

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

На правах рукопису
УДК 537.868

ЗОТОВА ЗІНАІДА ІВАНІВНА

РОЗРОБКА ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ХЕМІЛУМІНЕСЦЕНЦІ І
БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО
ПОХОДЖЕННЯ НА НВЧ ПРИ ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ОБРОБЦІ

Спеціальність:

05.20.02 - Застосування електро-
технологій у сільсько-
господарському виробництві

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1996

Дисертація є рукопис.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка

Робота виконана в Харківському
Державному технічному університеті сільського господарства



00743921 (Q)

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент
Черенков Олександр Данилович

Офіційні опоненти:

доктор фізико-математичних наук, завідувачий відділом Ін-
ституту радіофізики та електроніки ім. О.Я.Усикова НАН
України Ківа Ф.В.

кандидат технічних наук, професор Харківського Державного
технічного університету сільського господарства Черемісін М.М.

Провідна організація - Український науково-дослідний інсти-
тут сільськогосподарського машинобудування.

Захист дисертації відбудеться 27 грудня 1996р. о 10⁰⁰ годині
на засіданні Спеціалізованої вченої ради К 02.20.02 в Харків-
ському Державному технічному університеті сільського
господарства

/310078, Харків, вул.Артема,44/.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Харківського
Державного технічного університету сільського господарства за
адресою: Харків, вул.Артема,44.

Автореферат розісланий 26 листопада 1996р.

Вчений секретар

Спеціалізованої вченої ради К 02.20.02

к.т.н., професор

Л.С. Єрмолов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Національній програмі України подальший розвиток сільського господарства зв'язаний з застосуванням інтенсивних технологій. У технологічних процесах електрична енергія знаходить застосування для впливу на рослини, насіння злакових, овочевих культур з метою отримання продукції з заданими властивостями, стимулювання росту, підвищення урожайності і стійкості до хвороб, боротьби з бур'янами, сушки насіння та плодів. Аналіз залежності схожості насіння, енергії проростання, інтенсивності дихання, якості та кількості урожаю від параметрів діючого електромагнітного поля (ЕМП) показує, що характер реакцій біологічних об'єктів залежить не тільки від величини електромагнітної енергії, а й від модуляційно-часових параметрів ЕМП. Багаточисленні дослідження на бактеріальних системах, дріжджах, вірусах показали, що біологічні зміни у клітинах та тканинах, які виникають під впливом міліметрових хвиль неможливо пояснити з точки зору теплового впливу. Результати наукових досліджень останніх років показують, що зараз нарівні з електротепловими методами, які потребують значних енерговитрат, успішно розвиваються і нетеплові методи впливу НВЧ-енергії на біологічні об'єкти. При вірному виборі параметрів діючого ЕМП можна змінювати хід інформаційних процесів в біологічному об'єкті, стимулювати сили самого об'єкта для досягнення потрібного біологічного ефекту. Розвиток нетеплової електротехнології здержується недостатньою вивченню процесів взаємодії ЕМП з біологічними об'єктами, відсутністю практичних досліджень, які ураховують усю сукупність факторів: морфологічну будову, електрофізичні властивості об'єктів.

ІНСТИТУТ В. СТЕФАНІКА
АН України

3. Черенков А.Д., Зотова З.И. Применение преобразователей на основе диэлектрических резонаторов для измерения диэлектрической проницаемости жидкостей. - Харьков, 1987. -10с. - Деп. в ВИНТИ 26.03.87, №2205-887.
4. Черенков А.Д., Зотова З.И. Устройство для наблюдения послесвечения биологических объектов. - Харьков, 1993. -7с. -Деп. в ГНТБ Украины 22.07.93, №1585-Ук 93.
5. Черенков А.Д., Зотова З.И. Кинетика затухания хемиллюминесценции корневой системы пшеницы после воздействия низкоэнергетическими ЭМП СВЧ. - Харьков, 1994. -5с. -Деп. в ГНТБ Украины 01.03.94, №440-Ук 94.
6. Черенков А.Д., Зотова З.И. Способ равномерного облучения жидких сред ЭМ полем КВЧ-диапазона. - Харьков, 1993. -5с. -Деп. в ГНТБ Украины 22.07.93, №1586-Ук 93.

