы рассмотрим результаты теоретического изучения взаимодействия колебаний различной природы.

На рис. 1 представлен выходной спектр системы, где отчетливо видно присутствие основного колебания и колебания пространственного заряда.

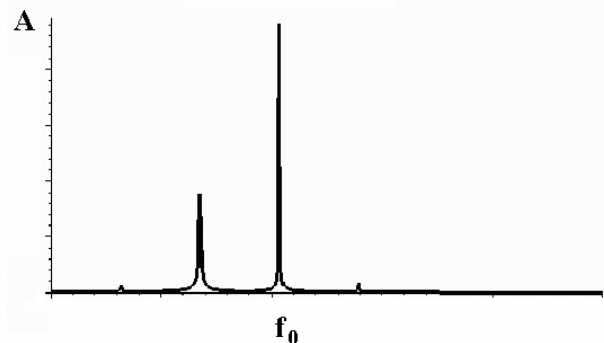


Рис. 1. Исходный спектр.

Fig. 1. Principal spectrum

Увеличение амплитуды колебаний, обусловленных ионами остаточных газов, пропорционально увеличению амплитуды этих колебаний в модели. В результате этого получен выходной спектр (см. рис. 2).

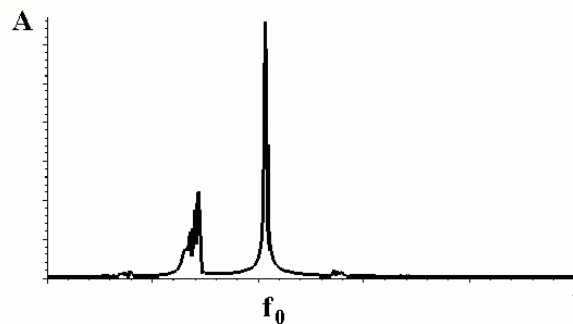


Рис. 2. Спектр взаимодействия ионных и контурных колебаний.

Fig. 2. Spectrum of interaction of ion oscillations and contour modes

На этом рисунке отчетливо видно уширение спектральных линий колебаний за счет взаимодействия колебаний ионного происхождения с колебаниями, существующими в системах со скрещенными полями. Это полностью согласуется с экспериментальными результатами.

Дальнейшее увеличение амплитуды ионных колебаний приводит к резкому обогащению выходного спектра, как показано на рис. 3.

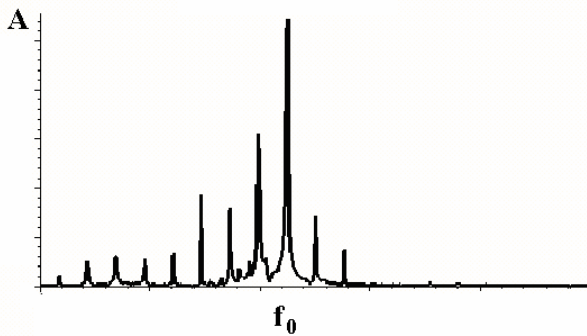


Рис. 3. Обогащение выходного спектра.

Fig. 3. Spectral dispersion

Такое обогащение спектра экспериментально наблюдалось при давлениях остаточных газов порядка  $10^{-4}$  мм.рт.ст.

Увеличение амплитуды ионных колебаний приводит к срыву контурных колебаний и установления режима хаотических колебаний, как показано на рис. 4.

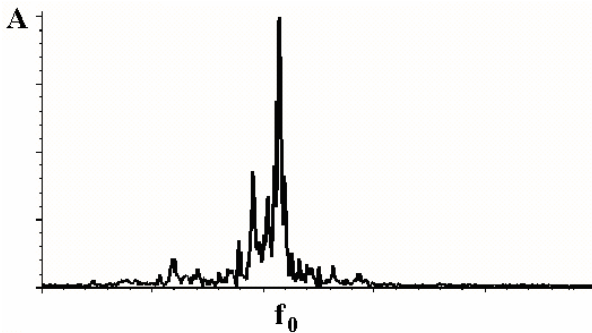


Рис. 4. Хаотические колебания.

Fig. 4. Chaotic oscillations

Хаотизация колебаний происходит из-за разрушения структуры электронного облака пространственного заряда пространственным зарядом положительно заряженных ионов остаточных газов. При этом исчезает фокусирующая роль электростатических полей в системах со скрещенными полями.

### III. Заключение

Показана возможность теоретического описания процессов взаимодействия колебаний различной

природы в системах со скрещенными полями. Сравнение теоретических результатов с результатами экспериментальных исследований дали удовлетворительное совпадение.

Таким образом, возможно моделирование взаимодействия колебаний разной природы в системах со скрещенными полями.

## OSCILLATIONS INTERACTION IN CROSS-FIELD SYSTEMS

Volovenko M. V., Zinkovski V. M., Nikitenko O. M.  
*Kharkiv National University of Radioelectronics*  
*Kharkiv, 61166, Ukraine*

Ph.: 057-702-1488, e-mail: nikon@kture.kharkov.ua

*Abstract* — Theoretical description of different nature of oscillations exciting in systems of cross fields and their influence on output spectrum was observed.

A reasonable agreement of experimental and theoretical results was deduced.

### I. Introduction

A very important aspect in the simulating of crossed-field systems is the research of behavior of components of output spectrum. During work operation of such systems the oscillations of different nature were excited and interacted.

The aim of this article is an investigation of oscillations of different nature and their influence on components of output spectrum.

### II. Main Part

The theoretical research of physical phenomenon in the systems of cross field is described by a set of equations of Poisson (Laplace), by motion and excitation equations.

Generally the potential of ion oscillation is represented as  $A_i \cos \Omega t$ , the magnitude and the frequency of such oscillations depend on the pressure and the sort of trace gases in the interaction region.

The potential of oscillations of spatial charge is represented as  $A_{SC} \cos \omega t$ , the magnitude and the frequency of such oscillations indirectly depend on pressure and sort of trace gases.

The potential of contour modes is deduced from the reduced wave equation and the excitation equations.

### III. Conclusion

The possibility of theoretical investigation of the interaction processes of oscillations of different nature in systems of cross fields is shown. A reasonable agreement of experimental and theoretical results was deduced.

Thus it is possible to simulate the interaction of oscillations of different nature in the crossed-field systems.