

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка

Гузенко Віталій Вікторович

УДК 632.935.4

**ІМПУЛЬСНА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ТЕХНОЛОГІЯ  
І ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ЛІКУВАННЯ ДИСПЕПСІЇ  
У ТЕЛЯТ**

05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

Автореферат  
дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор Лисиченко Микола Леонідович, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор Піротті Євген Леонідович, національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри комп'ютерної математики та аналізу даних;

- доктор технічних наук, професор Аврунін Олег Григорович, Харківський національний університет радіоелектроніки, професор, завідувач кафедри біомедичних електронних пристроїв та систем .

Захист відбудеться «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р. о \_\_\_ годині на засідання спеціалізованої вченої ради Д64.832.01 у Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, Україна, м. Харків, вул. Алчевських, 44.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, Україна, м. Харків, вул. Алчевських, 44.

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради

О. Д. Черенков

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Вступ.** Кризове положення у тваринництві України потребує проведення невідкладних заходів для підвищення продуктивності та збільшення поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ). Збільшення поголів'я ВРХ зв'язано зі швидким та ефективним лікуванням новонароджених телят. Економічні збитки, нанесені сільському господарству хворобами телят, складаються зі зниження їх продуктивності, невиробничих витрат на лікування, прирізки та падіж хворих. Основними інфекційними хворобами новонароджених телят є: диспепсія, паратиф, диплококова або пневмококова інфекція, на які припадає 65...80% загибелі телят.

У дисертаційній роботі вирішується важливе для теорії та практики завдання отримання науково-обґрунтованих теоретичних та експериментальних результатів для лікування диспепсії телят у перші дні їх життя за рахунок застосування радіоімпульсного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) для впливу на біологічні активні точки шкіряного покриву тварин.

Радіоімпульсні інформаційні електромагнітні випромінювання для опромінення тварин здатні модифікувати імунний статус організму тварин, надавати протизапальну дію, покращувати мікроциркуляцію крові в тканинах, активізувати фізіологічну і репаративну регенерацію.

**Актуальність теми.** Збільшення поголів'я великої рогатої худоби пов'язане з підвищенням їх життєздатності телят в перші дні після їх народження. За даними літературних джерел через хвороби найвищі втрати телят бувають до 15-денного віку. За громадськими даними, на перші 5 днів життя припадає 40...50% загибелі телят, на перші 10 днів – 65...70% і до 15-денного віку – 75...80% від полеглих протягом першого року життя.

В даний час для збереження молодняку використовують антимікробні препарати, гормони та інші хімічні препарати. Медикаментозні засоби є часто неефективними, а тривале їх застосування нерідко тягне за собою важкі ускладнення, що викликаються бурхливим розвитком грибків, стафілококів, гематологічних штамів кишкових паличок і протей.

Результати досліджень показують, що альтернативою медикаментозним засобам, для терапії хворих на диспепсію новонароджених телят може бути використання радіоімпульсних інформаційних електромагнітних випромінювань для впливу на біологічно активні точки, тучні клітини і нейтрофіли в кровеносних

судинах на ранніх стадіях розвитку диспепсії тварин.

В основі радіоімпульсного електромагнітного впливу на біологічні об'єкти лежать резонансні явища, ступінь прояву яких залежить від молекулярної організації опромінюваної тварини і умов її існування.

Однак ефективно лікування диспепсії новонароджених телят може бути отримане тільки при оптимальному поєднанні біотропних параметрів радіоімпульсного електромагнітного випромінювання (частота проходження імпульсів, шпаруватість, потужність, частота заповнення імпульсів, експозиція).

У той же час, проведений аналіз літературних джерел показує, що в них недостатньо вивчено питання створення моделей, здатних дати аналітичний опис процесів терапії новонароджених телят, хворих диспепсією, відсутня методологія визначення чисельних значень біотропних параметрів радіоімпульсного випромінювання, недостатньо проведені дослідження по створенню антенної системи та імпульсних електромагнітних джерел з низькою величиною напруги джерел живлення.

Таким чином, дослідження і розробка радіоімпульсної електромагнітної біотехнології та електронних систем для терапії телят хворих диспепсією, безсумнівно, є актуальним завданням в технологічному процесі збільшення поголів'я сільськогосподарських тварин.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Тема дисертаційної роботи пов'язана з загальними Українськими науковими програмами: постановою Кабінету Міністрів України від 08.09.2015 р. № 684 «Пріоритетні напрями розвитку науки і техніки на період до 2020 року»; постановою Кабінету Міністрів України від 23.08.2016 р. № 556 «Перелік пріоритетних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року». За планами НДР і ДКР ХНТУСГ ім. Петра Василенка були виконані наступні роботи: «Результати експериментальних досліджень з впливу ЕМП ВВЧ діапазону на біологічні об'єкти» номер ДР0104U000372; «Розробка методів ультразвукової технології та електротехнічних систем обробки і технічних засобів контролю якості сільськогосподарської продукції» номер ДР0102U000686.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дисертаційної роботи є створення радіоімпульсної електромагнітної біотехнології та електронних систем для терапії телят хворих на диспепсію з метою збереження потомства тварин у технологічному процесі їх відтворення. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- обґрунтувати біофізичну дію радіоімпульсних інформаційних електромагнітних випромінювань для лікування телят хворих на диспепсію;

- розробити модель взаємодії радіоімпульсних інформаційних електромагнітних випромінювань з біологічно активними точками, лімфоцитами та тучними клітинами телят хворих на диспепсію;

- на основі теоретичного аналізу даної моделі визначити параметри радіоімпульсного інформаційного електромагнітного випромінювання (частота проходження імпульсів, шпаруватість, потужність, частота заповнення імпульсів, експозиція) для впливу на біологічно активні точки шкірного покриву телят хворих диспепсією;

- провести теоретичні дослідження зі створення антенної системи для лікування диспепсії телят;

- провести експериментальну перевірку теоретичних результатів з метою їх достовірності для лікування диспепсії тварин;

- провести виробничу перевірку теоретичних і експериментальних досліджень з лікуванням диспепсії телят.

*Об'єкт дослідження.* Процес лікування диспепсії телят великої рогатої худоби радіоімпульсним інформаційним електромагнітним випромінюванням.

*Предмет дослідження.* Радіоімпульсна інформаційна електромагнітна біотехнологія та електронні системи лікування диспепсії телят.

*Методи дослідження* ґрунтуються на способах розв'язання диференціальних, інтегральних і алгебраїчних рівнянь різного типу, теоретичних положеннях електротехніки, біофізики, електроніки і схемотехніки електронних пристроїв і математичних методах планування повнофакторного експерименту.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає в тому, що в даній роботі:

- вперше, на основі розробленої моделі, теоретично досліджено процес впливу радіоімпульсних електромагнітних випромінювань на стан телят хворих на диспепсію;

- вперше, на основі теоретичних досліджень, визначено власні частоти біологічно активних точок шкіряного покриву тварин, необхідні для лікування диспепсії телят радіоімпульсним електромагнітним випромінюванням з частотною модуляцією;

- вперше визначено параметри радіоімпульсного електромагнітного випромінювання для лікування диспепсії телят;

- отримала подальший розвиток теорія аналізу антен, яка

відрізняється від відомих тим, що в ній обґрунтовані параметри для випромінювання радіоімпульсів міліметрового діапазону з частотною модуляцією;

- вперше математично інтерпретовано вплив параметрів радіоімпульсного електромагнітного випромінювання для лікування диспепсії телят.