Зотова Зинаида Ивановна. Разработка средств контроля хемиллюминесценции биологических объектов сельскохозяйственного происхождения на СВЧ при технологической обработке.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 - применение электротехнологий в сельскохозяйственном производстве. Харьковский Государственный технический университет сельского хозяйства, 1996.

Защищается работа, которая содержит результаты исследований в области применения электромагнитных полей миллиметрового диапазона нетепловых уровней в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

Целью работы является разработка технических средств контроля и измерения изменений хемиллюминесценции биологических объектов при их облучении электромагнитными полями нетепловых уровней СВЧ диапазона и разработка элементов

технологии предпосевной обработки зерновых.

В работе получены следующие научные результаты:

- из многочисленных параметров, характеризующих состояние биологических объектов при взаимодействии их с электромагнитными полями наиболее информативным является хемилюминесценция;
- экспериментально обнаружено, что действие электромагнитных полей на биологические объекты вызывает индуцированную хемилюминесценцию и доказано, что разработанную систему можно применять для экспресс-диагностики эффективности облучения исследуемых объектов;
- применение разработанного устройства позволит установить оптимальные режимы электротехнологии предпосевной обработки семян зерновых.

Ключевые слова: электромагнитное поле, миллиметровый диапазон, биохемилюминесценция, биологические объекты, экспресс-диагностика.

Zotova Zinaida Ivanovna. The development of technical control aids of hemiluminiscence of biological objects with agricultural nature on EFH in the process of their technological treatment.

Dissertation for a degree of the Candidate of Technical Science in 05.20.02 speciality - Electrification of Agricultural Production. Kharkov State Technical University of Agriculture, Kharkov, 1996.

The dissertation contains investigation results in the field of application of millimetric range electromagnetic fields of nonthermal level in technological processes of agricultural production.

In the paper the main attention is paid to the development of the method of measurement of biological objects res-

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі проводиться огляд методів дослідження взаємодії ЕМІ з біологічними об'єктами. Показано, що з багаточисленних параметрів, які характеризують стан біологічного об'єкту під впливом різних фізичних факторів, найбільш інформативним є хемілюмінесценція біологічних об'єктів. Аналіз методів вимірювання показав, що найбільш перспективними є фотометричні способи вимірювання хемілюмінесценції біологічних об'єктів. Перевагою фотометричних способів вимірювання є їх висока чутливість, універсальність вимірювань, можливість автоматизації процесу вимірювання з безпосереднім зв'язком з ЕОМ.

Створення приладу контролю вимірювання змін хемілюмінесценції дозволяє оцінити вплив ЕМІ нетеплових рівнів на сільськогосподарські об'єкти рослинного походження при їх передпосівній обробці.

Сучасний стан питання, актуальність вказаних задач визначили наступні основні напрямки, які потребують розв'язання в зв'язку з вказаною проблемою:

1) теоретично обґрунтувати і розробити технічний прилад для контролю змін хемілюмінесценції сільськогосподарських об'єктів;

2) провести теоретичні дослідження і розробити вимірювальний перетворювач;

3) теоретично обґрунтувати принципи побудови системи вимірювання змін хемілюмінесценції біологічних об'єктів;

4) експериментально вивчити реакції сільськогосподарських об'єктів рослинного походження на вплив ЕМІ нетеплових рівнів.

У другому розділі проведений теоретичний аналіз процесів, які виникають у вимірювальному перетворювачі під

час впливу на біологічний об'єкт ЕМП міліметрового діапазону.

Використання хемілюмінесценції для оцінки впливу ЕМП на біологічні об'єкти потребує створення таких умов в вимірювальному перетворювачі, які б забезпечували його ефективне облучення. Для вирішення цієї задачі був запропонований вимірювальний перетворювач на основі двох розсіювачів, котрі розташовані у відрізьку хвильовода (1). Один з розсіювачів - досліджуємий біологічний об'єкт (2), місце розміщення якого незмінне, а другий - металева сфера (3), яка переміщується. На рис.1 зображена конструкція вимірювального перетворювача.

