



Сили И. И.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАДИОИМПУЛЬСОВ С КОЛОРАДСКИМИ ЖУКАМИ В РАСТИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ КАРТОФЕЛЯ

Решена задача по распределению радиоимпульсного излучения в растительной среде картофеля с колорадскими жуками, модель которой может быть представлена в форме параллелепипеда, заполненного изотропной диэлектрической средой с диэлектрической проницаемостью и проводимостью. Изучение распределения радиоимпульсного электромагнитного излучения в растительной среде с колорадскими жуками и их личинками позволит определить необходимые биотропные параметры энергоинформационного радиоимпульсного электромагнитного излучения для угнетения репродуктивной способности жуков и уничтожения их личинок.

Ключевые слова: радиоимпульсное излучение, колорадский жук, энергоинформационное излучение, биотропные параметры электромагнитного поля.

1. Введение

В сельскохозяйственном производстве Украины важное место занимает выращивание картофеля, который используется как для питания человека, так и для нужд промышленности [1]. Поэтому с повсеместным выращиванием картофеля возрастают и требования по защите его от насекомых-вредителей, которые влияют на качество и количество урожая. Самым опасным вредителем картофеля является колорадский жук. При средней численности от 20 до 40 личинок жуков на куст картофеля листья уничтожаются полностью, урожай снижается в 15–20 раз, либо совсем отсутствует [2]. Следовательно, для сохранения и повышения урожайности картофеля нужны не только химические средства уничтожения колорадских жуков, но и современные электрофизические методы [3].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

В настоящее время в Украине для уничтожения колорадского жука применяют только химические препараты: хлорофос, полихлорпиперин, полихлоркамфен, гамма-изомер, дилор, фталофос и другие [4]. Применение химических препаратов вызывает обеднение биоценоза, загрязнение биосферы, появление устойчивых к пестицидам вредителей, повышение плодovitости отдельных насекомых, хрущей и др. Химические препараты, попадая в организм человека через клубни картофеля, снижают иммунитет, поражают печень и другие органы, что приводит к разным заболеваниям, раннему старению [5].

Производство чистых продуктов питания, в том числе и картофеля, возможно только при полном отказе от применения ядохимикатов для уничтожения колорадского жука. Следовательно, для сохранения и повышения урожайности картофеля нужны другие подходы, основанные на применении информационно-энергетической электромагнитной технологии для уничтожения колорадского жука [6].

Установление биологической значимости информационных электрических и магнитных полей невозможно без разработки моделей и их математического описания [7].

Информационные электромагнитные поля характеризуются не только количественными параметрами, но и модуляционными. Должные подходы к таким сложным процессам могут быть достигнуты в результате теоретических работ [8]. Проследить за результатом действия информационных электромагнитных полей на биологические объекты на уровне биохимических реакций или биофизических структур невозможно без теоретических исследований их моделей [9]. Следует отметить, что действие сверхслабых (информационных) полей — это фундаментальная научная проблема, разрешаемая теоретическим и экспериментальным путем [10].

В то же время, проведенный анализ литературных источников показывает, что в них недостаточно изучен вопрос создания моделей и проведения теоретических исследований процессов, происходящих в среде с биологическими объектами [11–13].

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является процесс распределения напряженности электрического поля в растительной среде картофеля с колорадскими жуками.

Целью работы является получить выражения для расчета электрической напряженности радиоимпульсного излучения внутри растительного слоя картофеля с колорадскими жуками.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать модель взаимодействия радиоимпульсного электромагнитного излучения с растительной средой картофеля.
2. Нестационарные уравнения Максвелла свести к нестационарным волновым уравнениям.
3. С помощью преобразований Лапласа нестационарные волновые уравнения свести к уравнениям Гемгольца.

4. Общее решение уравнений Гемгольца получить методом разделения переменных.

4. Распределение напряженности радиоимпульсного излучения в растительной среде с колорадскими жуками

Будем предполагать, что слой растительной среды находится на поверхности земли. Обозначим через h — среднюю толщину слоя. С электродинамической точки зрения слой растительной среды будем считать изотропной диэлектрической средой с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ и удельной проводимостью σ . Введем декартовую систему координат xyz с осью z перпендикулярной поверхности земли (рис. 1). Плоскость $z=0$ совпадает с поверхностью земли. В плоскости $y=0$ находится источник радиоимпульсов, а в плоскости $y=L$ — металлический отражатель радиоимпульсов.