### **Практичне значення результатів дисертаційної роботи.**

Практичне значення роботи полягає у тому, що отримані результати формують науково-технічну базу по створенню радіоімпульсної біотехнології, електронних систем генератора і антенної системи в міліметровому діапазоні довжин хвиль для лікування диспепсії телят. Застосування електромагнітної біотехнології для лікування диспепсії телят дозволить:

- підвищити до 100% збереження поголів'я тварин;
- збільшити їх живу масу на 20...30%;
- Знизити захворюваність до 10%.

Результати досліджень апробовані в 2018 – 2019 рр. у господарстві «Україна» Сахновщинського району Харківської обл.

Економічна ефективність від впровадження імпульсної електромагнітної біотехнології для лікування диспепсії телят склала 50 тис. грн. з розрахунку на 25,0 голів.

**Особистий внесок здобувача** в наукових роботах, написаних у співавторстві, полягає в наступному:

- у роботі [1] розробив схему і взяв участь в експериментальних дослідженнях для визначення параметрів діелектричних стрижневих антен прямокутного типу;

- у роботі [2] обґрунтував з позицій біофізики застосування радіоімпульсних електромагнітних випромінювань міліметрового діапазону довжин хвиль для лікування телят хворих на диспепсію;

- у роботі [3] автор теоретично обґрунтував еквівалентну схему біологічно активної точки та визначив необхідні параметри радіоімпульсного електромагнітного випромінювання для лікування телят хворих на диспепсію;

- у роботі [4] автор провів теоретичний аналіз взаємодії радіоімпульсного випромінювання з біологічно активними точками телят;

- у роботі [5] автор провів аналіз електродінамичної моделі біологічно активної точки шкірного покриву тварин.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення й результати дисертаційної роботи заслуховувалися й обговорювалися на:

міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» (Харків, ХНТУСГ (26 березня 2014 р.); XVIII міжнародної науково-виробничої конференції «Проблеми й перспективи інноваційного розвитку агроінженерії, енергоефективності та Іт-технологій» (Белгород, (26 – 27 травня 2014 р.); другій міжнародній науковій конференції «Renewable energy sources (Криниця, Польща, 26 – 29 травня 2015 р.); 3-й міжнародній науковій конференції «Renewable energy sources (Криниця, Польща, 21 – 20 травня 2016 р.); XVIII Міжнародній науковій конференції [«Сучасні проблеми землеробської механіки»], (Кам'янець-Подільський, 16 – 18 жовтня 2017 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України» (Харків, ХНТУСГ, 2017 р.); науково-практичній студентській конференції «Проблеми енергозабезпечення й енергозбереження в АПК України» (Харків, ХНТУСГ (5 – 6 квітня 2018 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 5 статтях у науково-технічних збірниках та 3 тези.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел. Вона містить 155 сторінок, 44 рисунків, 5 таблиць, 2 додатка на 7 сторінках, список використаних джерел нараховує 143 найменування на 13 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовується актуальність теми дисертації, формулюється наукове завдання, що розв'язується, розкривається сутність і стан цього завдання, висвітлюється зв'язок роботи з програмами, планами та темами НДР, формулюються напрямки та наукові задачі дослідження, розв'язання яких забезпечує значущість одержаних результатів, визначається наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

**У першому розділі** проведено аналіз методів і електронних систем для лікування новонароджених телят хворих на диспепсію.

Підвищення продуктивності тварин ВРХ та збільшення їх поголів'я значною мірою залежить від своєчасного та ефективного лікування їх хвороб. Збільшення поголів'я великої рогатої худоби пов'язане з підвищенням їх життєздатності телят в перші дні після їх народження. За даними літературних джерел через хвороби найвищі втрати телят бувають до 15-денного віку. За громадськими даними, на перші 5 днів

життя припадає 40...50% загибелі телят, на перші 10 днів – 65...70% і до 15-денного віку – 75...80% від полеглих протягом першого року життя.

В даний час для збереження молодняка використовують антимікробні препарати, гормони та інші хімічні препарати. Медикаментозні засоби є часто неефективними, а тривале їх застосування нерідко тягне за собою важкі ускладнення, що викликаються бурхливим розвитком грибків, стафілококів, гематологічних штамів кишкових паличок і протей. У ряді країн (США, Англія, Німеччина) з 1971 року введена заборона на застосування антибіотиків для лікування тварин. Тому розробка немедикаментозних способів лікування диспепсії у телят ВРХ є актуальною задачею.

Аналіз експериментальних досліджень щодо дії електромагнітних полів на фізико-хімічні процеси в біологічних об'єктах, які проводяться: у Харківському НТУСГ ім. Петра Василенка під керівництвом О. Д. Черенкова, Ю. С. Мегеля, М. Л. Лисиченка, Н. Г. Косуліної; у ІРЕ РАН під керівництвом Н. Д. Девяткова; у Новосибірську під керівництвом А. П. Казначєєва; у ТулГУ під керівництвом Нефедова Є. І. показує, що найбільший терапевтичний ефект слід чекати від застосування інформаційного радіоімпульсного випромінювання міліметрового діапазону для впливу на біологічно активні точки, тучні клітини та нейтрофіли в кров'яних судинах на ранніх стадіях розвитку диспепсії тварин.

В основі радіоімпульсного електромагнітного впливу на біологічні об'єкти резонансні явища, ступінь прояву яких залежить від молекулярної організації опромінюваного тваринного і умов його існування. Однак ефективне лікування диспепсії новонароджених телят може бути отримано тільки при оптимальному поєднанні біотропних параметрів радіоімпульсного електромагнітного випромінювання (частота випромінювання, шпаруватість, потужність, частота заповнення імпульсів, експозиція).

Дані численних досліджень дозволили припустити, що вибором робочих частот (спектру частот) ЕМП можна досягти сприятливого впливу на хід лікування при багатьох хворобах як людей, так і тварин. Доведено, що сигнали, подібні ЕМП, виробляються і використовуються з певною метою самим організмом, а зовнішнє опромінювання лише імітує їх. Проникаючи в організм, це випромінювання на певних (резонансних) частотах трансформується в інформаційні сигнали, які здійснюють управління і регулювання відновними процесами або пристосованими процесами в ньому.

Основне застосування інформаційних ЕМП в тваринництві пов'язане з лікуванням і підвищенням продуктивності тварин.