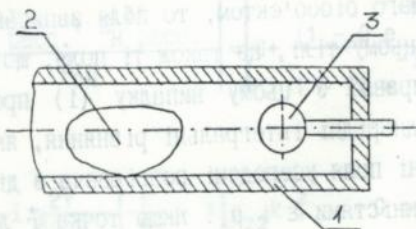


Рис.1

Змінюючи відстань поміж розсіювачами можна добитися максимуму інтенсивності ЕМП в точці розміщення біологічного об'єкта.

Задача розрахунку ЕМП складається з розв'язування інтегральних рівнянь еквівалентних рівнянням Максвела, сумісно з межовими умовами на межі розподілу двох середовищ:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_0(\vec{r}) + \frac{1}{4\pi} (\text{grad div} + k^2) \int \left[\left(\frac{\epsilon}{\epsilon_c} - 1 \right) \vec{E}(\vec{r}') f(|\vec{r} - \vec{r}'|) d\vec{r}'; \right.$$

$$\vec{H}(\vec{r}) = \vec{H}_0(\vec{r}) + \frac{i\omega\epsilon_c}{4\pi} \text{rot} \int \left[\left(\frac{\epsilon}{\epsilon_c} - 1 \right) \vec{E}(\vec{r}') f(|\vec{r} - \vec{r}'|) d\vec{r}', \quad (1)$$

де

$$f(|\vec{r} - \vec{r}'|) = \frac{e^{-jk|\vec{r} - \vec{r}'|}}{|\vec{r} - \vec{r}'|};$$

$\vec{E}_0(\vec{r})$ и $\vec{H}_0(\vec{r})$ - Напруженість електричного і магнітного поля відповідно, які були 0 в точці \vec{r} при відсутності біологічного розсіювача;

V - обсяг облучаємого тіла;

k - хвильове число;

ϵ_c - діелектрична проникність середовища;

ϵ - діелектрична проникність об'єкта.

Сенс полів, котрі стоять зліва у виразі (1), залежать від положення точки \vec{r} . Якщо ця точка розташована усередині обсягу V , займаємого біооб'єктом, то поля записані у виразі зліва і є поля у цьому тілі, це також ті поля, що і під знаком інтегралу справа. У цьому випадку (1) представляють собою лінійно неоднорідні інтегральні рівняння, які визначають електромагнітні поля усередині розсіювача з діелектричною і магнітною проникністями ϵ і μ_0 . Якщо точка \vec{r} лежить поза областю V , то (1) представляє рівність, яка визначає повне поле (перший доданок) і розсіяне поле (другий доданок). Вираз для полів з урахуванням розсіяння на біооб'єкті одержано із рівнянь:

$$\begin{cases} \vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_0(\vec{r}) + (\text{grad div} + k^2) \vec{\Pi}^{\text{a}} \\ \vec{H}(\vec{r}) = \vec{H}_0(\vec{r}) + i\omega\epsilon_c \text{rot} \vec{\Pi}^{\text{a}}. \end{cases} \quad (2)$$

де $\vec{\Pi}^{\text{a}}$ - електричний потенціал Герца.

Камера вимірювального перетворювача, де розташований біологічний об'єкт, представляє відрізок хвильовода. Тому ЕМІ, розсіяні на біооб'єкті, повинні задовольняти межовим умовам на поверхнях, які мають різну геометрію: на плоских стінках хвильовода і на поверхні еліпсоїду. Рішення для визначення цих полів було отримано при розкладі зовнішніх полів по власним функціям хвильовода та застосування інтегральної

форми рівнянь Максвелла. Частота падаючої хвилі така, що у хвильоводі може поширюватися лише основна H_{10} -хвиля, то і відбиття хвиля на великих відстанях буде складатися із однієї основної хвилі. Відбиття хвиля буде мати такі компоненти: $E_{Y \text{ отр}}^{(0)}$; $H_{X \text{ отр}}^{(0)}$; $H_{Z \text{ отр}}^{(0)}$.

