

Abstract

The article is dedicated to the basic characteristics of the probabilistic form of information representation, which allows to use it as a noise combating code. The basis of the principle is reiteration. The greater the number of statistical tests, the higher is the accuracy. In the case of application of the rule for coding the noise-immunity is also higher. However, the increase of the number of elements of the statistical series leads to an inappropriate usage of this method, because of the significant reduction of the stacking velocity coefficient. This disadvantage can be solved with the suggested method, the essence of which is to use the same pseudorandom sequences at secondary probabilistic transformation of taken sequences. This method is based on the relation of the probabilistic form of information representation and of the distribution function of an ancillary random signal used in the conversion process. The advantages of a probabilistic form of information representation allow us to solve the problem of noise-immunity improvement of the transmitted information, using minimum hardware and software. The corresponding codes, which correct multiple errors, such as Berlekamp – Massey algorithm for Reed-Solomon code, require the solution of a larger number of nested loops of the iterative process of roots evaluation in equations. The suggested method can be applied in CDMA technology

Keywords: probability, probabilistic form, noise-immunity, Reed-Solomon code, international telegraph code-3, stacking velocity coefficient, error syndrome, Berklemp-Massey algorithm

У даній статті представлені дослідження з визначення параметрів Н-секторіальними рупорної антени для передпосівної обробки насіння електромагнітним випромінюванням КВЧ діапазону

Ключові слова: передпосівна обробка насіння, електромагнітне випромінювання, крайвисокочастотний діапазон, Н-секторіально рупорна антена

В данной статье представлены исследования по определению параметров Н-секториальной рупорной антенны для предпосевной обработки семян электромагнитным излучением КВЧ диапазона

Ключевые слова: предпосевная обработка семян, электромагнитное излучение, крайневысокочастотный диапазон, Н-секториальная рупорная антенна

УДК 621.315

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

А.А. Оленюк

Аспирант

Кафедра технотроники и теоретической электротехники

Харьковский национальный технический университет

сельского хозяйства им. П. Василенко

ул. Артёма, 44, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 712-42-32

E-mail: kosnatgen@ukr.net

1. Введение

Исследования по воздействию электромагнитного поля КВЧ диапазона на семена культурных растений показывают, что они могут стимулировать рост и развитие растений [1]. Для промышленных целей, связанных с предпосевной обработкой семян в непрерывном потоке, необходимы установки с излучателем электромагнитной энергии в свободном пространстве. Излучатель электромагнитной энергии должен сформировать необходимую диаграмму направленности и обеспечить достаточный уровень плотности потока мощности на зерне при движении конвейерной ленты со скоростью 10...15 м/с.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В настоящее время в КВЧ диапазоне длин волн широко применяются различные типы антенн: волноводно-щелевые, антенны поверхностных волн, рупорные и др. [2]. Общим недостатком существующих антенн является их узкополосность и отклонение диаграммы направленности в пространстве при перестройки частоты генератора.

Создать широкополосную антенну возможно на основе Н-секториального рупора, для определения параметров которого необходимы теоретические исследования.

3. Цель и задачи исследования

Целью настоящей статьи являются теоретические исследования по определению параметров Н-секториальной рупорной антенны для предпосевной обработки семян в непрерывном потоке.

4. Основная часть

Для определения напряженности электрического поля Н-секториального рупора в дальней зоне $E_E(\theta_E)$ сначала рассмотрим плоскость yOz (рис. 1).

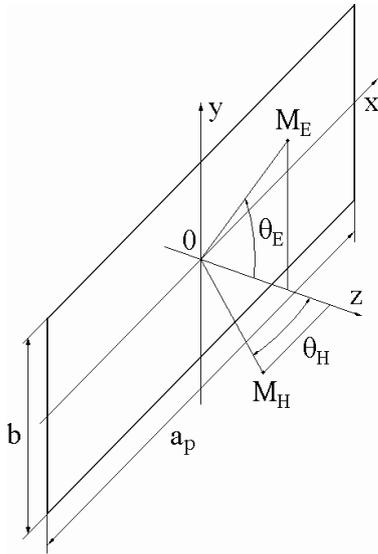


Рис. 1. Излучающий раскрыв Н-секториального рупора

Считаем, что значение напряженности поля одиночного излучателя Гюйгенса в дальней зоне нам известно [3], поэтому для расчета поля раскрыва в этой же зоне представим его заполненным непрерывно расположенными излучателями Гюйгенса, амплитуда, фаза и направление токов которых одинаковы.