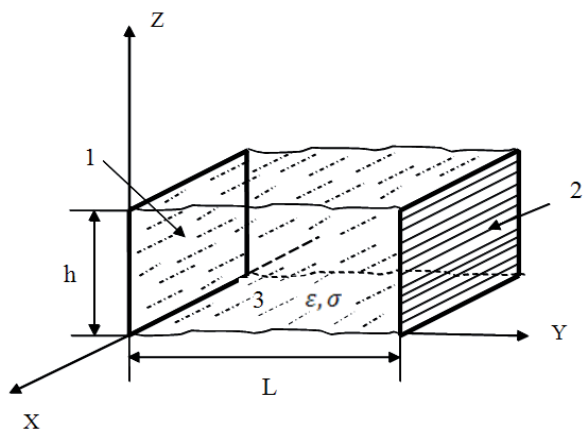


Рис. 1. Электродинамическая модель растительной среды картофеля с колорадскими жуками: 1 — излучающая апертура источника радиоимпульсов; 2 — отражатель радиоимпульсов; 3 — облучаемый участок

Предположим, что источник радиоимпульсов создает нестационарное электромагнитное поле с векторами напряженности электрического и магнитного полей, имеющих следующие компоненты относительно декартовой системы координат xyz :

$$\vec{E} = E_y \vec{e}_y + E_z \vec{e}_z, \quad \vec{H} = H_x \vec{e}_x, \tag{1}$$

где \vec{e}_x , \vec{e}_y и \vec{e}_z — единичные вектора.

Задача состоит в нахождении решения нестационарной системы уравнений Максвелла:

$$\text{rot} \vec{H} = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \bar{\sigma} \vec{E}, \tag{2}$$

$$\text{rot} \vec{E} = \mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}, \tag{3}$$

$$\text{div} \vec{H} = 0, \tag{4}$$

$$\text{div} \vec{E} = 0, \tag{5}$$

удовлетворяющие начальным условиям:

$$\vec{E}|_{t \leq 0} = 0, \quad \vec{H}|_{t \leq 0} = 0, \tag{6}$$

$$\frac{\partial E}{\partial t}|_{t \leq 0} = 0, \quad \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}|_{t \leq 0} = 0, \tag{7}$$

и краевым условиям:

$$E_z|_{t=0} = U(t), \quad E_z|_{t=L} = 0. \tag{8}$$

На границах раздела сред ($z=0$ и $z=h$) должны выполняться условия непрерывности тангенциальных компонент электрического и магнитного полей. Здесь ϵ_0 и μ_0 — диэлектрическая и магнитная проницаемости вакуума:

$$\bar{\epsilon} = \begin{cases} 1, & z > h, \\ \epsilon, & 0 < z < h, \\ \epsilon_1, & z < 0, \end{cases} \quad \bar{\sigma} = \begin{cases} 0, & z > h, \\ \sigma, & 0 < z < h, \\ \sigma_1, & z < 0, \end{cases}$$

где ϵ_1 и σ_1 — относительная диэлектрическая проницаемость и удельная проводимость почвы, на которой находится слой растительной среды.

Функция $U(t)$ имеет вид:

$$U(t) = E_0 \begin{cases} \sin \omega t, & 0 < t < \tau, \\ 0, & \tau < t < T, \end{cases} \tag{9}$$

где E_0 — максимальная амплитуда радиоимпульса, τ и T — длительность и период повторяемости радиоимпульса ($U(t+T) = U(t)$), $\omega = 2\pi f$, f — частота заполнения радиоимпульса.

Далее будем предполагать, что электромагнитное поле, возбуждаемое последовательностью радиоимпульсов (9) практически не зависит от координаты x (рис. 1). Такое предположение согласуется с распределением поля на излучающей апертуре источника радиоимпульсов.

