5. Nuttall, A. H. On the quadrature approximation to the Hilbert Transform of modulated signal A.H. [Текст] / A.H. Nuttall // Proceedings of the IEEE. – 1966. – No.54. – P. 1458–1459.
6. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов [Текст]: А.Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2007. – с. 751.
7. Бендат Дж. Прикладной анализ случайных данных [Текст]: Дж. Бендат, А. Пирсол : пер. с англ. под ред. И.Н. Коваленко. – М.: Мир, 1989. – с.540.
8. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение [Текст]: Б. Скляр : пер. с англ. Е.Г. Грозы. – М.: Изд. дом Вильямс, 2003. – с. 1104.
9. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов [Текст]: Р. Лайонс: пер. с англ. /А.А. Бриттов – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. – с. 656.
10. Частота дискретизации [Электронный ресурс] / Режим доступа : http://digitalaudio.me/mbasics/digitalsound/20-vvedenie-v-digitalaudio-part1.html 18.11.2012.
11. Спектры и анализ [Текст]: А. А. Харкевич. – М.: Либроком, 2007. – с. 89.
12. Обработка сигналов в радиотехнических системах [Текст]: Под ред. А.П. Локошкина. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. – с.400.
13. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи [Текст]: Ю.П. Акулиничев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – с. 240.

Abstract

Despite the large number of publications on digital signal processing in systems of different appointment, up to date, when choosing the sample frequency of recorded oscillations, their authors refer to the Nyquist's theorem (sampling theorem). This theorem is connected with the transform of the continuous signal in the sequence of its discrete values. It is assumed that the signal will be transmitted through the band-limited communication channel. However, until now the question of the impact of the frequency on the efficiency of the further digital processing remains open.

The article studies the influence of the sample frequency on the efficiency of the digital signal processing applying the method of simulation. The research was performed on the example of formation of the quadrature component of the analytical signal by means of Hilbert and Hilbert-Huang transforms. For the first time we have assessed the quality of the formation of the quadrature component, depending on the sample frequency at various signal/noise ratios. These results can be used in radio, radar, acoustic and seismic systems of different appointment

***Keywords**: analysis, sample, simulation, processing, transform, signal, requirements, frequency*

УДК 621.372.542

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ ЭМП ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

А.А. Оленюк
Аспирант
Кафедра технотроники и теоретической электротехники
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко
ул. Артёма, 44, г. Харьков, Украина, 61002
Контактный тел.: (057) 712-42-32
E-mail: kosnatgen@ukr.net

Проведено теоретичне обгрунтування частоти ЕМП для передпосівної обробки насіння цукрових буряків з метою підвищення врожайності її коренеплодів

Ключові слова: насіння цукрових буряків, частота ЕМП, передпосівна обробка насіння

Проведено теоретическое обоснование частоты ЭМП для предпосевной обработки семян сахарной свеклы с целью повышения урожайности её корнеплодов

Ключевые слова: семена сахарной свеклы, частота ЭМП, предпосевная обработка семян

1. Введение

В сельскохозяйственном производстве Украины сахарная свекла занимает стратегическое положение, так как сахар необходим не только для удовлетворения потребностей населения Украины, но и для экспорта.

Учитывая, что с 1990 года посевные площади уменьшились на 30...40%, а рентабельность выращивания до 17%, на Украине возникла проблема повышения урожайности и сахаристости корнеплодов сахарной свеклы [1].

Основным направлением по повышению урожайности и сахаристости корнеплодов сахарной свеклы является разработка новых технологий на основе применения электромагнитного поля (ЭМП). Главным достоинством электромагнитной технологии по предпосевной обработке семян сахарной свеклы низкоэнергетическим излучением КВЧ диапазона заключается в возможности улучшения их роста и развития за счёт мобилизации внутренних резервов самих семян без химических препаратов или методов генной инженерии [2].

2. Анализ предшествующих исследований

Традиционные пути повышения урожайности сахарной свеклы связаны с применением высокой агротехники, использованием удобрений, орошения, химических и биологических средств защиты, достижений генетики и биотехнологии. Реализовать в полной мере перечисленные средства для повышения урожайности и сахаристости корнеплодов сахарной свеклы в настоящее время в Украине не представляется возможным вследствие их трудоёмкости и энергоёмкости, сложности применения, экологической безопасности [3].

Одним из путей решения данной задачи является использование низкоэнергетического (информационного) ЭМП КВЧ диапазона. Однако желаемые изменения свойств биологических объектов могут быть получены только при оптимальном сочетании биотропных параметров воздействующего ЭМП (частота, плотность потока мощности, экспозиция, модуляция и др.).

Определение биотропных параметров связано с существенными трудностями из-за отсутствия теоретических работ, исследующих процесс взаимодействия низкоэнергетических ЭМП с семенами свеклы [3].

