

### 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 Vasilenko 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

молочной железы овец, результаты лечения оказываются малоэффективными [5]. Литературный анализ показывает, что лечение мастита у овец возможно на основе применения импульсного информационного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона [6]. В основе терапевтического действия импульсного ЭМИ мм диапазона лежит гибель патогенных микробов в молочной железе овец и повышение энергетической активности клеточных мембран. Проникая в молочную железу, импульсные электромагнитные излучения, на определенных (резонансных) частотах, трансформируются в информационные сигналы, осуществляющие управление и регулирование восстановительными или приспособительными процессами в молочной железе [6].

Установить аспекты действия электромагнитных полей, связанных не с мощностью воздействия и поглощенной энергией, а с информацией, закодированной в биотропных параметрах ЭМП, возможно на основе теоретических исследований, которые в настоящий момент отсутствуют [7].

Также следует отметить, что важнейшей проблемой информационной ветеринарии является отсутствие, как теоретических работ, так и моделей больных органов животных [4, 8]. В настоящее время также отсутствует математический анализ обобщенных моделей органов животных на математическом и системно-информационном уровнях [9].

Таким образом, анализ показывает, что метод информационной терапии требует создания модели органов животных и теоретического описания распределения электромагнитных полей при разных частотах излучения, разных плотностях потока мощности и экспозиции [10].

### 3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является процесс взаимодействия радиоимпульсного излучения с моделью молочной железы овцематок.

Целью работы является определение параметров радиоимпульсного излучения для лечения мастита овцематок.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Обосновать модель молочной железы овцематок.
2. Найти решение однородных уравнений Максвелла, описывающих распределение напряженностей электрических и магнитных полей в модели молочной железы овцематок, методом интегральных уравнений.

### 4. Распределение напряженности электромагнитного поля в молочной железе овец

В качестве модели молочной железы овец, при воздействии на нее электромагнитного излучения, будем рассматривать железу в форме усеченного кругового конуса, заполненного изотропной диэлектрической средой (рис. 1), где  $h_1$  — толщина слоя кожи,  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  — соответственно, относительные диэлектрические проницаемости слоя кожи и остальной части молочной железы.

В качестве воздействующего на молочную железу электромагнитного поля будем рассматривать периодическую последовательность радиоимпульсов распространяющихся вдоль оси  $z$ . Будем предполагать, что напряженности электрического и магнитного полей

имеют следующие компоненты в цилиндрической системе координат:

$$\begin{aligned} E^b &= (0, E_\phi^b, 0), \\ H^b &= (H_r^b, 0, H_z^b). \end{aligned} \tag{1}$$

Здесь

$$E_\phi^b = U \left( t - \frac{z}{c} \right), \tag{2}$$

где  $c$  — скорость света в среде, где распространяются радиоимпульсы.

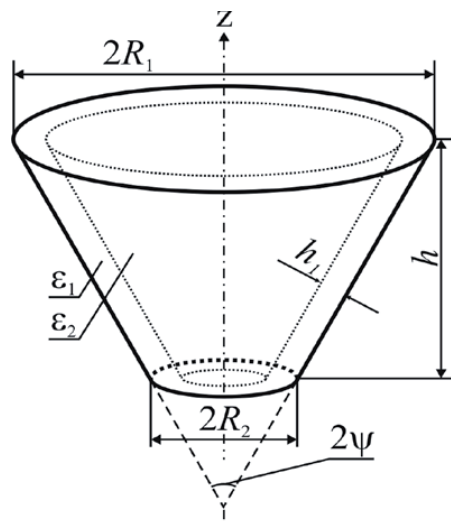


Рис. 1. Структурная модель молочной железы овец

Функция  $U(t - z/c)$  описывает форму радиоимпульса. Для определенности, в качестве такой функции выберем:

$$U \left( t - \frac{z}{c} \right) = E_0 \begin{cases} \sin^2 2\pi f \left( t - \frac{z}{c} \right), & 0 \leq t - \frac{z}{c} \leq \tau_n, \\ 0, & \tau_n < t - \frac{z}{c} \leq T, \end{cases} \tag{3}$$

где  $\tau_n$  — длительность радиоимпульса,  $T$  — период повторения радиоимпульса,  $f$  — частота заполнения радиоимпульса,  $E$  — максимальная амплитуда.

Функцию (3) представим в виде разложения в ряд Фурье по временной переменной:

$$U \left( t - \frac{z}{c} \right) = \sum_{p=-\infty}^{+\infty} U_p(z) e^{i2\pi \cdot p \cdot f \cdot t}, \tag{4}$$

где  $f_{\Pi}$  — частота повторяемости радиоимпульсов.

