

## ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕРАПИИ ЖИВОТНЫХ

Черепнев И. А., Полянова Н. В.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко*

*В статье рассматриваются требования к электромагнитному излучению, которые необходимы для осуществления эффективной терапии животных.*

**Постановка проблемы.** Основным объектом, который определяет жизнедеятельность биологических объектов животного и растительного происхождения, является клетка. Особенности и связи функционирования клеток и организма в целом определяются электромагнитными взаимодействиями. Поэтому наиболее общий метод воздействия на живой организм и управление его жизнедеятельностью связан с внешним электромагнитным воздействием. В то время как технические средства генерирования и излучения электромагнитных полей в настоящее время развиваются достаточно быстро, электромагнитная природа жизнедеятельности клеток и способы управления ими разработаны недостаточно.

В связи с этим все более повышается актуальность проблемы определения способов управления жизнедеятельностью биологических объектов и требования к источникам внешних электромагнитных излучений, позволяющих осуществлять лечение сельскохозяйственных животных с одновременным обеспечением экологической безопасности.

Однако актуальная проблема лечения сельскохозяйственных животных с применением низкоэнергетических электромагнитных излучений связана с трудностями из-за того, что выбор параметров этого излучения производится в основном эмпирическим путём, отсутствует единый подход и рекомендации по различным аспектам проблемы выбора параметров низкоэнергетического, информационного электромагнитного воздействия на живой организм.

Кроме того, в практике терапии (например, при бронхопневмонии) необходимо эффективно облучать внутренние органы животного, несмотря на потери за счет проводимости тканей. Для этого необходимо увеличить глубину проникновения излучения при заданной частоте. Попытке решения этой задачи посвящена эта работа.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Исследованию влияния информационной составляющей воздействующих полей посвящен ряд работ автора [1-3], а работа [4] посвящена влиянию источников на неравновесность состояния системы, на которую осуществляется воздействие. Общие выводы из проведенных исследований приведены ниже.

Распространение электромагнитных полей в диэлектрических и проводящих средах изучено очень подробно и этому посвящены учебники и монографии (см., например, [5]). Однако в последнее время появились экспериментальные и теоретические результаты, показывающие аномальное проникновение электромагнитных волн в среду. Анализ публикаций приводит к выводу о том, что уточнение глубины проникновения электромагнитного поля в среду в различных условиях и

поиск возможностей увеличить ее при заданной частоте является актуальной задачей.

**Цель статьи** – уточнить параметр, характеризующий интенсивность воздействия излучения на животное при электромагнитной терапии и определить наиболее оптимальные характеристики электромагнитных полей для максимального увеличения глубины проникновения излучения.

**Основные материалы исследования.** Проницаемость мембран клеток и перенос ионов в клетках под воздействием внешних электромагнитных полей меняется, прежде всего, в результате возникновения неравновесного состояния у потоков заряженных частиц, которые транспортируются через мембрану клетки. Функцию распределения этих частиц (ионов) по энергии  $\varepsilon$  можно получить, рассмотрев решение кинетического уравнения с источником, определяющимся плотностью потока мощности от электромагнитного поля  $P$  и нелинейным функционалом - интегралом столкновений  $I_{st}\{f\}$  в его правой части:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = I_{st}\{f\} + P. \quad (1)$$

Градиенты по пространству при этом не учитываются, поскольку образуется квазиоднородное, но сильнонеравновесное состояние. Именно по этой причине в уравнении источником является объемная плотность мощности  $P \approx |E^2|v_{eff}$ , где  $v_{eff}$  – эффективная частота источника. В работах получены точные степенные решения этого уравнения, а в работе [4] показано, что в достаточно общем случае решения уравнения типа (1) можно представить в виде:

$$w(\varepsilon) = D(T, q) \exp_q\left(-\frac{\varepsilon}{T}\right), \quad (2)$$

В этой форме использовано  $q$ - обобщение экспоненциальной функции  $\exp_q(x)$ , имеющее обратную к ней функцию  $\ln_q(x)$ :

$$\exp_q(x) = (1 + (1-q)x)^{1/(1-q)},$$

$$\ln_q(x) = \frac{x^{1-q} - 1}{1-q}.$$

Функции  $\exp_q(x)$  и  $\ln_q(x)$  переходят, соответст-

венно, в обычную экспоненту и обычный логарифм при стремлении их параметра  $q$  к единице.

Таким образом, квазистационарное распределение системы частиц, возникающее при взаимодействии с термостатом, имеющим конечное число частиц, оказывается квазистепенным и соответствует неэкстенсивным состояниям с большими корреляциями.