3. Цель статьи

Определить резонансную частоту ЭМП, которая повысит урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы через предпосевную обработку её семян электромагнитным излучением.

4. Изложение основного материала

Для определения резонансной частоты ЭМП внутри семян сахарной свеклы, рассмотрим шар радиусом a, заполненный однородной изотропной средой с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=\varepsilon_1+i\varepsilon_2, \varepsilon_1>1, \varepsilon_2\geq 0$.

Будем предполагать, что граничная поверхность семян свеклы отличается от сферической. Тогда в сферической системе координат R,θ,ϕ уравнение граничной поверхности биообъекта имеет вид

$$R = \frac{a}{1+\delta f(\theta,\phi)}, \tag{1}$$

где $0<\delta \ll 1$, $|f(\theta,\phi)|\leq 1$ - некоторое достаточное число раз дифференцируемая функция своих переменных (по крайней мере дважды дифференцируемая). Параметр δ характеризует отклонение граничной поверхности биообъекта от сферы радиуса a. Очевидно, что если $\delta=0$, то граничная поверхность биообъекта совпадает со сферой радиуса a.

Для рассмотрения задачи о собственных функциях и собственных значениях, введем новые независимые переменные $\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}$, связанные со сферическими координатами R,θ,ϕ по следующим формулам

$$\bar{R} = R\left(1+\delta f(\theta,\phi)\right), \bar{\theta}=\theta, \bar{\phi}=\phi. \tag{2}$$

В этих новых переменных уравнение граничной поверхности биообъекта трансформируется в уравнения для сферической поверхности $\bar{R}=a$.

Для определения собственных значений γ_n получим уравнения Гельмгольца в новых сферических координатах $\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}$.

Пусть $V(R,\theta,\phi)$ - собственная функция в переменных R,θ,ϕ. Тогда имеем

$$\begin{aligned} V(R,\theta,\phi) &= V\left(\bar{G}\left(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}\right),\bar{\theta},\bar{\phi}\right)=\bar{V}\left(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}\right)= \\ &=\bar{V}\left(G(R,\theta,\phi),\theta,\phi\right), \end{aligned} \tag{3}$$

где $\bar{G}\left(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}\right)=\dfrac{\bar{R}}{1+\delta f\left(\bar{0},\bar{\phi}\right)}$,

$G\left(R,\theta,\phi\right)=R\left(1+\delta f\left(0,\phi\right)\right)$.

Оператор Лапласа в переменных R,θ,ϕ имеет следующий вид

$$\Delta=\frac{\partial^2}{\partial R^2}+\frac{2}{R}\frac{\partial}{\partial R}+\frac{1}{R^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2}{\partial\phi^2}+\frac{1}{R^2}\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}+\frac{1}{R^2}\mathrm{ctg}\theta\frac{\partial}{\partial\theta}. \tag{4}$$

Подставляя частные производные в новых переменных $\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}$ из выражения (3) в уравнение(4), было получено выражение для оператора Лапласа в следующем виде

$$\begin{aligned} \Delta &=\left(1+2\delta f\right)\bar{\Delta}+\delta\left(\frac{1}{\bar{R}\sin^2\bar{\theta}}\frac{\partial^2 f}{\partial\bar{\phi}^2}+\frac{1}{\bar{R}}\frac{\partial^2 f}{\partial\bar{\theta}^2}+\frac{\mathrm{ctg}\theta}{\bar{R}}\frac{\partial f}{\partial\bar{\theta}}\right)\frac{\partial}{\partial\bar{R}}+ \\ &+\frac{\delta}{\bar{R}}\frac{\partial f}{\partial\bar{\theta}}\frac{\partial^2}{\partial\bar{R}\partial\bar{\theta}}. \end{aligned} \tag{5}$$

При получении (5) члены порядка δ^2 не учитывались. Через $\bar{\Delta}$ обозначен оператор Лапласа в переменных $\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}$. С учетом (5), требуется определить значения параметра γ_n, при которых существуют нетривиальные решения V_n уравнений Гельмгольца

$$\bar{\Delta}\bar{V}_n+k^2\gamma_n\left(1-\delta f\right)\bar{V}_n+\delta L\left(\bar{V}_n\right)=0, \quad \bar{R}<a \tag{6}$$

$$\bar{\Delta}\bar{V}_n+k^2\left(1-\delta f\right)\bar{V}_n+\delta L\left(\bar{V}_n\right)=0, \quad \bar{R}>a \tag{7}$$

удовлетворяющие условиям сопряжения при $\bar{R}=a$

$$\bar{V}_n^-=\bar{V}_n^+, \quad \frac{\partial\bar{V}^-}{\partial\bar{R}}=\frac{\partial\bar{V}^+}{\partial\bar{R}}. \tag{8}$$