Из (4) имеем:

$$\begin{aligned} U_p(z) &= \frac{E_0}{\tau_{\Pi}} \int_0^{\tau_{\Pi}} \sin^2 \left( 2\pi f \left( t - \frac{z}{c} \right) \right) e^{i2\pi \cdot p \cdot f \cdot t} dt, \\ p &= 0, \pm 1, \pm 2, \dots \end{aligned} \tag{5}$$

Отметим, что выбор функции  $U(t-z/c)$  в виде (3) не ограничивает общности. Поскольку, как будет показано далее, для построения решения задачи играют роль функции  $U_p(z)$ ,  $p=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ .

Вычисляя интегралы в (5) получаем следующие выражения для функций  $U_p(z)$ :

$$U_p(z) = E_0 \left\{ \begin{aligned} & \frac{\tau_8}{2T} - \frac{f_{\Pi}}{2f} \left[ \sin \left( 4\pi \cdot f \left( \tau_{и} - \frac{z}{c} \right) \right) + \sin \left( \frac{4\pi \cdot f}{c} z \right) \right], \\ & \frac{\sin(2\pi \cdot p \cdot f_{\Pi} \cdot \tau_{и})}{4\pi \cdot p} - \frac{f \cdot f_{\Pi} \cdot \sin \left( \frac{4\pi \cdot f}{c} z \right)}{4f^2 - p^2 f_{\Pi}^2} - \\ & - \frac{f_{\Pi}}{4} \left[ \frac{\sin \left[ 2\pi \cdot \tau_{и} (2f + \pi \cdot f_{\Pi}) - \frac{4f}{c} z \right]}{2f + p \cdot f_{\Pi}} + \right. \\ & \left. + \frac{\sin \left[ 2\pi \cdot \tau_{и} (2f - \pi \cdot f_{\Pi}) - \frac{4f}{c} z \right]}{2f - p \cdot f_{\Pi}} \right], \end{aligned} \right.$$

$p = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  (6)

Нетрудно убедиться, что  $U_p(z) = U_{-p}(z)$ .

В результате воздействия электрического поля (1) на молочную железу овцы возникает рассеянное электромагнитное поле с напряженностями электрического и магнитного полей  $\vec{H}^p, \vec{E}^p$ . Это поле должно удовлетворять системе однородных уравнений Максвелла:

$$\begin{aligned} \text{rot} \vec{H}^p &= \frac{\varepsilon}{c} \frac{\partial \vec{E}^p}{\partial t}, \quad \text{rot} \vec{E}^p = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}^p}{\partial t}, \\ \text{div} \varepsilon \vec{E}^p &= 0, \quad \text{div} \vec{H}^p = 0, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $\varepsilon$  — диэлектрическая проницаемость молочной железы или диэлектрическая проницаемость внешней среды (воздух), которую, без ограничения общности, будем считать равной единице. Кроме того, на границе раздела сред должны выполняться условия сопряжения — непрерывность тангенциальных компонент напряженности электрического и магнитного полей и условия излучения на бесконечности [11].

Таким образом, требуется найти решение уравнений (7), как внутри, так и вне диэлектрического конуса (модель молочной железы). Для построения решения задачи о воздействии последовательности радиоимпульсов (1)–(5) будем использовать метод интегральных уравнений [12] для задач дифракции.

В результате преобразований, исходная нестационарная задача была сведена к серии следующих задач дифракции монохроматических полей с частотами  $\omega_m = \pm 1, \pm 2, \dots$  для области  $D$ :

$$\begin{aligned} \Delta V_m + \frac{1}{r} \frac{\partial V_m}{\partial r} + \left( k_m^2 - \frac{1}{r^2} \right) V_m &= 0, \quad (r, z) \notin D, \\ \Delta V_m + \frac{1}{r} \frac{\partial V_m}{\partial r} + \left( k_{1m}^2 - \frac{1}{r^2} \right) V_m &= 0, \quad (r, z) \in D, \end{aligned} \quad (8)$$

где введены обозначения:

$$V_m = E_{\phi, m}^p, \quad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial \cdot r^2} + \frac{\partial^2}{\partial \cdot t^2}, \quad k_{1m} = k_m \sqrt{\varepsilon},$$

$\varepsilon$  — относительная диэлектрическая проницаемость молочной железы.