Учитывая (1), представим уравнения (2)–(5) в скалярной форме:

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \frac{\partial E_y}{\partial t} + \bar{\sigma} E_y, \tag{10}$$

$$-\frac{\partial H_x}{\partial y} = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \frac{\partial E_z}{\partial t} + \bar{\sigma} E_z, \tag{11}$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} = -\mu_0 \frac{\partial H_x}{\partial t}, \tag{12}$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 0. \tag{13}$$

Из уравнений (10)–(13) можно исключить компоненту H_x и получить уравнения только для компонент напряженности электрического поля E_y и E_z . Действительно, продифференцируем уравнения (10) и (11) по временной переменной t :

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial H_x}{\partial t} \right) = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} + \bar{\sigma} \frac{\partial E_y}{\partial t}, \quad (14)$$

$$-\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial H_x}{\partial t} \right) = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} + \bar{\sigma} \frac{\partial E_z}{\partial t}. \quad (15)$$

Подставим в (14) и (15) выражение для $\partial H_x / \partial t$ из (12) получим:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} \right) = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} + \bar{\sigma} \mu_0 \frac{\partial E_y}{\partial t}, \quad (16)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) = \bar{\epsilon} \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} + \bar{\sigma} \mu_0 \frac{\partial E_z}{\partial t}. \quad (17)$$

Теперь достаточно воспользоваться уравнением (13). где
Тогда окончательно получаем:

$$\bar{\epsilon} \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} + \bar{\sigma} \mu_0 \frac{\partial E_y}{\partial t} - \Delta E_y = 0, \quad (18)$$

$$\bar{\epsilon} \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} + \bar{\sigma} \mu_0 \frac{\partial E_z}{\partial t} - \Delta E_z = 0, \quad (19)$$

где $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ — оператор Лапласа.

Таким образом, исходная задача (2)–(8) сведена к интегрированию уравнений (18), (19) с начальными условиями (6), (7) и краевыми условиями (8). Суть предлагаемого алгоритма решения состоит в следующем. Прежде всего, с помощью преобразования Лапласа по временной переменной t исходные нестационарные волновые уравнения (18) и (19) сводятся к уравнению Гельмгольца. Общее решение уравнения Гельмгольца строится методом разделения переменных [1]. После удовлетворения краевым условиям получаем преобразование Лапласа искомого решения. Следующий шаг состоит в применении преобразования обратного к преобразованию Лапласа и использовании метода вычетов [2]. В результате имеем формулу для расчета напряженности электрического поля внутри растительного слоя, которая позволяет определить оптимальные параметры радиоимпульсов для эффективного воздействия электромагнитного излучения на личинки колорадского жука, находящиеся в растительном слое картофеля.

Введем преобразование Лапласа для компонент E_y и E_z вектора напряженности электрического поля согласно [2]:

$$\bar{E}_y(P) = \int_0^{\infty} E_y(t) e^{-Pt} dt, \quad (20)$$

$$\bar{E}_z(P) = \int_0^{\infty} E_z(t) e^{-Pt} dt, \quad (21)$$

где P — параметр преобразования Лапласа, комплексное число.

Применим преобразование Лапласа к уравнениям (18) и (19), используя известные формулы [2]:

$$\int_0^{\infty} \frac{\partial E_y}{\partial t^2} e^{-Pt} dt = P \bar{E}_y - E_y \Big|_{t=0},$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} e^{-Pt} dt = P^2 \bar{E}_y - P E_y \Big|_{t=0} - \frac{\partial E_y}{\partial t} \Big|_{t=0},$$

из (18) и (19) получаем:

$$\Delta \bar{E}_y - \bar{q}^2 \bar{E}_y = 0, \quad (22)$$

$$\Delta \bar{E}_z - \bar{q}^2 \bar{E}_z = 0, \quad (23)$$

$$\bar{q}^2 = \begin{cases} \epsilon_0 \mu_0 \Phi^2, & z > h, \\ \bar{\epsilon} \epsilon_0 \mu_0 P \left(P + \frac{\bar{\sigma}}{\bar{\epsilon} \epsilon_0} \right), & 0 < z < h, \\ \epsilon_1 \epsilon_0 \mu_0 P \left(P + \frac{\sigma_1}{\epsilon_1 \epsilon_0} \right), & z < 0. \end{cases} \quad (24)$$

При вводе (22), (23) учтено, что E_y и E_z удовлетворяют начальным условиям (6) и (7).