Величина відбитної хвилі залежить від величини падаючої на біооб'єкт хвилі в кожній конкретній точці лінійно, тому коефіцієнт відбиття буде об'єктивним показником ефективності розміщення розсіювача. Одержано для коефіцієнта відбиття:

$$|\eta| = \left| \frac{E_{H \text{ расс.}}^{(1)} + E_{H \text{ расс.}}^{(2)}}{E_{OH}} \right| = \left| G + \frac{(1 - G e^{-i2\beta_{10}s})F}{1 + FG e^{-i2\beta_{10}s}} (1+G) \right| \quad (3)$$

де

$$F = -i \frac{2V}{\Delta \text{dnh}_{10}} \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_c} - 1 \right) a_{22} k^2; \quad G = -i \frac{8\pi R^3}{\text{dnh}_{10}} k^2,$$

d, h - лінійні розміри хвильоводу;

R - радіус кулі;

s - відстань між розсіювачами;

β_{10} - хвильовідна постійна поширення.

Отримано вираз, який зв'язує відстань між розсіювачами з довжиною хвилі і з діелектричною проникністю досліджуемого об'єкта

$$s = \left| \frac{\ln(G+F-GF-\eta) - \ln(\eta+1)GF}{2\beta_{10}} \right|. \quad (4)$$

Графік цієї залежності показаний на рис.2.

У третьому розділі розглянуто принципи побудови функціональної схеми приладу:

- 1) Вибір методу вимірювання вихідного сигналу ФЕП;

2) обґрунтування вибору фотоприймача;

3) розрахунок узгоджуючого устрою.

При порівнянні існуючих методів вимірювання хемілюмінесценції біологічних об'єктів перевага була віддана методу лічіння одиничних імпульсів, бо цей метод має найбільшу ефективність і чутливість.

При виборі фотоприймача були ураховані бистродійність, величина інтенсивності вимірюємої хемілюмінесценції, спектральна область, у якій відбувається випромінювання. Проаналізувавши спектральні характеристики різних типів фотоелектронних приймачів та їх технічні параметри для роботи був застосований фотоприймач типу ФЭУ-79, у якому оптимально поєднується висока чутливість з високою бистродійністю. Для повного використання цих властивостей необхідно застосувати такий електронний устрій, який дає можливість узгоджувати електричні і часові характеристики фотоприймача з реєструючим устроєм. Цю задачу вирішує підсилюючий блок, який має бистродійний підсилювач і дискримінацію. Підсилювач повинен задовольняти таким вимогам:

1) забезпечити малий вхідний опір попереднього підсилювача;

2) широку смугу пропускання ($10-10^8$ Гц), котра узгоджена з енергетичним спектром одноелектронних імпульсів;

3) стабільність коефіцієнта перетворення попереднього підсилювача і порога дискримінації;

4) низький рівень шумів вхідного каскаду (<10 мВ) і достатній коефіцієнт підсилювання.

Для узгодження хвильового опору вимірювального перетворювача з хвильовим опором хвильоводу, по якому підводиться НВЧ-енергія, був виготовлений узгоджуючий устрій, розрахунок якого приведений у дисертації.

У четвертому розділі приведені технічні данні

Залежність відстані між розсіювачами від діелектричної проникності біологічного об'єкта та довжини хвилі

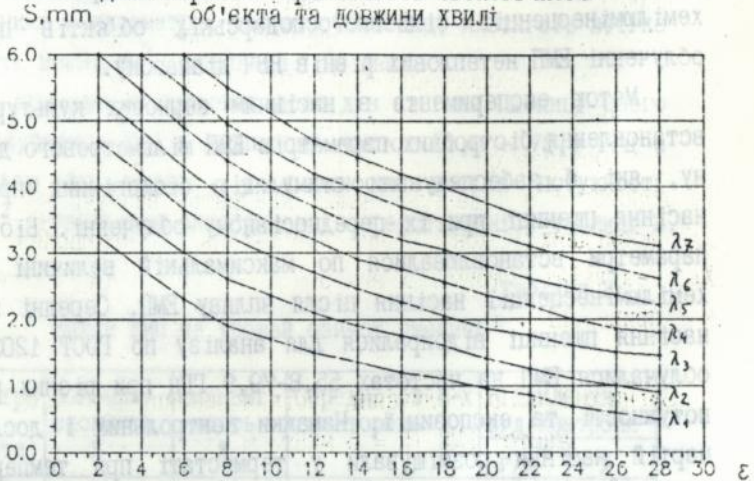


Рис.2.