Функции  $V_m$  должны удовлетворять на границах раздела сред условиям сопряжения:

$$V_m^+|_S = (V_m^- + U_m)|_S, \quad \frac{\partial V_m^+}{\partial n} \Big|_S = \frac{\partial (V_m^- + U_m)}{\partial n} \Big|_S, \quad (9)$$

где  $S$  — граница области  $D$ , знаки + и - обозначают предельные значения  $V_m^{\pm}$  и  $\frac{\partial V_m^{\pm}}{\partial n}$  на границе  $S$ , соответственно, изнутри области  $D$  и извне,  $\frac{\partial}{\partial n}$  — про-

изводная по внешней нормали к границе области  $D$ ,  $U_m$  — возбуждающее поле с частотой  $f$ .

Кроме этих условий потребуем, чтобы функции  $V_m$  на линии ( $r=0, -\infty < z < +\infty$ ) обращались в нуль, а вне области  $D$  удовлетворяли условию излучения. Покажем, что так сформулированные задачи дифракции сводятся к интегральным уравнениям по области  $D$ .

С этой целью, воспользовавшись формулой Грина, было получено интегральное уравнение для  $V_m$ :

$$V_m(Q) = \frac{1}{4\pi} \int_D (k_{1m}^2 - k_m^2) G_m(Q, P) V_m dS_P - U_m(Q), \quad (10)$$

где

$$\begin{aligned} G_m(Q, P) &= r \int_0^{2\pi} \frac{e^{ik_m R}}{R} \cos \phi d\phi, \\ R &= \sqrt{r_Q^2 + z_Q^2 - 2r_Q z_Q \cdot \cos \phi + (z_Q - z_p)^2}, \end{aligned}$$

$G_m(Q, P)$  — функция двух точек: точки  $Q(r_Q, z_Q)$  и точки  $P(r_p, z_p)$ .

В результате преобразований из уравнения (10) было получено выражение для распределения компоненты  $E_{\phi}^p$  напряженности электрического поля в молочной железе овец:

$$E_{\phi}^p \approx \sum_{m=-N}^N E_{\phi, m}^p e^{i2\pi \cdot m \cdot f_{\Pi} t}, \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} E_{\phi, m}^p(r_Q, z_Q) &= U_m(z_Q) - \\ &- \int_0^h dz_p \int_0^{z_p + \text{tg} \Psi + R_2} K(r_Q, z_Q, r_p, z_p) U_m(z_p) dr_p, \end{aligned}$$

$$f_{\Pi} = \frac{1}{T}, \quad N < 1000,$$

$$K(r_Q, z_Q, r_P, z_P) = \frac{k_m^2(\epsilon - 1)r_Q^2 r_P}{2 \left[ (r_Q + r_P)^2 + (z_Q - z_P)^2 \right]^{3/2}}.$$

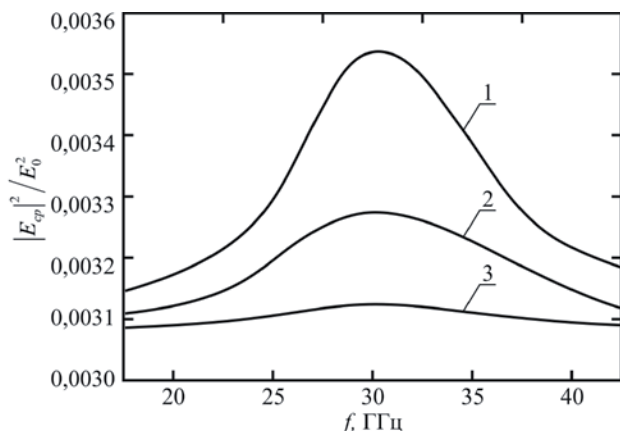
Итак, в результате теоретических исследований, для расчета резонансной частоты ЭМИ в молочной железе овцематок было получено выражение для среднего значения по объему квадрата модуля напряженности электрического поля:

$$|E_{cp}|^2 = \frac{1}{V} \int_V |E|^2 dV, \quad (12)$$

где  $|E|^2 = \frac{1}{T} \int_0^T |E_{\phi}^p|^2 dt$  — усредненный квадрат модуля

напряженности электрического поля  $E_{\phi}^p$  по времени за период  $T$  повторяемости радиоимпульсов.

Результаты расчетов величины  $|E_{cp}|^2$  для различных значений параметров радиоимпульсов приведены на рис. 2.



