

УДК 632.935.4

И.А. Сосимова

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П. Василенко, Харьков

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭМБРИОНАХ ЖИВОТНЫХ

Определены параметры электромагнитных полей (ЭМП) для воздействия на эмбрионы животных с целью повышения продуктивности животных. Рассмотрен процесс взаимодействия информационных ЭМП с эмбрионами, с учётом их морфологического строения и электрофизических свойств, так и системами для численной оценки биотропных параметров ЭМП.

**Ключевые слова:** животные, эмбрионы, электромагнитные поля, информация, биологические объекты.

### Введение

**Постановка проблемы.** Научные исследования последних лет, показывают, что для повышения продуктивности животных можно применять информационные электромагнитные поля (ЭМП) мм диапазона. В основе информационного влияния ЭМП на биологические объекты животноводства лежат резонансные явления, степень проявления которых зависит от молекулярной организации объекта и условий его облучения. При этом электромагнитное излучение может служить как в качестве первичного сигнала, запускающего внутренние регуляторные механизмы биологического объекта, так и в качестве непосредственного регулятора метаболических процессов, протекающих в биологическом объекте.

Определение биотропных параметров ЭМП для воздействия на эмбрионы животных связано как с теоретическими работами, исследующих процесс взаимодействия информационных ЭМП с эмбрионами, с учётом их морфологического строения и электрофизических свойств, так и системами для численной оценки биотропных параметров ЭМП.

Отсутствие теоретических работ по определению параметров ЭМП для воздействия на эмбрионы животных делает проблематичной постановку вопроса о повышении продуктивности животных электромагнитным излучением.

**Анализ предшествующих исследований.** Проведенный анализ большого числа работ отечественных и зарубежных исследователей показывает, что в них отсутствует разработка методических принципов изучения влияния информационных ЭМП на метаболические процессы в микробиологических объектах животноводства, нет теоретического обоснования по определению численных значений биотропных параметров ЭМП [1 – 4].

**Формирование целей статьи.** Целью настоящей статьи является теоретическое обоснование частоты ЭМП для облучения эмбрионов животных.

### Основная часть

Для определения диапазона изменений резонансной частоты ЭМП, которая может влиять на информационные процессы в эмбрионах животных, была решена задача о дифракции однородной плоской Е-поляризованной волны на слоистом диэлектрическом цилиндре радиусом  $a_1$  и высотой  $h$ , помещенной в планарный волновод с ДП ( $\epsilon$ ). Эмбрионы в этой модели представлены внутренним цилиндром радиусом  $a_2$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon_2$ . Культуральная среда в цилиндрической модели имеет диэлектрическую проницаемость (ДП)  $\epsilon_2$ .

Основной электродинамической величиной, характеризующей взаимодействия электромагнитного излучения с биологическим объектом (совокупность эмбрионов), является среднее значение напряженности электрического поля по области, занимаемой этим объектом. Единственную отличную от нуля компоненту напряженности электрического поля  $E_z$  можно представить в виде ряда по собственным функциям в области, содержащей биологический объект

$$E_z = \sum_{m=0}^{\infty} \cos m\varphi \sum_{p=1}^{\infty} B_{mp} I_m(\bar{k}\sqrt{\gamma_{mp}} r), \quad (1)$$

где  $B_{mp} = \frac{(1-\gamma_{mp})}{1-\epsilon_2} A_{mp}$ ;  $\gamma_{mp} \cong \left(\frac{v_{mp}}{\bar{k}a_2}\right)^2$ ;  $v_{mp}$  – корень

производной функции Бесселя  $I'_m(v_{mp}) = 0$ ;

$$A_{mp} = (1-\epsilon_1) 2\bar{T}_m / \left( \epsilon_2 - \gamma_{mp} \right) \bar{k} a_2 (\epsilon - \gamma_{mp}) \times \left[ \sqrt{\epsilon_1} I_m(\bar{k}\sqrt{\gamma_{mp}} a_2) I_{m+1}(k_1 a_2) - \sqrt{\gamma_{mp}} I_m(k_1 a_2) I_{m+1}(\bar{k}\sqrt{\gamma_{mp}} a_2) \right] \times \left[ \left( I'_m(\bar{k}\sqrt{\gamma_{mp}} a_2) \right)^2 + \left( 1 - \frac{m^2}{(\bar{k}a_2)^2 \gamma_{mp}} \right) I_m^2(\bar{k}\sqrt{\gamma_{mp}} a_2) \right];$$

$I_m(\dots)$ ,  $H_m(\dots)$  – цилиндрические функции Бесселя и Ханкеля первого рода;

$$k_1 = \bar{k}\sqrt{\varepsilon_1};$$

$$\bar{k} = \frac{2\pi f}{c} \left[ \varepsilon - \frac{2(\varepsilon-1)}{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2\pi f h}{c}\right)^2 (\varepsilon-1)}} \right]^{1/2};$$

$m = 0, 1, 2, \dots, p = 1, 2, \dots$

Тогда на основании (1) среднее значение напряжённости будет иметь вид:

$$E_z^{cp} = \frac{1}{\pi a_2^2} \int_0^{a_2} r dr \int_0^{2\pi} E_z d\varphi =$$

$$= \frac{1}{i\pi (\bar{k}a_2)^2 \bar{k}a_1} \sum_{p=1}^{\infty} \bar{B}_{0p} \gamma_{0p}^{-1/2} I_1(\bar{k}a_2 \sqrt{\gamma_{0p}}). \quad (2)$$