ЕМП при впливі на патологічні процеси в організмі тварин призводить до зниження рецепторної чутливості, зменшення тривалості фази відновлення та після інтерстиціального набряку, активізації регенеративних процесів, прискоренню і корекції гормональної та ферментативної систем, поліпшенню мікроциркуляції крові і лімфи. При відповідних параметрах ЕМП, що впливає на кров тварини, поліпшується транспорт поживних речовин і відпрацьованих продуктів метаболізму, підтримання водного балансу тканин, перенесення активних субстанцій, що регулюють характер і активність обмінних процесів в клітинах і тканинах.

У ветеринарній практиці електромагнітна терапія хвороб тварин є тим методом, який принципово і вигідно відрізнятиметься від існуючих фізіотерапевтичних процедур. Водночас, проведений аналіз робіт з фізіотерапії тварин показує, що лише в небагатьох роботах розглядаються питання інформаційного впливу радіоімпульсного випромінювання на тварин у лікувальних цілях.

У багатьох роботах відсутня розробка методичних принципів щодо застосування інформаційного радіоімпульсного випромінювання в лікувальних цілях; недостатньо вивчаються питання створення математичних моделей, здатних дати аналітичний опис процесів при такому опроміненні на клітинному, молекулярному та організмовому рівнях організації біооб'єктів; відсутні антенні системи для лікування диспепсії телят через вплив на їх біологічні активні точки.

**У другому розділі** проведено теоретичний аналіз з виявлення біотропних параметрів інформаційного радіоімпульсного електромагнітного поля міліметрового діапазону довжини хвиль для лікування телят хворих на диспепсію.

Для вирішення задачі, пов'язаної з розподілом інформаційного радіоімпульсного випромінювання на біологічно активних точках телят хворих на диспепсію, була розглянута електродинамічна модель біологічно активної точки (БАТ). В якості електродинамічної моделі (БАТ) була розглянута плоскошарова діелектрична структура (рис. 1).

Ця структура утворена трьома плоскими діелектричними шарами і кінцевим циліндром, заповненим діелектриком (білком колагену). Верхній шар моделює тучні клітини, середній шар – кровonosні і лімфатичні судини, а нижній шар утворений провідними нервовими волокнами, що передають сигнали управління від БАТ до центральної нервової системи. Така електродинамічна структура є діелектричним резонатором (кінцевий циліндр), розташованим в діелектричному середовищі.

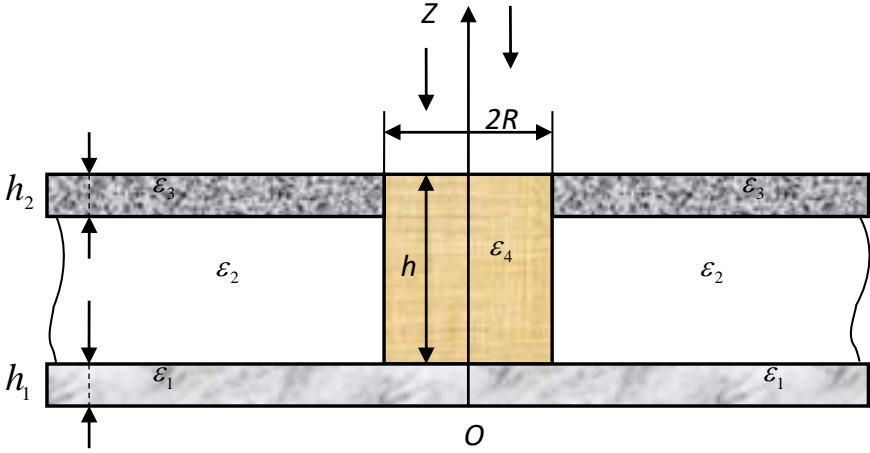


Рис.1. Електродинамічна модель БАТ

Після ряду перетворень, вихідна нестационарна задача дифракції радіоімпульсного випромінювання на БАТ зведена до трьох завдань дифракції (1), (2) и (3).

$$\frac{\partial^2 U_n}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial U_n}{\partial r} + \frac{\partial^2 U_n}{\partial z^2} + \left( k_n^2 \varepsilon - \frac{1}{r^2} \right) U_n = 0, \quad (1)$$

$$\bar{H}_{nr} = -\frac{i}{k_n} \frac{\partial U_n}{\partial z} e^{i\omega_n t}, \quad \bar{H}_{nz} = -\frac{i}{k_n r} \frac{\partial(rU_n)}{\partial r} e^{i\omega_n t}, \quad (2)$$

$$\bar{E}_{n\varphi} = U_n e^{i\omega_n t}, \quad n=1,2,3.$$

$$\bar{E}_{n\varphi}^b = E_n e^{-ik_n z} e^{i\omega_n t}, \quad n=1,2,3., \quad (3)$$

де  $E_1 = E_0$ ,  $E_2 = E_3 = \frac{E_0 m}{2}$ ,  $\omega_1 = \omega$ ,  $\omega_2 = \omega + \Omega$ ,  $\omega_3 = \omega - \Omega$ ,

$k_n = \frac{\omega_n}{c}$ ,  $\bar{H}_{nr}$ ,  $\bar{H}_{nz}$  – компоненти напруженості магнітного поля.

Для вирішення зазначених задач був використаний метод об'ємних інтегральних рівнянь. Оскільки електродинамічна модель БАТ являє собою відкритий циліндричний, діелектричний резонатор, поміщений в плоскошарове діелектричне середовище, то для нього було отримано інтегральне рівняння за об'ємом цього резонатора. В якості ядра

інтегрального рівняння в цьому випадку виступає функція Гріна для плоскошарового середовища. Для функції Гріна був побудований алгоритм розрахунку. Оскільки геометричні розміри БАТ значно менше довжини хвилі, що відповідає частоті заповнення радіоімпульса, то для практичних розрахунків досить обмежитися напруженістю електричного поля усередненого за об'ємом БАТ. Після ряду еквівалентних перетворень маємо:

$$E_{cep} = E_1 + E_2. \quad (4)$$

Тут 
$$E_1 = E_0 \cos \omega t (1 + m \cos \Omega t), \quad (5)$$

$$E_2 = \frac{E_0 k^2 R^2}{12} \operatorname{Re} \left[ e^{i\omega t} (\varepsilon_4 - \varepsilon_2) \int_0^\infty J_1^2(x) x Q(x) dx \right], \quad (6)$$

$$Q(x) = \bar{Q}_1 + \frac{m}{2} \left[ e^{i\Omega t} \left( 1 + \frac{\Omega}{\omega} \right) \bar{Q}_2 + e^{-i\Omega t} \left( 1 - \frac{\Omega}{\omega} \right) \bar{Q}_3 \right], \quad (7)$$

$$\bar{Q}_n = e^{-\bar{\alpha}_2 (h + 0.5h)/R} \bar{\alpha}_2^{-1}, \quad \bar{\alpha}_2 = \sqrt{x^2 - k_n^2 R^2 \varepsilon_2}. \quad (8)$$

В (6)  $\operatorname{Re}[\dots]$  визначає реальну частину комплексного числа.

Формули (4) – (8) дозволяють розрахувати усереднену напруженість електричного поля як функцію параметрів радіоімпульсу:

$\omega$  – частота заповнення радіоімпульса;

$\Omega$  – частота модуляції амплітуди;

$m$  – глибина модуляції.