Таким образом, для расчета функции направленности системы идентичных и одинаково ориентированных излучателей необходимо функцию направленности одного излучателя $E_\Gamma(\theta_E)$ умножить на функцию направленности системы излучателей $E_{CT}(\theta_E)$, рассматриваемых как ненаправленные [4].

$$E_E(\theta_E) = E_\Gamma(\theta) E_{CT}(\theta_E). \quad (1)$$

Величину $E_\Gamma(\theta_E)$ найдем, используя выражение

$$E_y(\rho, \phi) = E_0 \cos\left(\frac{\pi x}{a_p}\right) \exp\left[-i \frac{\pi x^2}{\lambda R_H}\right] \quad (2)$$

и обратное преобразование Фурье, где ρ, ϕ – параметры цилиндрической системы координат; R_H – длина на секториальном рупоре; λ – длина волны. Тогда соотношение (1) примет вид:

$$\begin{aligned} E_E(\theta_E) &= E_\Gamma(\theta_E) \int_{-a_p/2}^{a_p/2} \int_{-b/2}^{b/2} E_0 \cos\left(\frac{\pi x}{a_p}\right) \exp\left[-i \frac{\pi x^2}{\lambda R_H}\right] \exp(iky \sin \theta_E) dx dy = \\ &= E_\Gamma(\theta_E) \int_{-a_p/2}^{a_p/2} E_0 \cos\left(\frac{\pi x}{a_p}\right) \exp\left[-i \frac{\pi x^2}{\lambda R_H}\right] dx \int_{-b/2}^{b/2} \exp(iky \sin \theta_E) dy \quad (3) \end{aligned}$$

После вычисления второго интеграла в (3) получим

$$E_E(\theta_E) = E_0 E_\Gamma(\theta_E) K_1 b \frac{\sin\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta_E\right)}{\frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta_E}, \quad (4)$$

$$\text{где } K_1 = \int_{-a_p/2}^{a_p/2} \cos\left(\frac{\pi x}{a_p}\right) \exp\left[-i \frac{\pi x^2}{\lambda R_H}\right] dx.$$

Этот интеграл в случае рассматриваемого нами сечения yOz ($x=0$) равен a_p .

$$\text{При } \theta_E = 0^\circ \quad E_E^{\max}(0^\circ) = E_0 a_p b, \quad E(0^\circ) = 1.$$

После нормировки ($F_E(\theta_E) = E_E(\theta_E) / E_E^{\max}(0^\circ)$) запишем в окончательном виде выражение, определяющее ДН-секториального рупора в плоскости yOz (см. рис. 1).

$$F_E(\theta_E) = F_\Gamma(\theta_E) \sin\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta_E\right) / \frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta_E, \quad (5)$$

где $F_\Gamma(\theta_E) = E_\Gamma(\theta_E) / E_\Gamma(0^\circ) = (1 + \cos \theta_E) / 2$ – нормированная ДН одиночного излучателя Гюйгенса в дальней зоне [4].

В качестве следующего шага проанализируем ДН Н-секториального рупора в плоскости xOz (см. рис. 1). В этом случае, по аналогии с тем, как мы делали выше, запишем выражение, определяющее напряженность электрического поля раскрыва в дальней зоне в плоскости вектора \vec{H} :

$$\begin{aligned} E_H(\theta_H) &= E(\theta_H) \int_{-a_p/2}^{a_p/2} \int_{-b/2}^{b/2} E_0 \cos\left(\frac{\pi x}{a_p}\right) \times \\ &\times \exp\left[-i \frac{\pi x^2}{\lambda R_H}\right] \exp(ikx \sin \theta_H) dx dy = \\ &= E_0 b E(\theta_H) \int_{-a_p/2}^{a_p/2} \cos\left(\frac{\pi x}{a_p}\right) \times \\ &\times \exp\left[-i \frac{\pi x^2}{\lambda R_H}\right] \exp(ikx \sin \theta_H) dx. \quad (6) \end{aligned}$$

Решение уравнения (6) было получено в следующем виде

$$\begin{aligned} E_H(\theta_H) &= E_0 b E(\theta_H) \frac{1}{2} \left\{ M \left[\left[C\left(\frac{\pi}{2} V_1^2\right) + C\left(\frac{\pi}{2} V_2^2\right) \right] - \right. \right. \\ &- i \left[S\left(\frac{\pi}{2} V_1^2\right) + S\left(\frac{\pi}{2} V_2^2\right) \right] \left. \right] + \\ &+ N \left[\left[C\left(\frac{\pi}{2} W_1^2\right) + C\left(\frac{\pi}{2} W_2^2\right) \right] - i \left[S\left(\frac{\pi}{2} W_1^2\right) + S\left(\frac{\pi}{2} W_2^2\right) \right] \right] \left. \right\}, \quad (7) \end{aligned}$$