Приведенные в [4] решения кинетических уравнений и их степенные асимптотики позволяют представить выражение для параметра неэкстенсивности в зависимости от потока энергии  $P$  (или частиц) в фазовом пространстве

$$q = \sqrt{1 + \alpha_p \frac{|P|}{P_T}}. \quad (3)$$

Здесь  $\alpha_p$  – безразмерный коэффициент,  $P_T$  – поток диссипации из системы. Возможен предельный переход к равновесному состоянию при стремлении потока к нулю. Эффективность повышается с отклонением коэффициента от 1. Величина коэффициента не определялась. Из работ автора [1...2] следует, что коэффициент имеет информационную природу и представляет собой отношение скорости передачи информации от источника к объекту воздействия к скорости диссипативного оттока информации от объекта. Это отношение может быть оценено с использованием теоремы Шеннона:

$$\alpha_p = \frac{\Delta\omega \cdot \log_2 \left( 1 + \frac{|P|}{P_T} \right)}{1/\tau_{dis}}, \quad (4)$$

где величина  $(P/P_T)$  – фактически по порядку величины равна отношению сигнал/шум,  $\Delta\omega$  – ширина канала связи в Герцах;  $\tau_{dis}$  – характерное время диссипации в объекте воздействия (клетке) в секундах.

Видно, что модулированный сигнал воздействует существенно эффективнее, чем монохроматический. Это в свою очередь обосновывает вывод об эффективности воздействия модулированной последовательности импульсов.

Вопрос о глубине проникновения электромагнитного поля внутрь материала (проводящей среды) обычно решается на основании толщины скин-слоя, в которую проникает поперечное поле. Картина возникновения скин-слоя понятна. Переменное электрическое поле, перпендикулярное направлению распространения и параллельное среде, вызывает в среде индуцированные токи, которые, в соответствии с уравнениями Максвелла, индуцируют поля, уменьшающие падающее поле. Ясно, что для того, чтобы затруднить процесс экранировки, надо не допустить возникновения поперечных токов вдоль поверхности. Это достигается использованием продольно поляризованной волны. У такой волны нет соответствующей компоненты (или она очень мала), и экранировка подавляется.

**Выводы.** Проведенный анализ обосновывает вывод об эффективности воздействия на клетки модулированной последовательности импульсов даже малой амплитуды. Для воздействия на внутренние органы необходи-

мо использовать волны с продольной поляризацией, поскольку глубина их проникновения увеличивается в несколько раз.

Исследования, проведенные в данной работе, являются основой создания новых электромагнитных технологий в животноводстве.

#### Список использованных источников

1. Черепнев И. А. Эффективность низкоэнергетического воздействия импульсных полей на клеточные мембраны и системы итерлируемых функций // И. А. Черепнев. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Технічні науки. "Механізація сільськогосподарського виробництва". Том 2. – Харків, 2012. – С. 423 – 429.
2. Черепнев И. А. Неравновесная термодинамика состояний биологических объектов и электрофизические модели биологических мембран // И. А. Черепнев, В. Е. Новиков. Системи управління навігації та зв'язку. – Вип. 4 (16). – Київ, 2010. – С. 197 – 206.
3. Черепнев И. А. Транспорт в клеточных мембранах под воздействием электромагнитных полей // И. А. Черепнев, В. Е. Новиков. Міністерство Оборони України. Харківський університет повітряних сил ім. Івана Кожедуба. Збірник наук. праць. – Вип. 2 (24). – Харків, 2010. – С. 130 – 134.
4. Черепнев И. А. Изучение влияния электромагнитных полей на развитие воспалительных процессов живых организмов на основе неравновесной термодинамики // И. А. Черепнев, А. Н. Мороз. Вісник НТУ "ХП". – Вип. 12. Тематический выпуск "Проблемы совершенствования электрических машин и аппаратов". – Харків, 2011. – С. 163 – 168.
5. Литвиненко С. В. Радиопизические модели клеток и их взаимодействие с внешним электромагнитным полем // С. В. Литвиненко, А. С. Черепнев, И. А. Черепнев. Академия наук прикладной радиоэлектроники. Міністерство образования и науки Украины. ХНУРЕ. Прикладная радиоэлектроника. – Т. 5. – № 4. – 2006. – С. 581 – 585.

#### Анотація

### ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ТЕРАПІЇ ТВАРИН

Черепньов І. А., Полянова Н. В.

*У статті розглядаються вимоги щодо електромагнітного випромінювання, які необхідні для здійснення ефективною терапії тварин.*

#### Abstract

### OPTIMIZING OF INFORMATION ELECTROMAGNETIC THERAPY OF ANIMALS

I. Cherepnev, N. Polyanova

*The requirements for electromagnetic radiation which are necessary for effective treatment of animals are considered in the article.*