А також геометричних та матеріальних параметрів БАТ:

$R$  та  $h$  – радіус та висота циліндру (модель БАТ);

$\varepsilon_4$  – діелектрична проникність середовища, яка заповнює циліндр (білок колагену);

$h_1$  – товщина шару, яка моделює нервові волокна;

$\varepsilon_2$  – діелектрична проникність шару, що моделює кровоносні і лімфатичні судини.

Після ряду перетворень, для розрахунку усередненого електричного поля, збуджуваного в БАТ було отримано рівняння (9).

$$\bar{E}_{cep} = \frac{E_0 \Omega \sin\left(\frac{2\pi\omega}{\Omega}\right)}{2\pi\omega} \left[ 1 + \frac{m}{1 - \frac{\Omega^2}{\omega^2}} + \frac{k^2 R^2}{12} \left( \frac{\kappa^2 R^2 \varepsilon_2}{2\delta} \left( 1 + \frac{m}{2} \left( 1 + \frac{\Omega^2}{\omega^2} \right) \right) - \frac{2\kappa R \sqrt{\varepsilon_2}}{\pi} (1+m) + \frac{2\delta}{\pi} \left( 1 + \frac{m}{8} \right) \right) \right]. \quad (9)$$

Формула (9) є основою для дослідження залежності напруженості електричного поля в БАТ від параметрів радіоімпульсного випромінювання.

В рамках розглянутої електродинамічної моделі біологічно активних точок були обрані наступні геометричні та матеріальні параметри:  $R=0,1\dots0,3$  мм,  $h=0,1\dots0,5$  мм,  $h_1=10^{-6}$  мм,  $h_2=10^{-3}$  мм,  $\varepsilon_1=10$ ,  $\varepsilon_2=20$ ,  $\varepsilon_3=15$ ,  $\varepsilon_4=3$ . Такі геометричні та матеріальні параметри є деякими середніми значеннями.

Радіоімпульсне випромінювання мало такі параметри: частота заповнення  $\frac{\omega}{2\pi}=40\dots60$  ГГц, частота модуляції  $10 \leq \frac{\omega}{\Omega} \leq 11,2$ , коефіцієнт глибини модуляції  $0 < m < 0,2$ .

На рис. 2 представлені результати розрахунків за формулою (9) залежності напруженості електричного поля нормованої за амплітудою  $E_0$  від параметру  $\frac{\omega}{\Omega}$  для різних значень коефіцієнта глибини модуляції. Аналіз цих результатів дозволяє зробити висновок про те, що існує співвідношення між частотою заповнення і частотою модуляції радіоімпульсу, при якому напруженість електричного поля приймає максимальне значення. Так при зміні частоти заповнення в інтервалі  $40 \text{ ГГц} \leq \frac{\omega}{2\pi} \leq 60 \text{ ГГц}$  напруженість електричного поля досягає максимуму  $\frac{\bar{E}_{cep}}{E_0} = 0,6\dots0,7$  при цьому  $\frac{\omega}{\Omega} = 10,26$  (см. рис. 2).

На рис. 2 представлені результати розрахунків за формулою (9) залежності напруженості електричного поля нормованої за амплітудою  $E_0$  від параметру  $\frac{\omega}{\Omega}$  для різних значень коефіцієнта глибини модуляції. Аналіз цих результатів дозволяє зробити висновок про те, що існує співвідношення між частотою заповнення і частотою модуляції

радіоімпульсу, при якому напруженість електричного поля приймає максимальне значення. Так при зміні частоти заповнення в інтервалі  $40 \text{ ГГц} \leq \frac{\omega}{2\pi} \leq 60 \text{ ГГц}$  напруженість електричного поля досягає максимуму  $\frac{\bar{E}_{cp}}{E_0} = 0,6 \dots 0,7$  при цьому  $\frac{\omega}{\Omega} = 10,26$  (см. рис. 2).

Величину експозиції, для впливу електромагнітного випромінювання на біологічно активні точки новонароджених телят хворих диспепсією, знайдемо з виразу (10).

$$\phi_n^2 = \phi_0^2 + P \cdot t \frac{C_0 V_0 q^2 C_s}{(4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 d)^2} \cdot e^{-\frac{F\phi_0 g}{RT}} + P \frac{q C_s}{4\pi \varepsilon_m \varepsilon_0 \omega} E_{cp} \sin(\omega t + \psi), \quad (10)$$

де  $\phi_0$  – потенціал на мембрані в початковий момент часу;  $P$  – проникність мембрани;  $t$  – час впливу ЕМП на БАТ;  $C_0, C_s$  – концентрація іонів всередині і поза клітиною;  $V_0$  – об'єм клітини в початковий момент часу;  $q$  – заряд іону;  $\varepsilon_0$  – електрична стала;  $\varepsilon_m$  – діелектрична стала мембрани;  $d$  – товщина мембрани;  $F$  – число Фарадея;  $R$  – газова стала;  $E_{cp}$  – амплітуда напруженості електричного поля.

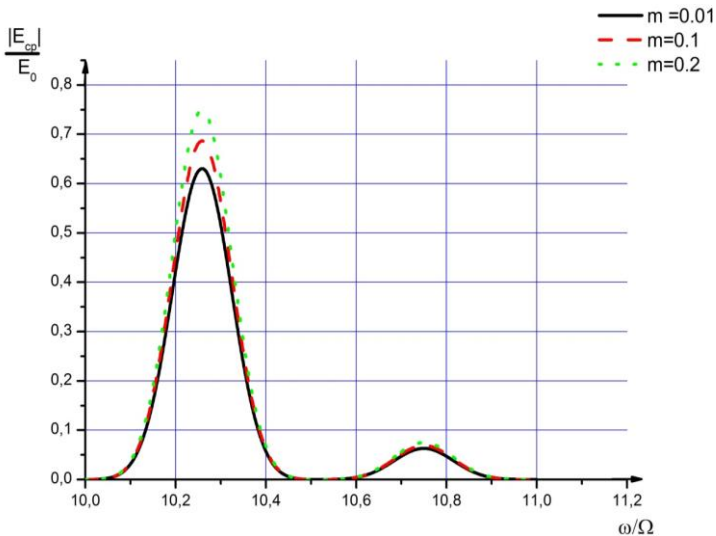


Рис. 2. Залежність нормованої напруженості електричного поля в БАТ від параметра  $\frac{\omega}{\Omega}$  при різних значеннях глибини модуляції

В результаті розрахунків було встановлено, що для сумарного потенціалу величиною 90 мВ експозиція впливу радіоімпульсного імпульсного випромінювання на біологічно активні точки новонароджених телят складає 15...20 с; напруженість електричного поля  $E_0=8,8$  В/м,  $E_{сер}=5,7$  В/м.