Рассмотрим теперь краевые условия (8) и применим к ним преобразование Лапласа. В результате преобразований получим:

$$\bar{E}_z \Big|_{y=0} = \bar{U}(P), \quad \bar{E}_z \Big|_{y=L} = 0, \quad (25)$$

где через $\bar{U}(P)$ обозначено преобразование Лапласа функции $U(t)$ из (9). Эта функция является периодической с периодом T . Поэтому ее преобразование Лапласа можно представить в следующем виде:

$$\bar{U}(P) = E_0 \sum_{n=0}^{\infty} \int_{nT}^{nT+T} \sin \omega t e^{-Pt} dt. \quad (26)$$

Далее, не ограничивая общности, будем предполагать, что выполняется соотношение:

$$\omega T = N_1 2\pi, \quad (27)$$

где N_1 — целое число.

Кроме того, в (26) ограничимся конечным числом N_2 членов ряда. Это соответствует случаю излучения в растительную среду конечного числа радиоимпульсов в течение заданного промежутка времени.

Учитывая сделанные предположения, из (26) получаем формулу для преобразования Лапласа функции $U(t)$:

$$\bar{U}(P) = \frac{E_0 \omega (1 - e^{-P\tau}) (1 - e^{-PT(N_2+1)})}{(P^2 + \omega^2) (1 - e^{-PT})}. \quad (28)$$

Таким образом, в терминах изображений \bar{E}_y, \bar{E}_z преобразования Лапласа искомым функциям E_y, E_z исходная нестационарная задача сведена к следующей задаче. Требуется найти решение уравнений Гельмгольца (22) и (23) в трех областях: при $z > h$ (воздушная среда):

$$\Delta \bar{E}_{y0} - q_0^2 \bar{E}_{y0} = 0, \quad \Delta \bar{E}_{z0} - q_0^2 \bar{E}_{z0} = 0, \quad (29)$$

при $0 < z < h$ (слой растительной среды):

$$\Delta \bar{E}_y - q^2 \bar{E}_y = 0, \quad \Delta \bar{E}_z - q^2 \bar{E}_z = 0, \quad (30)$$

при $z < 0$ (почва):

$$\Delta \bar{E}_{y1} - q_1^2 \bar{E}_{y1} = 0, \quad \Delta \bar{E}_{z1} - q_1^2 \bar{E}_{z1} = 0, \quad (31)$$

удовлетворяющих условиям сопряжения на границах раздела сред:

$$\bar{E}_y|_{z=h} = \bar{E}_{y0}|_{z=h}, \quad \left(\frac{\partial \bar{E}_y}{\partial z} - \frac{\partial \bar{E}_z}{\partial y} \right) \Big|_{z=h} = \left(\frac{\partial \bar{E}_{y0}}{\partial z} - \frac{\partial \bar{E}_{z0}}{\partial y} \right) \Big|_{z=h}, \quad (32)$$

$$\bar{E}_y|_{z=0} = \bar{E}_{y1}|_{z=0}, \quad \left(\frac{\partial \bar{E}_y}{\partial z} - \frac{\partial \bar{E}_z}{\partial y} \right) \Big|_{z=0} = \left(\frac{\partial \bar{E}_{y1}}{\partial z} - \frac{\partial \bar{E}_{z1}}{\partial y} \right) \Big|_{z=0}, \quad (33)$$

краевым условиям при $y = 0, y = L$:

$$\bar{E}_z|_{y=0} = \bar{U}(P), \quad \bar{E}_z|_{y=L} = 0, \quad (34)$$

и условию излучения в полупространствах $z > h$ и $z < 0$:

$$\lim_{z \rightarrow \infty} \bar{E}_{z0} = \lim_{z \rightarrow \infty} \bar{E}_{y0} = 0, \quad \lim_{z \rightarrow -\infty} \bar{E}_{z1} = \lim_{z \rightarrow -\infty} \bar{E}_{y1} = 0. \quad (35)$$

Здесь введены обозначения:

$$q_0^2 = \epsilon_0 \mu_0 P^2, \quad q^2 = \epsilon \epsilon_0 \mu_0 P \left(P + \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0} \right), \quad q_1^2 = \epsilon_1 \epsilon_0 \mu_0 P \left(P + \frac{\sigma}{\epsilon_1 \epsilon_0} \right). \quad (36)$$

Для решения уравнений Гельмгольца в каждой из областей применим метод разделения переменных [1].