где $M = \frac{\sqrt{\lambda R_H}}{\sqrt{2}} \exp \left[i \frac{\pi \lambda R_H}{4} \left(\frac{1}{a_p} + \frac{2 \sin \theta_H}{\lambda} \right)^2 \right];$

$$V_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a_p}{\sqrt{\lambda R_H}} - \sqrt{\lambda R_H} \left(\frac{1}{a_p} + \frac{2 \sin \theta_H}{\lambda} \right) \right];$$

$$V_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a_p}{\sqrt{\lambda R_H}} + \sqrt{\lambda R_H} \left(\frac{1}{a_p} + \frac{2 \sin \theta_H}{\lambda} \right) \right];$$

$$C \left(\frac{\pi}{2} z^2 \right) = \int_0^z \cos \left(\frac{\pi}{2} t^2 \right) dt, \quad S \left(\frac{\pi}{2} z^2 \right) = \int_0^z \sin \left(\frac{\pi}{2} t^2 \right) dt;$$

$$N = \frac{\sqrt{\lambda R_H}}{\sqrt{2}} \exp \left[i \frac{\pi \lambda R_H}{4} \left(\frac{1}{a_p} - \frac{2 \sin \theta_H}{\lambda} \right)^2 \right];$$

$$W_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a_p}{\sqrt{\lambda R_H}} + \sqrt{\lambda R_H} \left(\frac{1}{a_p} - \frac{2 \sin \theta_H}{\lambda} \right) \right];$$

$$W_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a_p}{\sqrt{\lambda R_H}} - \sqrt{\lambda R_H} \left(\frac{1}{a_p} - \frac{2 \sin \theta_H}{\lambda} \right) \right].$$

Соотношение, определяющее ДН Н-секториально-го рупора в плоскости xOz , имеет вид:

$$F_H(\theta_H) = \frac{|E_H(\theta_H)|}{E_H^{\max}(0^\circ)}. \tag{8}$$

Здесь, как и выше,

$F(\theta_H) = E(\theta_H)/E(0^\circ) = (1 + \cos \theta_H)/2$ – нормированная ДН одиночного излучателя Гюйгенса в дальней зоне [4].

Численные расчёты ДН Н-секториального рупора для плоскости xOz на расстоянии 1200 мм от плоскости транспортёра показывают, что раскрыв рупора, равный 20 мм, обеспечивает ширину ДН 420 мм на уровне половинной мощности (-3Дб). В плоскости yOz рупор имеет постоянный раскрыв, равный узкой стороне прямоугольного волновода четырехмиллиметрового диапазона длин волн ($b = 1,8$ мм). Для расчёта ДН воспользуемся соотношением (5).

Расчёты показали, что при расстоянии до плоскости наблюдения, равном 1200 мм, ширина ДН по уровню половинной мощности (-3 дБ) вдоль направления движения транспортера составляет 2540 мм.

5. Выводы

Для предпосевной обработки семян сахарной свеклы в непрерывном потоке электромагнитным излучением с частотой 72...76 ГГц следует использовать Н-секториальный рупорный излучатель с параметрами: ширина раскрыва $a_p = 20$ мм; длина рупора $R_H = 35$ мм; $b = 1,8$ мм.

Литература

1. Мікрохвильові технології в народному господарстві. Втілення. Проблеми. Перспективи: [Зб. наук. пр. / ред. акад. МАІ Калінін Л. Г.]. – Київ-Одеса, 2002. – Вып. 4. – 220 с.
2. Хажен, Р. Сканирующие антенные системы СВЧ [Текст] / Р. Хансен: пер. с англ. под ред. Г. Т. Маркова. – М.: Сов. радио, 1966. – 356 с.
3. Янке, Е. Специальные функции (Формулы, графики, таблицы): пер. с нем. под ред. Л. И. Седова [Текст] / Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. – М.: Наука, 1964. – 344 с.
4. Шубарин, Ю. В. Антенны сверхвысоких частот [Текст] / Ю. В. Шубарин. – Харьков: Изд-во ХГУ, 1960. – 284 с.

Abstract

Pre-treatment of seeds by microwave electromagnetic radiation in a continuous flow requires an antenna system with a broad pattern in the plane H.

Despite numerous studies on calculations of horn antennas' attributes, insufficient attention was paid to calculation of the parameters of the H-sectorial antennas. This paper presents the problem solving by amplitude distribution of near- and far-field emitter based on Huygens' principle and Kirgof's laws whereby the method of wave optics.

Obtained expressions for the amplitude distribution of H-sectorial horn antenna allow to calculate and determine the appropriate pattern of the systems for pre-treatment of seeds in a continuous stream.

For example, in the frequency range of 72 ... 76 GHz the following antenna's parameters: the width of the aperture 20 mm, the length of the horn 35 mm width of the narrow part of the horn of 1...8 mm, the width of the radiation pattern in the E-plane 420 mm, the width of the radiation pattern in the plane H 2540 mm were determined

Keywords: *preseed treatment of seed; electromagnetic radiation; extreme high frequency range; megaphone aerial*