Для підвищення життєздатності новонароджених телят хворих диспепсією їх біологічно активні точки слід опромінювати радіоімпульсним ЕМВ у діапазоні змін параметрів: тривалість імпульсів  $0,5 \cdot 10^{-7} \dots 1,5 \cdot 10^{-7}$  с; період проходження імпульсів  $0,5 \cdot 10^{-5} \dots 1,5 \cdot 10^{-5}$  с; величина потужності джерела радіоімпульсів 18...20 Вт; частота заповнення імпульсів 40,0...60,0 ГГц; час експозиції 15...25 с.

У **третьому розділі** були проведені теоретичні дослідження для визначення параметрів і отримані діаграми спрямованості діелектричної стержневої антени циліндричного типу для лікування диспепсії у телят.

Основним елементом конструкції антени є випромінювач, який повинен сформувати необхідну діаграму спрямованості і забезпечити достатній рівень потужності на біологічно активних точках кожного покрову тварин телят на частоті 50 ГГц.

Схема конструкції стержневої діелектричної антени приведена на рис. 3.

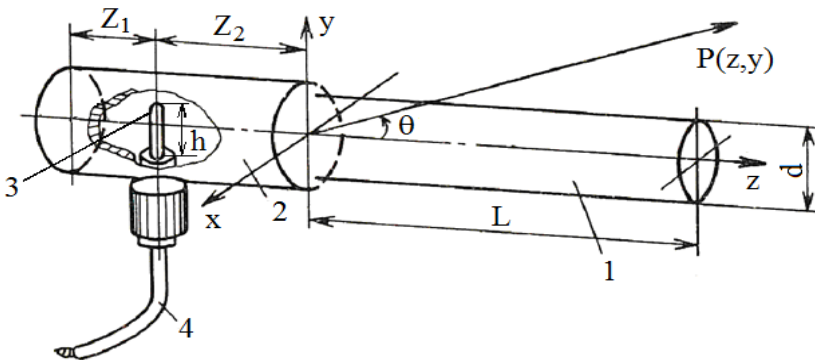


Рис. 3. Схема діелектричної стержневої антени

Вона являє собою діелектричний стрижень 1, збуджуваний круглим хвилеводом 2 зі збудником 3 і живильним фідером 4. При цьому в металевому хвилеводі збуджується хвиля  $TE_{11}$ .

Під випромінюючим розкритом діелектричної стержневої антени розуміють її бічну поверхню. При проведенні всіх розрахунків будемо

вважати, що в випромінюючому розкритті поширюється тільки одна хвилевидна хвиля (у нашому випадку  $TE_{11}$ ). Результати будуть тим точніші, чим більше розмір розкриття в порівнянні з довжиною хвилі  $\lambda$ .

Під випромінюючим розкритвом діелектричної стрижневої антени розуміють її бічну поверхню. Діаграма спрямованості такої антени кінцевої довжини  $L$  виражається формулою:

$$F(\theta) = F_0(\theta)F_c(\theta). \quad (11)$$

Тут  $F_0(\theta)$  – діаграма спрямованості елементарного випромінювача, в якості якого приймають диск діаметром  $d$  (см. рис. 3) і довжиною  $\Delta z$ , яка значно менша довжини хвилі  $\lambda_0$ ;  $F_c(\theta)$  – це множник системи, який визначається формулою:

$$F_c(\theta) = \frac{\sin[0,5kL(\xi - \cos\theta)]}{0,5kL(\xi - \cos\theta)}, \quad (12)$$

де  $k = 2\pi/\lambda_0$  – хвильове число;  $\xi = c/V_\phi$ ;  $c$  – швидкість світла у вакуумі;  $V_\phi$  – фазова швидкість хвилі в діелектричному стрижні.

Діаграма спрямованості елементарного випромінювача діелектричної стрижневої антени в площині вектора  $\mathbf{E}$  визначається виразом:

$$F_{0E} = J_1\left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right) / \left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right). \quad (13)$$

Тут  $J_1[(kd/2)\sin\theta]$  – функція Бесселя першого роду.

Діаграма спрямованості елементарного випромінювача діелектричної стрижневої антени в площині вектора  $\mathbf{H}$  буде описуватися виразом:

$$F_{0H} = \cos\theta J_1\left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right) / \left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right). \quad (14)$$

Тепер з урахуванням виразів (11)–(13) запишемо формулу, що визначає діаграму спрямованості діелектричної стрижневої антени в площині вектора  $E$  (площина  $yOz$ , см. рис. 3.)

$$F_E(\theta) = \left[ J_1\left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right) \right] / \left[ \left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right) \right] \frac{\sin\left[0,5kL(\xi - \cos\theta)\right]}{0,5kL(\xi - \cos\theta)}. \quad (15)$$

Використовуючи вирази (11), (12) і (14), запишемо формулу, яка визначає діаграму спрямованості діелектричної стрижневої антени у площині вектора  $H$  (площина  $xOz$ , див. рис. 3.)

$$F_H(\theta) = \cos\theta \left[ J_1\left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right) \right] / \left[ \left(\frac{kd}{2}\sin\theta\right) \right] \frac{\sin\left[0,5kL(\xi - \cos\theta)\right]}{0,5kL(\xi - \cos\theta)}. \quad (16)$$

У формулі (15) і (16) входить визначений вище параметр  $\xi$ , який не сильно залежить від довжини хвилі  $\lambda_0$ . Більшою мірою цей параметр залежить від діелектричної проникності матеріалу стрижня  $\epsilon'$ . При проведенні досліджень в якості матеріалу діелектричної стрижневої антени був обраний фторопласт-4 з діелектричною проникністю 2,06 і  $\text{tg } \delta = 2,1 \cdot 10^{-4}$ .

Для визначення параметрів стрижневої діелектричної антени були досліджені зразки з діаметром 3 мм, 5 мм, 7 мм, 10 мм та довжиною 10 мм, 15 мм, 20 мм та 25 мм. Проведений аналіз показав, що оптимальними параметрами є антена з параметрами: діаметр 10 мм, довжина 18 мм. Ширина головного пелюстка діаграми спрямованості у зазначеній площині при  $L = 18$  мм по рівню  $-3$  дБ складає 7,906 мм. Ця величина всього в 1,3 рази більше довжини хвилі, що і необхідно було отримати.

**У четвертому розділі** наведені експериментальні дослідження опрацьованих пристроїв та результати дії радіоімпульсного електромагнітного випромінювача міліметрового діапазону на процес лікування телят хворих на диспепсію.

В результаті теоретичних і експериментальних досліджень для лікування диспепсії телят була розроблена хвильоводно-штирвова конструкція радіоімпульсного генератора на діоді типу 3A762B. Зовнішній вид імпульсного генератора на лавино-прольотному діоді 3A762B наведено на рис.4.