После ряда преобразований были получены уравнения составляющих напряженности электрического поля для растительного слоя картофеля с колорадскими жуками:

$$\bar{E}_y = \frac{\bar{U}(P) \alpha^2 h (e^{\alpha z} + e^{2\alpha h} e^{-\alpha z} D) \cdot (e^{-2\beta L} e^{\beta y} + e^{-\beta y})}{\beta (1 - e^{-2\beta L}) \cdot (e^{\alpha h} - 1 + D(e^{\alpha h} - e^{2\alpha h}))}, \quad (37)$$

$$\bar{E}_z = \frac{\bar{U}(P) \alpha \cdot h (e^{\alpha z} - e^{2\alpha h} D e^{-\alpha z}) \cdot (e^{-\beta y} - e^{-2\beta L} e^{\beta y})}{(1 - e^{-2\beta L}) \cdot (e^{\alpha h} - 1 + D(e^{\alpha h} - e^{2\alpha h}))}, \quad (38)$$

где

$$\beta^2 = p^2 \epsilon_0 \mu_0 \frac{\epsilon \cdot p + \sigma / \epsilon_0}{(\epsilon + 1) \cdot p + \sigma / \epsilon_0}, \quad \alpha^2 = q^2 - \beta^2, \quad D = \frac{\beta^2}{\alpha}.$$

5. Выводы

1. Для анализа распределения электрической напряженности радиоимпульсов в растительном слое картофеля следует использовать модель в виде параллелепипеда, заполненного изотропной диэлектрической средой.

2. Для последующих исследований вместо нестационарных уравнений Максвелла необходимо использовать нестационарные дифференциальные уравнения (18), (19).

3. Для преобразования нестационарных дифференциальных уравнений к уравнениям Гельмгольца следует использовать преобразования Лапласа.

4. Выражения (37) и (38), полученные на основании решения уравнений Гельмгольца методом разделения переменных, являются основными для анализа распределения электрической напряженности радиоимпульсов в растительном слое картофеля.

Литература

- Hare, J. Ecology And Management Of The Colorado Potato Beetle [Text] / J. Hare // Annual Review of Entomology. — 1990. — Vol. 35, № 1. — P. 81–100. doi:10.1146/annurev.ento.35.1.81
- Танский, В. И. Вредность насекомых и методы ее изучения. Обзорная информация [Текст] / В. И. Танский. — Москва: ВНИИТЭСХ МСХ, 1975. — 70 с.
- Козак, А. В. Применение ЭМП для уничтожения в почве биологических вредителей корневой системы растений [Текст] / А. В. Козак // Вестник НТУ «ХПИ». — 2012. — № 14. — С. 13–15.
- Григорьев, И. В. Опыт борьбы с особо опасными вредителями [Текст] / И. В. Григорьев // Защита и карантин растений. — 2004. — № 1. — С. 12–14.
- Адамова, С. В. Анализ взаимодействия импульсных электромагнитных полей с вредителями плодовых культур [Текст] / С. В. Адамова // Вестник НТУ «ХПИ». — 2009. — № 44. — С. 3–8.
- Дубик, В. Н. Защита плодовых культур от насекомых-вредителей [Текст] / В. Н. Дубик // Вестник НТУ «ХПИ». — 2011. — № 12. — С. 121–129.
- Козак, О. В. Аналіз методів знищення біологічних шкідників кореневої системи саджанців плодкових дерев [Текст] / О. В. Козак, Н. Г. Косуліна, О. М. Мороз // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. — 2010. — № 10(92). — С. 68–72.
- Carpenter, D. O. Biological Effects of Electric and Magnetic Fields [Text] / D. O. Carpenter, S. Ayraetyan // Sources and Mechanisms. — New York: Academic Press, 2006. — Vol. 1. — 372.
- Berg, H. Electrostimulation in cell biology by low-frequency electromagnetic fields [Text] / H. Berg, L. Zhang. — Bioelectrochem. Bioener. — 2005. — Vol. 31. — P. 1–25.
- Binhi, V. N. Magnetobiology: Underlying Physical Problems [Text] / V. N. Binhi. — San Ditgo: Academic Press, 2005. — 473 p.
- Думанский, А. В. Анализ управляющего воздействия информационных электромагнитных излучений на физико-химические процессы в биологических объектах [Текст] / А. В. Думанский, Л. Н. Михайлова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. — 2013. — Вип. 142. — С. 83–86.
- Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] / В. В. Никольский. — М.: Наука, 1978. — 544 с.
- Лаврентьев, М. А. Методы теории функций комплексного переменного [Текст] / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. — М.: ГИФМЛ, 1958. — 692 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВЗАЕМОДІЯ РАДІОІМПУЛЬСІВ З КОЛОРАДСЬКИМИ ЖУКАМИ В РОСЛИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ КАРТОПЛІ