Здесь $L(\ldots)$ линейный дифференциальный оператор

$$L(\bar{V}_n)=\frac{\partial \bar{V}_n}{\partial \bar{R}}F_1(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi})+\frac{\partial^2 \bar{V}_n}{\partial \bar{R}\,\partial \bar{\theta}}F_2(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}), \quad (9)$$

$$F_1(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi})=\frac{1}{\bar{R}\sin^2\bar{\theta}}\frac{\partial^2 f}{\partial \bar{\phi}^2}+\frac{\mathrm{ctg}\bar{\theta}}{\bar{R}}\frac{\partial f}{\partial \bar{\theta}}+\frac{1}{\bar{R}}\frac{\partial^2 f}{\partial \bar{\theta}^2}, \quad (10)$$

$$F_2(\bar{R},\bar{\theta},\bar{\phi}) = \frac{1}{\bar{R}}\frac{\partial f}{\partial \bar{\theta}}. \quad (11)$$

В условиях (6), (7) малым параметром является $\delta << 1$. В соответствии с методом возмущений [2], решение задачи (6) – (11) искалось в виде рядов по степеням малого параметра δ

$$\bar{V}_n = V_{0n} + \delta V_{1n} + \delta^2 V_{2n} + \ldots, \quad (12)$$

$$\gamma_n = \gamma_{0n} + \delta\gamma_{1n} + \delta^2\gamma_{2n} + \ldots, \quad (13)$$

Подставляя (12) и (13) в (16) – (11), получаем серию уравнений для определения коэффициентов рядов (12) и (13). В дальнейшем, ограничиваясь двумя членами рядов, была получена система уравнений

$$\bar{\Delta} V_{0n} + k^2\gamma_{0n}V_{0n} = 0,$$

$$\bar{R} < a, \quad (14)$$

$$\bar{\Delta} V_{1n} + k^2\gamma_{0n}V_{1n} = k^2 V_{0n}(f\gamma_{0n} - \gamma_{1n}) - L(V_{0n}),$$

$$\bar{\Delta} V_{0n} + k^2 V_{0n} = 0,$$

$$\bar{R} > a, \quad (15)$$

$$\bar{\Delta} V_{1n} + k^2 V_{1n} = -k^2 f V_{0n} + L(V_{0n}),$$

$$V^+_{0n} = V^-_{0n}, \quad \frac{\partial V^+_{0n}}{\partial \bar{R}} = \frac{\partial V^-_{0n}}{\partial \bar{R}},$$

$$\bar{R} = a, \quad (16)$$

$$V^+_{1n} = V^-_{1n}, \quad \frac{\partial V^+_{1n}}{\partial \bar{R}} = \frac{\partial V^-_{1n}}{\partial \bar{R}}.$$

Собственные функции V_{0n} и собственные значения γ_{0n} определяются по формулам:

$$V_{0n}(R,\theta,\phi)=\begin{cases} J_{q+\frac{1}{2}}\left(kR\sqrt{\gamma_n}\right)P_q^m(\cos\theta)e^{im\phi}, R<a \\ \dfrac{J_{q+\frac{1}{2}}\left(ka\sqrt{\gamma_n}\right)}{H^{(1)}_{q+\frac{1}{2}}(ka)}H^{(1)}_{q+\frac{1}{2}}(kR)P_q^m(\cos\theta)e^{im\phi}, R>a \end{cases}, \quad (17)$$

$$\sqrt{\gamma_{0n}} = \frac{\pi\left(n+\frac{1}{2}\right)}{ka}\left[1-\frac{ika}{\pi^2\left(n+\frac{1}{2}\right)^2}\right]. \quad (18)$$

После ряда преобразований было получено выражение собственных значений γ_n для семян с нерегулярной граничной поверхностью

$$\gamma_n = \gamma_{0n}\cdot\left(1+\frac{\delta}{4\pi}\int_0^{2\pi}d\bar{\phi}\int_0^{\pi}f(\bar{\theta},\bar{\phi})\sin\bar{\theta}\,d\bar{\theta}\right). \quad (19)$$

В качестве функции $f(\bar{\theta},\bar{\phi})$, моделирующей отклонение граничной поверхности биообъекта от сферической формы, была выбрана следующая функция

$$f(\bar{\theta},\bar{\phi}) = \sin^2 q_1\bar{\theta}\,\sin^2 q_2\bar{\phi}, \quad (20)$$

где $q_1 q_2$ - целые числа.

С помощью выражений (18), (19) и (20) было получено уравнение для определения резонансных значений частотного параметра ka

$$ka=\frac{\pi\left(n+\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\varepsilon}\left(1-\frac{\delta}{4\pi}\int_0^{2\pi}d\bar{\phi}\int_0^{\pi}f(\bar{\theta},\bar{\phi})\sin\bar{\theta}d\bar{\theta}\right)+\frac{i}{\pi\left(n+\frac{1}{2}\right)}}, \quad (21)$$

где $n = 0,1,2,\ldots$.