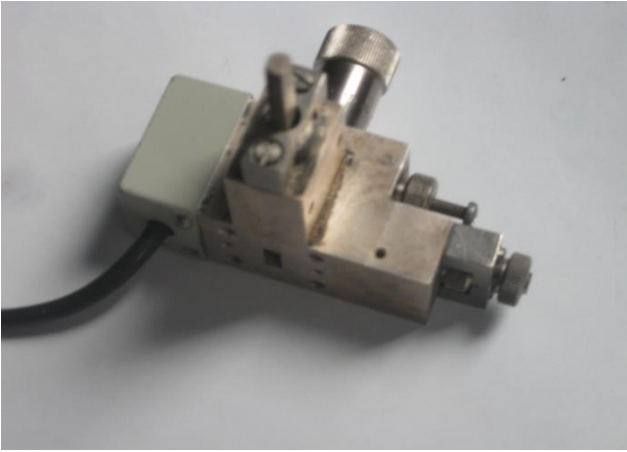


Рис. 4. Зовнішній вид імпульсного генератора на лавино-прольотному діоді 3A762B

Конструкція генератора має наступні геометричні параметри: висота зазору  $b = 0,12$  см; діаметр стрижня  $d = 1,2$  см; радіус діода  $r_0 = 0,6$  см; довжина резонатора  $l_p = 4,6$  см. Перебудова частоти здійснюється безконтактним підрядковим поршнем. Експериментальні дослідження показали, що радіоімпульсний генератор забезпечує наступні параметри: частота заповнення імпульсів 50 ГГц; вихідна потужність у імпульсі 17,6...18 Вт; тривалість імпульсу  $(1...1,5) \cdot 10^{-7}$  с; період проходження імпульсів  $(1...1,5) \cdot 10^{-5}$  с. Як впливає з представлених результатів тимчасова нестабільність частоти на виході генератора становить  $5 \cdot 10^{-7}$ , а спектральна потужність частотних флуктуацій генератора не перевищує величини  $10^{-4}$  (рад/Гц<sup>2</sup>) на частотах до 10 Гц. Ступінь пригнічення дискретних складових з частотою мережі живлення (50 Гц) – 40 дБ.

Для впливу на біологічно активні точки радіоімпульсного випромінювання була розроблена діелектрична стрижнева антена циліндричного типу з фторпласта-4 з параметрами: діаметр 10 мм, довжина 18 мм. Ширина головної пелюстки діаграми спрямованості у зазначеній площині при  $L=18$  мм за рівнем  $-3$  дБ становить 7,9 мм. Конструкція антени наведена рис. 5.

Для уточнення параметрів ЕМП міліметрового діапазону, отриманих теоретичним шляхом, був проведений багатофакторний експеримент. Математична модель, яка описує процес лікування телят хворих на диспепсію радіоімпульсним випромінювачем наведена у вигляді рівняння регресії:

$$Y = 26,7 + 3,1X_1 + 2,8X_2 + 1,9X_3 + 1,8X_4 + 2,4 X_5 + 3,4 X_1X_2 + 3,1X_1X_3 + 3,0X_1X_4 + 2,8 X_1X_5 + 2,6 X_2X_3 + 2,7X_2X_4 + 2,9 X_2X_5 + 1,1 X_3X_4 + 1,3X_3X_5 + 1,4X_4X_5 + 1,2 X_1^2 + 1,0 X_2^2 + 2,6 X_3^2 + 2,5 X_4^2 + 2,7X_5^2,$$

де  $Y$  – величина діелектричної проникності крові телят;  $X_1$  – частота заповнення імпульсів;  $X_2$  – потужність в імпульсі;  $X_3$  – період проходження імпульсів;  $X_4$  – тривалість імпульсів;  $X_5$  – час опромінення БАТ.

У лабораторних умовах було встановлено, що для лікування диспепсії телят необхідні такі параметри радіоімпульсного опромінення: частота заповнення імпульсів –  $50,0 \pm 0,02$  ГГц; амплітуда потужності в імпульсі –  $18,0 \pm 0,1$  ГГц; період проходження імпульсів –  $1,0 \cdot 10^{-5} \pm 0,1 \cdot 10^{-5}$  с; тривалість імпульсів –  $1,0 \cdot 10^{-7} \pm 0,1 \cdot 10^{-7}$  с; експозиція опромінення БАТ –  $25 \pm 2$  с.

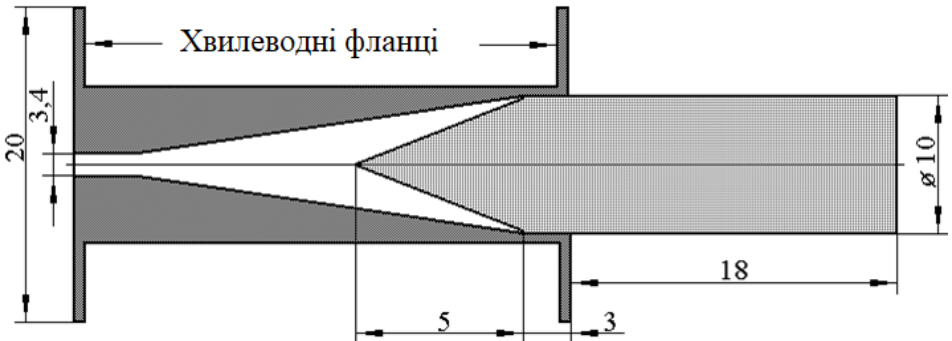


Рис.5. Конструкція діелектричної стрижневої антени

Для експерименту були використані в досліді і контролі групи по 25 телят. Кожного телята в дослідній групі обробляли один раз щодня протягом 30 с електромагнітним випромінюванням з параметрами: частота  $f = 50$  ГГц, потужність в імпульсі 18 Вт. Обробку телят електромагнітним випромінюванням проводили під час їх годування протягом 3-х днів впливом радіоімпульсного електромагнітного

випромінювання на БАТ. У контрольній групі телята опроміненню ЕМП не піддавалися.

Дослідну групу телят (кількість 25) лікували шляхом впливу радіоімпульсним електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону на біологічно активні точки № 4, 5, 6, 7, 10, 15 шкірного покриву тварин. Діелектричну проникність крові тварин проводили до і після лікування. Середньодобові прирости живої маси телят визначали за результатами зважування телят. З аналізу даних видно, що результативність радіоімпульсної терапії диспепсії телят склала 100% у досліді, а в контролі 72%. Курс лікування скоротився на 4 дні або на 57%.

Прирости в контрольній групі протягом місяця після одужання склали – 450 г, а в дослідній групі – 560 г, що на 24% більше. Смертність телят після 20 днів життя склала в контрольній групі 28%, а в дослідній вижили всі телята. У результаті виробничого експерименту було встановлено, що прибуток від впровадження ЕМ технології в даному господарстві склав 50 тис. грн. з розрахунку 25 голів телят вилікуваних від диспепсії.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У дисертаційній роботі на підставі теоретичних і експериментальних досліджень створена інформаційна радіоімпульсна електромагнітна технологія і технічна система радіоімпульсного електромагнітного випромінювання в міліметровому діапазоні довжин хвиль для лікування телят хворих диспепсією. Радіоімпульсні випромінювання міліметрового діапазону довжин хвиль дозволяють створити безмедикаментозну технологію лікування тварин і збільшити поголів'я великої рогатої худоби.

1. На основі аналізу фактичного матеріалу вітчизняних та зарубіжних публікацій встановлено, що для лікування телят хворих на диспепсію необхідно опромінювати інформаційним радіоімпульсним електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону довжин хвиль.