Розв'язана задача з розподілу радіоімпульсного випромінювання в рослинному середовищі картоплі з колорадськими жуками, модель якої може бути представлена у формі паралелепіпеда, заповненого ізотропним діелектричним середовищем з діелектричною проникністю і провідністю. Вивчення розподілу радіоімпульсного електромагнітного випромінювання в рослинному середовищі з колорадськими жуками та їх личинками дозволить визначити необхідні біотропні параметри енергоінформаційного радіоімпульсного електромагнітного випромінювання для пригнічення репродуктивної здатності жуків і знищення їх личинок.

Ключові слова: радіоімпульсне випромінювання, колорадський жук, енергоінформаційне випромінювання, біотропні параметри електромагнітного поля.

Сили Иван Иванович, аспирант, кафедра технотроники и теоретической электротехники, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Украина, e-mail: tte_nnekt@ukr.net.

Сілі Іван Іванович, аспірант, кафедра технотроніки і теоретичної електротехніки, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, Україна.

Sealy Ivan, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine, e-mail: tte_nniekt@ukr.net

УДК 621.374

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47942

Мазур В. А.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАДИОИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫМИ, БОЛЬНЫМИ МАСТИТОМ

Решена задача по распределению радиоимпульсного излучения внутри вымени овцематок, модель которой может быть представлена в форме усеченного кругового конуса, заполненного изотропной диэлектрической средой с различной диэлектрической проницаемостью. Изучение распределения радиоимпульсного электромагнитного поля в вымени овцематок животных позволяет определить необходимые биотропные параметры радиоимпульсного электромагнитного излучения (частота, среднее значение напряженности, длительность импульсов) для лечения мастита овцематок.

Ключевые слова: радиоимпульсное излучение, мастит животных, модели внутренних органов животных, информационно-волновая терапия.

1. Введение

Среди отраслей животноводства Украины особое место занимает овцеводство. Овцеводство — единственная отрасль животноводства, которая поставляет народному хозяйству незаменимую разнородную продукцию с целебными свойствами: диетическую ягнятину, молоко, деликатесные сыры и брынзу, а также шерсть, овчины, смушки и кожу, изделия из которых не имеют аналогов по гигиеническим свойствам.

В последние годы овцеводство Украины переживает глубокий экономический кризис, что привело к сокращению поголовья овец в 4...5 раз и лишению текстильной, трикотажной, фетровой, шубномеховой и других отраслей незаменимого сырья. Производство шерсти на душу населения снизилось до 150 г при норме 1 кг. Поэтому одной из актуальнейших задач, которая стоит перед аграрным комплексом Украины, есть сохранение и увеличение поголовья овец с повышением их продуктивности. В современных условиях решение этой задачи зависит от своевременного и эффективного лечения молочной железы овец [1, 2].

2. Анализ предшествующих исследований

Болезнь молочной железы у овец приводит к ухудшению качества молозива и молока, заболеваемости и падежу ягнят, к гибели и выбраковки овцематок. В настоящее время для лечения мастита у овец, в основном, используют медикаментозные способы лечения [3, 4]. Применение антибиотиков и других медикаментов для лечения мастита, в большинстве случаев, является малоэффективным и небезопасным, блокирует симптомы заболеваний. Антибиотики, попадая в организм человека через продукты животноводства (мясо, молоко), угнетают иммунитет, способствуют размножению более сильных и мутированных вирусов и бактерий, поражают печень и другие органы, что приводит к различным заболеваниям, раннему старению и преждевременной смерти.

Поэтому, разработка эффективных немедикаментозных способов лечения мастита у овец является актуальной задачей.

В настоящее время для лечения мастита овец пытаются использовать метод квантовой терапии. Однако, из-за большого затухания лазерного излучения в коже