Из (21) было получено следующее уравнение для резонансной частоты семян сахарной свеклы

$$f_{рез} = \frac{C\,1.5\sqrt{\varepsilon}\left[1-\frac{\delta q_1^2}{2(2q_1^2-1)}\right]}{2a\left[\varepsilon\left(1-\frac{\delta q_1^2}{2(2q_1^2-1)}\right)^2+\frac{1}{\pi^2\,2.25}\right]}, \quad (22)$$

где C - скорость света в семенах; n=1.

С помощью (22) были произведены расчеты резонансной частоты как функции диэлектрической проницаемости биообъекта при различных значениях параметра δ, характеризующего отклонения граничной поверхности биообъекта от сферической.

Численные расчёты показали, что при характерных размерах биообъекта растениеводства (семена свеклы) $a \cong 2$ мм и диэлектрической проницаемости, изменяемой в области $2.5 \le \varepsilon \le 2.6$, резонансные частоты лежат в диапазоне 73Ггц $< f_{рез} <$ 75,0Ггц. В этом случае электрическое поле внутри биообъекта резко возрастает, а его амплитуда практически равномерно распределена по объему семян.

5. Выводы

Выражение (15) позволяет выбрать диапазон частот, где при заданной диэлектрической проницаемости семян, возможно наиболее эффективное взаимодействие поля излучения с семенами, имеющих нерегулярную форму граничной поверхности.

Литература

1. Нестер, С. Вредители и болезни сахарной свеклы [Текст] / С Нестер // «Настоящий хозяин». Ежемесячный агрожурнал. – 2005. - №10 – С. 13-22.
2. Черенков, А. Д. Применение информационных электромагнитных полей в технологических процессах сельского хозяйства [Текст] / Черенков А. Д., Косулина Н. Г. // Светотехника та электроэнергетика. – 2005. - №5 – С. 77-80.
3. Жукова, П. С. Регуляторы роста и гербициды [Текст] / П. С. Жукова // «Урожай». – 1990. – С. 165.
4. Анго А. Математика для электро- и радиоинженеров [Текст] / А. Анго. – М.: Наука, 1965. – 778 с.

Abstract

In this paper a mathematical model was developed to describe the process ofdiffraction of monochromatic electromagnetic radiation on bio sugar beet seeds. Radiation was modelled by dielectric body with a spherical boundary-dimensional surface exposed to small perturbations overload. The analysis of model is based on two methods - generalized method of oscillations and perturbation method.

By theoretical studies the characteristic equation was obtained for determining the frequency of the exciting electromagnetic wave in which the amplitude of the electric field within the sugar beet seed takes on the maximum value.

The calculated value of the resonance frequency of EMF for sugar beet seed allows along with other parameters of the EMF to increase yields of sugar beet through presowing its seeds

***Keywords**: sugar beet seeds, frequency EMF, seed dressing*

УДК 006.91:621.385.833.28

ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДОВИХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПРИ КАЛІБРУВАННІ РАСТРОВИХ ЕЛЕКТРОННИХ НАНОСКОПІВ

А.С. Шантир
Аспірант
Кафедра автоматизації експериментальних досліджень
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
Контактний тел.: 050-837-39-59
E-mail: anton.shantyr@gmail.com

В статті проведено аналіз основних складових невизначеності при калібруванні растрових електронних наноскопів в нанометровому діапазоні вимірювання та визначено шляхи підвищення точності калібрування, побудови альтернативних стандартних зразків з меншою невизначеність нормованих параметрів

Ключові слова: растровий електронний наноскоп, калібрування, невизначеність

В статье проведен анализ основных составляющих неопределенности при калибровке растровых электронных наноскопов в нанометровом диапазоне измерения и определены пути повышения точности калибровки, построения альтернативных стандартных образцов с меньшей неопределенностью нормируемых параметров

Ключевые слова: растровый электронный наноскоп, калибровка, неопределенность

1. Вступ

На сьогодні сотні компаній в різних країнах ведуть дослідження у галузі нанотехнологій, використовують або створюють нанопродукти.

Серед них Intel, IBM, Hewlett-Packard, General-Electric, Motorola, Sony, Siemens, Xerox;такі компанії, як NEC, MitsubishiElectric активно інвестують в нанотехнологічні стартапи. Важливою задачею нанотехнологій, зокрема в галузі наноелектроніки, є розробка інтегральних схем з нанометровими технологічними розмірами і продуктів на основі наноелектронної елементної бази. Для прикладу, в найближчому майбутньому довжина затвору транзистора наблизиться до 14 nm, що робить очевидним проблеми пов’язані з забезпеченням певного рівня точності [1, 2] – якість нанопродукції залежить від точності вимірювання характеристик елементів розміри яких відповідають граничним технологічним можливостям.