Здесь

$$\bar{B}_{0p} = A \frac{(1 - \gamma_{0p}) \left[ \sqrt{\varepsilon_1} I_0(\bar{k} \sqrt{\gamma_{0p}} a_2) I_1(k_1 a_2) - (\varepsilon_2 - \gamma_{0p})(\varepsilon_1 - \gamma_{0p}) \Delta_0 \left[ I_1^2(\bar{k} \sqrt{\gamma_{0p}} a_2) + \sqrt{\gamma_{0p}} I_0(k_1 a_2) I_1(\bar{k} \sqrt{\gamma_{0p}} a_2) \right] \right]}{(\varepsilon_2 - \gamma_{0p})(\varepsilon_1 - \gamma_{0p}) \Delta_0 \left[ I_1^2(\bar{k} \sqrt{\gamma_{0p}} a_2) + I_0^2(\bar{k} \sqrt{\gamma_{0p}} a_2) \right]}, \quad (3)$$

где  $\Delta_0 = I_0(k_1 a_1) H_1(\bar{k} a_1) - \sqrt{\varepsilon_1} I_1(k_1 a_1) H_0(\bar{k} a_1)$ ;

$A$  – амплитуда возбуждающей плоской волны.

Как следует из (2) и (3), зависимость среднего значения напряжённости от частоты возбуждающей волны может вести себя резонансным образом. Была проведена серия расчетов при следующих значениях параметров кюветы с эмбрионам:

$$a_1 = 10 \text{ [мм]}; \quad a_2 = 0,8 \text{ [мм]};$$

$$\varepsilon_{01} = 80; \quad \varepsilon_{\infty 1} = 5,2;$$

$$\tau_1 = 9,6 \cdot 10^{-12} \text{ [сек]}; \quad \sigma_1 = 2,43 \text{ [См/м]};$$

$$\varepsilon_{02} = 60; \quad \varepsilon_{\infty 2} = 4,2;$$

$$\tau_2 = 12,2 \cdot 10^{-12} \text{ [сек]}; \quad \sigma_2 = 0,54 \text{ [См/м]}.$$

На рис. 1 показана частотная зависимость квадрата модуля амплитуды электрической составляющей электромагнитного поля в среде эмбрионов на квадрат амплитуды электрической составляющей возбуждающей волны. Как следует из рис. 1, расчётное максимально значение амплитуды электрической составляющей электромагнитного поля в среде эмбрионов лежит в диапазоне частот 36...38 ГГц.

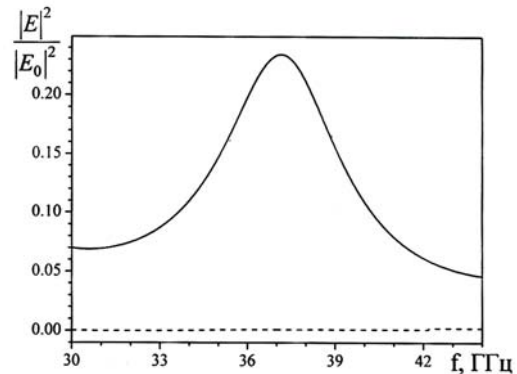


Рис. 1. Частотная зависимость квадрата модуля амплитуды электрического поля в среде эмбрионов на квадрат модуля амплитуды возбуждающей волны

### Список литературы

1. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н.Д. Девятков, М.Б. Голонт, О.В. Бескин. – М.: Радио и связь, 1991. – 169 с.
2. Эйди У.Р. Частотные и энергетические окна при воздействии слабых электромагнитных полей на живую ткань / У.Р. Эйди // ТИИЭР. – 1980. – Т. 68, № 1. – С. 128-147.
3. Применение низкоинтенсивных электромагнитных миллиметровых волн в медицине и биологии / Н.Д. Девятков, Ю.Л. Арзуманов, О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедев. – М.: ИПЭ РАН, 1995. – 8 с.
4. Webb S.I. Genetic continuity and metabolic regulation as seen by the effects of various microwave and black light frequencies on these phenomena / S.I. Webb // Ann. N. Acad. Seb. – 1975. – № 247. – P. 327-351.

Поступила в редколлегию 25.06.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Д. Черенков, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Харьков.

### ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ДЛЯ СТИМУЛІЦІЇ МЕТАБОЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕМБРІОНАХ ТВАРИН

І.А. Сосимова

Визначені параметри електромагнітних полів (ЕМП) для дії на ембріони тварин з метою підвищення продуктивності тварин. Розглянутий процес взаємодії інформаційних ЕМП з ембріонами, з урахуванням їх морфологічної будови і електрофізичних властивостей, так і системами для чисельної оцінки біотропних параметрів ЕМП.

**Ключові слова:** тварини, ембріони, електромагнітні поля, інформація, біологічні об'єкти.

### THEORETICAL DETERMINATION OF PARAMETERS ELECTROMAGNETIC FIELD FOR STIMULATION OF METABOLIC PROCESSES IN EMBRYOS OF ANIMALS

I.A. Sosimova

Parameters of electromagnetic field for influence on embryos of animals for the purpose to increase reproduction efficiency of animals are defined. The process of co-operation of informative EMF is considered with embryos, taking into account their morphological structure and electrophysics properties, so by the systems for the numerical estimation of biotrope parameters of EMF.

**Keywords.** animals, embryos, electromagnetic fields, information, biological objects.