2. У процесі теоретичного аналізу розробленої моделі було встановлено, що лікування телят хворих диспепсією слід опромінювати радіоімпульсним електромагнітним випромінюванням з параметрами: тривалість імпульсів  $0,5 \cdot 10^{-7} \text{с} \leq \tau \leq 1,5 \cdot 10^{-7} \text{с}$ ; період повторення імпульсів  $0,5 \cdot 10^{-5} \leq T \leq 1,5 \cdot 10^{-5} \text{с}$ ; шпаруватість імпульсів може бути

$q = T/\tau \cong 100$ ; напруженість електричного поля  $E_0 = 8,8$  В/м,  $E_{cp} = 5,7$  В/м; величина потужності радіоімпульсів складає 18 Вт; частота заповнення імпульсів 50 ГГц; час експозиції 25...35 с.

3. Для створення радіоімпульсних генераторів слід використовувати корпусовані ЛПД типу 3А762В з параметрами: діапазон частот 50 ГГц; імпульсна потужність  $P_i = 20$  Вт; імпульсний струм  $I_i = 25$  А;  $\tau_1 = 100$  нс;  $Q = 100$ ; параметри корпуса:  $C_k = 0,3$  пФ,  $C_k = 0,4$  нГн,  $C = 0,25$  пФ.

4. Для лікування телят хворих диспепсією необхідно використовувати оптимальні параметри інформаційного радіоімпульсного електромагнітного випромінювання, отриманих в результаті багатofакторного експерименту:

- частота заповнення імпульсів  $-50,0 \pm 0,02$  ГГц;
- амплітуда потужності в імпульсі  $-18,0 \pm 0,1$  ГГц;
- період проходження імпульсів  $-1,0 \cdot 10^{-5} \pm 0,1 \cdot 10^{-5}$  с;
- тривалість імпульсів  $-1,0 \cdot 10^{-7} \pm 0,1 \cdot 10^{-7}$  с;
- експозиція випромінювання БАТ  $-25 \pm 2$  с.

5. Для лікування диспепсії новонароджених телят через вплив радіоімпульсного випромінювання на їх БАТ, слід використовувати діелектричну стрижневу антену циліндричного типу з фторопласту-4 діаметром 10 мм і довжиною 18 мм. дана антена забезпечує аксіально-симетричну діаграму спрямованості, ширина якої за рівнем  $-3$  дБ дорівнює 7,9 мм.

6. В результаті проведених досліджень було встановлено, що проведене лікування диспепсії у телят із застосуванням радіоімпульсного випромінювання міліметрового випромінювання впливає на подальший розвиток молодняка. Прирости в контрольній групі протягом місяця після одужання склали  $-450$  г., а в дослідній групі  $-560$  г., що на 24% більше.

7. Фахівцями ветеринарної медицини були зареєстровані випадки хвороби телят кишково-шлунковими та легневими захворюваннями. Захворюваність телят в дослідній групі склала 11,6 %, а в контрольній 39 %. Смертність телят після 20 днів життя склала в контрольній групі 28 %, а в дослідній вижили всі телята.

8. В результаті виробничого експерименту було встановлено, що прибуток від впровадження ЕМ технології в даному господарстві склав 50 тис. грн. з розрахунку 25 голів телят вилікуваних від диспепсії.

## ПУБЛІКАЦІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації:

1. Guzenko V. Fnalysis of parameters dielectric narrowing cored aerals / V. Guzenko V. Krivonjsov // *Slovak international scientific journal*. – № 36, VOL. 1. – Bratislava, 2019. – P. 22 – 28.
2. Guzenko V. Biophysical bases of application of electromagnetic radiations for treatment dyspepsia of calves / V.Guzenko, A. Cherenkov // *Osterreichisches Multiscience journal*. – № 23, Vol. 2. – Innsbruck, 2019. – P. 3 – 6.
3. Гузенко В. В. Аналіз взаємодії радіоімпульсного випромінювання з біологічно активними точками тварин/ В. В. Гузенко, Н. В. Тітова, Г. М. Новіцький // Вісник Хмельницького національного університету. –2020. – № 1 (281). – С. 64 – 70.
4. Гузенко В. В. Визначення параметрів електромагнітного випромінювання для лікування диспепсії тварин / В. В. Гузенко, Л. М. Михайлова // *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Подільський державний аграрно-технічний університет*. – Кам'янець-Подільський, 2019. – Вип. 31. – С. 73 – 79.
5. Guzenko V. Analysis of the electrodynamics model of an biologically active point of ansmal skin / V. Guzenko, N. Kosulina // *The Scientific Heritage (Budapest)*. – 2020. – No. 46 – P. 1. – Pp. 25 – 28.

## ОПУБЛІКОВАНІ ПРАЦІ АПРОБАЦІЙНОГО ХАРАКТЕРУ

6. Гузенко В. В. Джерела ВВЧ діапазона для інформаційного впливу на біологічні об'єкти: *тези за матеріалами V міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті професора Віктора Михайловича Синькова* [«Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК»] (Київ, 19 – 20 грудня 2019 р.) / Гузенко В.В., Лисиченко М.Л. // *М-во освіти і науки України, Національний університет биоресурсів і природокористування України*. – К.: НУБІП, 2019. – С. 111 – 112.
7. Гузенко В. В. Влияние радиоимпльсного излучения на сохранность новорожденнiх телят: *тези за матеріалами X міжнародної науково-практичної конференції* [«Сучасний рух науки»] (Дніпро, 2 – 3 квітня 2020 р.) / Гузенко В. В., Лисиченко М. Л., Чугуй Е. А. // *М-во освіти і науки України, «Way Scisence»*. – Т.1. – С. 333 – 339.
8. Гузенко В. В. Аналіз впливу радіоімпульсного інформаційного

випромінювання на збереження новорождеих телят: *тези за матеріалами 12 міжнародної науково-практичної конференції* [«Влияние современности в науки и практики»] (Edmonton, 12 – 13 april 2020 p.) / Гузенко В. В., Лисиченко М. Л., Чугуй Е. А. // Canada. – С. 313 –316.

## АНОТАЦІЯ

Гузенко В. В. Імпульсна електромагнітна технологія і електронні системи лікування диспепсії у телят. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи. – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2020.

У дисертаційній роботі на основі теоретичних і експериментальних досліджень створена радіоімпульсна інформаційна електромагнітна технологія та електронна система електромагнітного випромінювання в міліметровому діапазоні довжин хвиль для лікування телят хворих на диспепсію. У роботі, на основі математичної моделі, досліджено процес взаємодії радіоімпульсного випромінювання з біологічно активними точками телят. Проведений багатофакторний експеримент показав, що оптимальними біотропними параметрами ЕМП для лікування диспепсії телят є: частота заповнення імпульсів –  $50,0 \pm 0,02$  ГГц; амплітуда потужності в імпульсі –  $18,0 \pm 0,1$  ГГц; період проходження імпульсів –  $1,0 \cdot 10^{-5} \pm 0,1 \cdot 10^{-5}$  с; тривалість імпульсів –  $1,0 \cdot 10^{-7} \pm 0,1 \cdot 10^{-7}$  с; експозиція опромінення БАТ –  $25 \pm 2$  с. Прирости в контрольній групі протягом місяця після одужання склали – 450 г, а в дослідній групі – 560 г, що на 24% більше. Смертність телят після 20 днів життя складала в контрольній групі 28%, а в дослідній вижили всі телята. В результаті виробничого експерименту було встановлено, що прибуток від впровадження ЕМ технології в даному господарстві склав 50 тис. грн. з розрахунку 25 голів телят вилікуваних від диспепсії.