**Рис. 2.** Зависимость квадрата напряженности электрического поля в молочной железе от частоты заполнения импульсов при различных значениях скважности: 1 —  $Q = 100$ ; 2 —  $Q = 150$ ; 3 —  $Q = 50$

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что величина амплитуды  $E_{cp}$  радиоимпульса в молочной железе овец, нормированная на квадрат максимальной амплитуды радиоимпульса, резонансным образом зависит от частоты заполнения радиоимпульса  $f$  в диапазоне  $f = 20 \div 40$  ГГц. При этом резонансная частота  $f_{рез} = 30,8$  ГГц, а максимальное значение величины  $|E_{cp}|^2 / E_0^2 = 3,5 \cdot 10^{-3}$ . Таким образом, можно сделать вывод о том, что значение квадрата напряженности электрического поля в молочной железе достигает максимального значения при скважности радиоимпульсов  $Q = 100$  и частоте заполнения радиоимпульса  $f = 30,8$  ГГц. При этом период повторения радиоимпульсов  $T > 10^{-5}$  с, длительность импульсов  $\tau_{и} = 10^{-6}$  с; площадь облучения  $280 \text{ см}^2$ .

## 5. Выводы

1. Для анализа распределения электрической напряженности радиоимпульсов в молочной железе овце-

маток, следует использовать модель в форме усеченного кругового конуса, заполненного изотропной диэлектрической средой с диэлектрическими проницаемостями слоя кожи и остальной частью молочной железы.

2. Для получения максимального нормированного значения амплитуды электрического поля  $|E_{cp}|^2 / E_0^2 = 3,5 \cdot 10^{-3}$  в области молочной железы овец, необходимо чтобы частота заполнения импульсов была 30,8 ГГц, длительность импульсов  $\tau_{и} = 10^{-6}$  с, а период повторения импульсов  $T = 1 \cdot 10^{-4}$  с.

## Литература

1. Рамазанов, С. Д. Маститы у овец [Текст] / С. Д. Рамазанов // Овцеводство. — 2000. — № 4. — С. 40–41.
2. Головки, А. Єтіпатогенез маститів та засобів їх терапії [Текст] / А. Головки, В. Вейометов, Є. Гутвінська // Ветеринарна медицина України. — 2001. — С. 20–21.
3. Бессонов, А. Е. Информационная медицина [Текст] / А. Е. Бессонов, Е. А. Колмыкова. — М., 2003. — 658 с.
4. Михайлова, Л. Н. Определение параметров электродинамической системы многодиодного генератора крайне высокочастотного диапазона [Текст] / Л. Н. Михайлова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 1/9(55). — С. 36–38. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/3439>
5. Karu, T. I. Cellular effect of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide [Text] / T. I. Karu, L. V. Pyatibrat, N. I. Afanasyeva // Lasers in Surgery and Medicine. — 2005. — Vol. 36, № 4. — P. 307–314. doi:10.1002/lsm.20148
6. Karu, T. I. Exact action spectra for cellular responses relevant to phototherapy [Text] / T. I. Karu, S. F. Kolyakov // Photomedicine and Laser Surgery. — 2005. — Vol. 23, № 4. — P. 355–361. doi:10.1089/pho.2005.23.355
7. Сасимова, И. А. Обоснование биофизического действия информационных электромагнитных излучений на микробиологические объекты животноводства [Текст] / И. А. Сасрыка, Л. Ф. Кучин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2008. — № 4/2. — С. 27–29.
8. 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.
9. Оленюк, А. А. Биофизический анализ действия электромагнитного поля на информационные процессы в биологических объектах [Текст] / А. А. Оленюк, Л. Н. Михайлова, А. Н. Мороз // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. — 2012. — Вип. 130. — С. 120–123.
10. Бессонов, А. Е. Информационная медицина [Текст] / А. Е. Бессонов, Е. А. Колмыкова. — М., 2003. — 658 с.
11. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн [Текст] / В. В. Никольский. — М.: Наука, 1978. — 544 с.
12. Колтон, Д. Методы интегральных уравнений в теории рассеяния [Текст] / Д. Колтон, Р. Кресс. — М.: Мир, 1987. — 312 с.

## ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ РАДІОІМПУЛЬСНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ З ТВАРИНАМИ, ХВОРИМИ НА МАСТИТ

Розв'язана задача з розподілу радіоімпульсного випромінювання всередині вимені вівцематок, модель якої може бути представлена у формі усіченого кругового конуса, заповненого ізотропним діелектричним середовищем з різною діелектричною проникністю. Вивчення розподілу радіоімпульсного електромагнітного поля у вимені вівцематок тварин дозволить визначити необхідні біотропні параметри радіоімпульсного

электромагнітного випромінювання (частота, середнє значення напруженості, тривалість імпульсів) для лікування маститу вівцематок.