Кінетика процесу хемілімінесценції насіння пшениці сорта "Ахтирчанка"

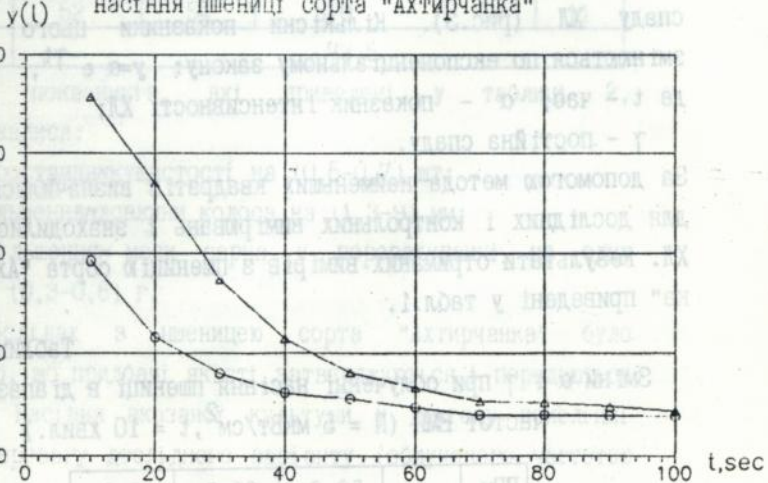


Рис.3.

- спонтанна біохемілімінесценція
- △— індукційована ЕМП на частоті 58,6ГГц

розробленого приладу контролю для вимірювання змін хемілюмінесценції сільськогосподарських об'єктів при їх облученні ЕМП нетеплових рівнів НВЧ діапазону.

Метою експеримента з насінням зернових культур було встановлення біотропних параметрів ЕМП міліметрового діапазону, які б забезпечували стимуляцію біологічних процесів насіння пшениці при їх передпосівному облученні. Біотропні параметри встановлювалися по максимальній величині зміни хемілюмінесценції насіння після впливу ЕМП. Середні зразки насіння пшениці відбиралися для аналізу по ГОСТ 12036-85, облучалися ЕМП на частотах 55,8-79,9 ГГц при різних рівнях потужності та експозиції. Наважки контрольних і дослідних партій насіння розміщували у термостаті при температурі $+20 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Через дві доби проводилось облучення і замір змін ХЛ. Достовірність одержаних даних визначалася методом дисперсійного аналізу. Після чого проводився аналіз кривих спаду ХЛ (рис.3). Кількісні показники цього процесу змінюються по експоненціальному закону: $y = \alpha e^{-\gamma t}$, де t - час; α - показник інтенсивності ХЛ; γ - постійна спаду.

За допомогою метода найменших квадратів визначилися α і γ для дослідних і контрольних вимірювань і знаходилися зміни ХЛ. Результати отриманих вимірів з пшеницю сорта "Ахтирчанка" приведені у табл.1.

Таблиця 1

Зміни α і γ при облученні насіння пшениці в діапазоні частот ЕМП ($P = 5 \text{ мкВт/см}^2$, $t = 10 \text{ хвил.}$)

ГГц		58,6	69,6	78,6
α	0	2324	1890	1400
	K	1210	1210	1210
γ	0	0,039	0,041	0,043
	K	0,055	0,055	0,055

Було доведено, що для пшениці сорта "Ахтирчанка" оптимальними є параметри: частота 58,6 ГГц, щільність потіка потужності 5мкВт/см², експозиція 10 хвил.