*Ключові слова:* радіоімпульсне електромагнітне поле; міліметровий діапазон; лікування диспепсії телят; діелектрична стрижнева антена.

## АННОТАЦИЯ

Гузенко В. В. Импульсная электромагнитная технология и электронные системы лечения диспепсии у телят. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – биологические и медицинские приборы и системы. – Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко. – Харьков, 2020.

В диссертационной работе на основе теоретических и экспериментальных исследований создана радиоимпульсная информационная электромагнитная технология и электронная система электромагнитного излучения в миллиметровом диапазоне длин волн для лечения телят больных диспепсией. В работе на основе математической модели исследован процесс взаимодействия радиоимпульсного излучения с биологически активными точками телят. Проведенный многофакторный эксперимент показал, что оптимальными биотропными параметрами ЭМП для лечения диспепсии телят являются: частота заполнения импульсов –  $50,0 \pm 0,02$  ГГц; амплитуда мощности в импульсе –  $18,0 \pm 0,1$  ГГц; период следования импульсов –  $1,0 \cdot 10^{-5} \pm 0,1 \cdot 10^{-5}$  с; длительность импульсов –  $1,0 \cdot 10^{-7} \pm 0,1 \cdot 10^{-7}$  с; экспозиция облучения БАТ –  $25 \pm 2$  с.

Для создания информационной импульсной технологии лечения диспепсии телят возникла необходимость в разработке радиоимпульсного генератора. Для генератора была использована волноводно-штыревая конструкция с корпусированным ЛПД типа 3А762В с параметрами: диапазон частот 50 ГГц; импульсная мощность  $P_i = 20$  Вт; импульсный ток  $I_i = 25$  А;  $\tau_1 = 100$  нс;  $Q = 100$ ; параметры корпуса:  $C_k = 0,3$  пФ,  $C_k = 0,4$  нГн,  $C = 0,25$  пФ.

В результате проведенных экспериментальных исследований был разработан радиоимпульсный генератор с параметрами: частота заполнения импульсов –  $50,0 \pm 0,02$  ГГц; амплитуда мощности в импульсе –  $18,0 \pm 0,1$  ГГц; период следования импульсов –  $1,0 \cdot 10^{-5} \pm 0,1 \cdot 10^{-5}$  с; длительность импульсов –  $1,0 \cdot 10^{-7} \pm 0,1 \cdot 10^{-7}$  с; экспозиция облучения БАТ –  $25 \pm 2$  с; диапазон перестройки частоты генератора 3%; подавление побочных гармоник выходного сигнала не меньше 45 дБ; долговременная нестабильность частоты генератора  $5 \cdot 10^{-8}$  за 1 с;

Для эксперимента были использованы в опыте и контроле группы по 25 телят. Каждого телёнка в опытной группе обрабатывали один раз ежедневно в течение 30 с электромагнитным излучением с параметрами; частота  $f = 50$  ГГц, мощность в импульсе 18 Вт. Опытную группу телят лечили путём воздействия радиоимпульсным электромагнитным излучением миллиметрового диапазона на БАТ № 4, 5, 6, 7, 10, 15 кожного покрова животных. Диэлектрическую проницаемость крови животных проводили до и после лечения. Среднесуточные привесы живой массы телят определяли по результатам взвешивания телят.

Из анализа данных видно, что результативность радиоимпульсной терапии диспепсии телят составила 100% в опыте, а в контроле 72%. Курс лечения сократился на 4 дня или на 57%. Привесы в контрольной группе в течение месяца после выздоровления составили – 450 г, а в опытной группе – 560 г, что на 24% больше. Специалистами ветеринарной медицины были зарегистрированы случаи болезни телят кишечно-желудочными и легочными заболеваниями. Заболеваемость телят в опытной группе составила 11,6 %, а в контрольной 39 %. Смертность телят после 20 дней жизни составила в контрольной группе 28 %, а в опытной выжили все телята. В результате производственного эксперимента было установлено, что прибыль от внедрения ЭМ технологии в данном хозяйстве составила 50 тыс. грн. из расчёта 25 голов телят вылеченных от диспепсии.

*Ключевые слова:* радиоимпульсное электромагнитное поле; миллиметровый диапазон; лечение диспепсии телят; диэлектрическая стержневая антенна.



## SUMMARY

Guzenko V. V. pulsed electromagnetic technology and electronic systems for treatment of dyspepsia in calves. – Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical Sciences in the specialty 05.11.17 – biological and medical devices and systems. – Peter Vasilenko Kharkiv national technical University of agriculture. – Kharkiv, 2020.

In the dissertation work, based on theoretical and experimental research, a radioimpulse information electromagnetic technology and an electronic system of electromagnetic radiation in the millimeter wavelength range for the treatment of calves with dyspepsia were created. The process of interaction of radio-pulse irradiation with biologically active points of calves is studied on the basis of a mathematical model. A multi-factor experiment has shown that the optimal biotropic EMF parameters for the treatment of calf dyspepsia are: pulse filling frequency –  $50,0 \pm 0,02$  GHz; pulse power amplitude –  $18,0 \pm 0,1$  GHz; pulse repetition period –  $1,0 \cdot 10^{-5} \pm 0,1 \cdot 10^{-5}$  sec. pulse duration –  $1,0 \cdot 10^{-7} \pm 0,1 \cdot 10^{-7}$  s; exposure to BAT –  $25 \pm 2$  seconds. Gains in the control group during the month after recovery were – 450 g, and in the experimental group – 560 g, which is 24% more. The mortality rate of calves after 20 days of life was 28% in the control group, and all calves survived in the experimental group.

As a result of the production experiment, it was found that the profit from the introduction of EM technology in this economy amounted to 50 thousand UAH at the rate of 25 calves cured of dyspepsia.

*Keywords:* radio-pulse electromagnetic field; millimeter range; treatment of calf dyspepsia; dielectric rod antenna.

Підписано до друку - 06.06. 2020 р.  
Комп'ютерний набір та верстка Полянова Н. В.  
Формат паперу 60x84 1/16. Папір офсетний.  
Ум. друк.0,765  
Замовлення № 44/032017. Наклад 100 прим.  
Друкарня ФОП Олейникова Ю.В.  
м. Харків, вул. Різдяна (Енгельса) 29А,  
Тел.: +38(057) 7-529-729.  
Свідоцтво про реєстрацію:  
Серія ХК, №163 від 20.12.2005 р.