**Ключові слова:** радіоімпульсне випромінювання, мастит тварин, моделі внутрішніх органів тварин, інформаційно-хвильова терапія.

*Мазур Віктор Анатолійович, асистент, кафедра енергетики та електротехнічних систем в АПК, Подільський державний аграрно-технічний університет, Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна, e-mail: kosnatgen@ukr.net.*

*Мазур Віктор Анатолійович, асистент, кафедра енергетики та електротехнічних систем в АПК, Подільський державний аграрно-технічний університет, Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл., Україна.*

*Mazur Victor, Podolsky Agricultural and Technical State University, Kamenetz-Podolsky, Khmelnytsky region, Ukraine, e-mail: kosnatgen@ukr.net*

УДК 004.652 : 621.397

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47928

**Панченко Б. Е.,  
Печенюк Д. А.**

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDRAM ДЛЯ СИНХРОНИЗИРОВАННОЙ КОММУТАЦИИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ

*Проведено дослідження можливості використання SDRAM-чипів для синхронізації передварительно несинхронізованих телевізійних сигналів. Такий тип пам'яті дозволяє суттєво знизити себестоимость синхронізованої комутації телевізійних сигналів в разі багатопользовательського режиму і великого числа джерел (від 1000 і більше). Проведені часові діаграми роботи блоку цифрової комутації, які дозволяють зробити висновки про можливість використання пристроїв такого типу для рішення задачі синхронізації.*

**Ключевые слова:** коммутация телевізійних сигналів, SDRAM-буферизація, маршрутизація, багатопользовательський режим, ПТС, ПТС-тренажер, тракт.

### 1. Введение

Развитие современного телевидения [1] невозможно без объединения новых технологических решений для сверхвысокой четкости и сетей передачи данных [2]. Востребованным становится новый сервис — «доставка впечатления», который начинает заменять привычную «доставку контента» [3]. Зрители требуют не только качественного изображения и звука, а и особых эмоциональных впечатлений. Это означает, что онлайн-эмоции и переживания, обусловленные прямыми трансляциями событий, сегодня особо востребованы [4]. В связи с этим принципиально изменяется бизнес-модель в отрасли телекоммуникаций. Еще недавно это был сервис, обеспечивающий надежную связь в любом месте и в любое время. Сегодня пользователь рассматривает телекоммуникации как средство построения собственной социальной и развлекательной системы. В этом качестве главным назначением системы связи должна стать доставка персонализированных ощущений и впечатлений [5].

Особенно важными становятся технические решения, поддерживающие значительное число одновременно обрабатываемых источников телевізійних сигналів (в дальнейшем — просто сигналів), работающих на значительных территориях. Потому что такие события, как расширенные спортивные соревнования, мега-выставки с числом участников, превышающим десятки тысяч, дни городов, массовые «парковые» фестивали и т. п. имеют максимальный зрительский эффект. Именно прямые трансляции событий, обслуживаемых тысячами профессиональных телевізійних камер [6], должны

являться признаком не только телеканалов, но и интернет-сервисов. Но именно таких решений на мировом рынке практически нет. Причина проста — очень высокая себестоимость процесса транспортировки и коммутации высокопоточковых профессиональных сигналів. Поэтому актуальность проведенных исследований обеспечивается потребностью существенного снижения себестоимости этих процессов.

### 2. Анализ литературных данных

Как известно, сигнал имеет пакетную, т. е. дискретно-периодическую структуру [7]. Поэтому основной технической проблемой коммутации несинхронизированных сигналів является нарушение целостности нескольких пакетов (нескольких кадров) включаемого сигнала при коммутации [8, 9]. Причем, эта проблема касается как полнопоточковых аналоговых или цифровых, так и компрессированных сигналів. Например, в стандарт MPEG-2 была введена специализированная функция, поддерживающая коммутацию [10]. Коммутация в терминалах MPEG называется склеиванием. Возможны два вида склеивания: безразрывное и с прерыванием [8]. Но, несмотря на то, что синтаксис стандарта MPEG-2 обеспечивает возможность склеивания сигналів, его весьма общий характер не гарантирует строгого сопряжения потоков [11]. Поэтому традиционные задачи коммутации следует дополнить управлением буферной памятью данных, идентификацией точек склеивания и другими практическими стандартами, которые необходимо разработать в будущем [10].