Для проведення польових дослідів насіння пшениці цього сорту облучалися ЕМІ в діапазоні частот 55,0 - 78,6 ГГц з експозицією 10 хвил. і щільністю потіка потужності 5мкВт/см². Результати експериментів представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив ЕМІ на урожай озимої пшениці

Параметри ЕМІ (частота)	Полов'я схожість %	Виживає- мость %	Середнє із 4-х повторень	Відхилення від контролю	
				г/м ²	%
Контроль	55	51	460	0	0
55,0 ГГц	60	58	529	69	15
58,6 ГГц	68	63	579	119	26
69,9 ГГц	59	55	524	64	14
78,6 ГГц	52	54	510	50	11
НСР ₀₁			73,5		

Полішення показників, які приведені у таблиці 2, спроводжувалися:

- зростанням куцкості на (0,5-0,7) шт;
- збільшенням довжини колоса на (1,3-9) мм;
- збільшенням маси зерна у перерахуванні на одну рослину на (0,3-0,6) г.

У дослідях з пшеницею сорта "Ахтирчанка" було встановлено, що придбані якості затверджуються і передаються потомству. Насіння вказаної культури у другому поколінні показали перевагу дослідного варіанту (облученого частотою 58,6 ГГц) по схожості, густоті рослин і урожайності по зрівнянню з контролем. Урожай підвищився на 10% за рахунок деяких елементів структури, а саме: довжини колосу, кількості колосків у колосі, ваги зерна на одну рослину.

Перевірка хлібопекарної якості зерна показала, що у облученого зерна по зрівнянню з контролем сира клейковина підвищилася на 2,2%, в'язкість на 17%, сила муки на 15од., а обсяг хлібу на 30 см³.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі виконаної роботи одержані наступні результати:

1. Для одержання направлених змін у розвитку біологічного об'єкта в електротехнологічних процесах сільськогосподарського виробництва необхідно застосувати низькоенергетичні ЕМП.

2. Інтенсифікація електротехнологічних процесів на основі застосування низькоенергетичних ЕМП НВЧ діапазону можлива тільки з упровадженням у технологічний цикл автоматизованих приладів контролю за зміною ХЛ.

3. Встановлено, що із багаточислених параметрів які характеризують стан біологічного об'єкту при взаємодії його з ЕМП, найбільш інформативним є хеміклмінесценція.

4. На підставі проведеного аналізу доведено, що фотометричний метод найбільш перспективний для вимірювання ХЛ.

5. Розроблена конструкція вимірювального перетворювача на основі двох розсіювачів: один - біологічний об'єкт, другий - металева сфера. Розв'язана електродинамічна задача про ефективне облучення досліджуваних об'єктів, котрі розміщуються в вимірювальному перетворювачі.

З цією метою одержані вирази для внутрішніх і зовнішніх полів при облученні біологічних об'єктів ЕМП з урахуванням електрофізичних властивостей і шарової структури речовини. Проаналізовано розподіл ЕМП на біологічному об'єкті у вимі-

ривальному перетворювачі і одержано вираз для коефіцієнта відбиття як об'єктивного показника максимальної пучності ЕМП в місці розташування біологічного об'єкту. Запропонована система двох розсіювачів у хвильоводі і одержана залежність відстані між розсіювачами від діелектричної проникності речовини і довжини хвилі ЕМП.

6. Розроблені принципи побудови системи для контролю зміни хемілімінесценції.

7. Розроблений і створений електронний прилад контролю змін ХЛ насіння злакових при їх передпосівній обробці.

8. Експериментально виявлено, що вплив ЕМП на біологічні об'єкти визиває індукційовану хемілімінесценцію і встановлено, що розроблену систему можливо примінити для експрес-діагностики ефективності облучення досліджуемого об'єкту.

9. Застосування системи контролю вимірювання змін хемілімінесценції дало можливість розробити метод електротехнології передпосівної обробки насіння зернових культур низкоенергетичними рівнями ЕМП НВЧ-діапазону.

10. Практично доведено, що застосування нетеплової електротехнології призводить до підвищення урожайності зернових на 26-30%.

Основні положення дисертації опубліковані у наступних працях:

1. А.с. 1461185 ССРСР, 01 27/26. Ячейка для измерения диэлектрических параметров жидкостей / Л.Ф.Кучин, А.Д.Черенков, З.И.Зотова и др. - №145170/24-21. Заявлено 15.07.86. Опубликовано 22.10.88. ДОН.

2. Патент Российской Федерации 2017140, 01 21/76. Камера устройства для регистрации сверхслабого свечения биологического объекта / Л.Ф.Кучин, А.Д.Черенков, З.И.Зотова и др. - №485797/25. Заявлено 08.08.90. Опубликовано 30.07.94. Бюл. №14.

Методи дослідження нетеплового впливу ЕМІ на біологічні об'єкти рослинного та тваринного походження потребують створення апаратури вимірювання і контролю параметрів, по величині зміни яких можливо робити висновки про ефективність дії ЕМІ на біологічні об'єкти.

Мета роботи. Розробка технічних засобів контролю та вимірювання змін хемілюмінесценції сільськогосподарських об'єктів при їх облученні електромагнітними полями нетеплових рівнів НВЧ діапазону. Розробка елементів технології передпосівної обробки зернових.

Методи дослідження. В основу розв'язання поставленої задачі покладений фотометричний метод вимірювання змін хемілюмінесценції (ХЛ) сільськогосподарських об'єктів. Використані числені-аналітичні методи електродинаміки для розрахунків вимірювального перетворювача з застосуванням ЕОМ, методи побудови фотометричних систем; методи розрахунків НВЧ вузлів; теорія і розрахунки радіотехнічних приладів, принципи побудови мікропроцесорних вимірювальних систем, методи статистичної обробки експериментів.

Наукова новизна.

- Метод дослідження взаємодії ЕМП низько-енергетичного рівня з біологічними об'єктами;
- розроблений прилад контролю змін хемілюмінесценції біологічних об'єктів при дії на них ЕМП НВЧ-діапазону;
- розв'язана задача електродинаміки по визначенню максимальної пучності ЕМП у місці розміщення досліджуемого біологічного об'єкта;
- запропонована система двох розсіювачів в хвильоводі, одержані розрахункові співвідношення, які зв'язують відстань поміж розсіювачами з довжиною хвилі ЕМП та діелектричною проникністю речовини;
- розроблена конструкція вимірювального перетворювача;

- розроблений метод технології передпосівної обробки насіння зернових на базі впливу ЕМІ низко-енергетичного рівня. Наукова новизна технічних рішень підтверджена авторським свідоцтвом і патентом.

Практичне значення роботи. Розроблено прилад контролю за зміною хемілюмінесценції біологічних об'єктів при впливі на них нетеплових рівнів ЕМІ. Застосування розробленого приладу дозволить встановити основні закономірності взаємодії ЕМІ з біологічними об'єктами і на основі здобутих результатів розробити оптимальні режими електротехнології передпосівної обробки насіння злакових та зернобобових культур, що приводить до підвищення урожайності на 26-30%.

Реалізація результатів дослідження. По результатах досліджень виготовлено прилад контролю хемілюмінесценції насіння зернових і упроваджено в колективному сільськогосподарському виробництві (КСВ) "Октябрь" Вовчанського району Харківської області. Економічна ефективність від упровадження засобів НВЧ-контролю по зернобобовим складає 228 млн. купоно-крб. (Розрахунки проводилися по цінам 1996р.)

Апробація роботи. Основні положення і результати дисертаційної роботи схвалені на наукових конференціях професорсько-викладацького складу, наукових співробітників і аспірантів ХДТУСГ в 1993-1996р.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 4 наукових праці, одержано авторське свідоцтво і патент.

Обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, основних висновків, списку використаної літератури, додатків. Вона містить 147 стор. машинописного тексту, 24 рисунка, 6 таблиць, список літератури нараховує 147 найменувань.

ponse when they are subjected by the electromagnetic fields, as well as to the development of the equipment for measurement and control of biochemiluminiscence, which value of change shows the efficiency of agricultural objects radiation.

We have come to the following conclusion:

- chemiluminiscence is the most informativ parameter among many others, which characterize a state of a biological object in the process of interaction with the electromagnetic fields;
- the developed measurement system can be used for the proximate diagnostics of a biological objects state when they are subjected by different external factory.

yes

437555

AB 36.362