

УДК 621.301



УСТРОЙСТВО И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ БИОТРОПНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ

Н.Г. Косулина

ХНТУСХ имени Петра Василенко, г. Харьков, Украина

Предложена программная обработка газоразрядной визуализации сои на основе эффекта Кирлиан после предпосевной обработки семян электромагнитным полем крайневисокочастотного диапазона. Приведены конструкция устройства газоразрядной визуализации и параметры, которые используются для анализа короны.

ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ КРАЙНЕВИСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА, ЭФФЕКТ КИРЛИАН, ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН

Введение

Изучение механизма действия низкоэнергетического поляризованного электромагнитного поля на биологические объекты растительного происхождения с определением оптимальных параметров электромагнитного поля (ЭМП) для предпосевной обработки семян привело к необходимости проверки достоверности теоретических подходов и моделей, описывающих процесс воздействия ЭМП на семена сельскохозяйственных культур, а также подтверждения возможности практической реализации электронных устройств на основе эффекта Кирлиан и применение их для определения оптимальных биотропных параметров ЭМП с целью получения намеченного биологического эффекта.

1. Постановка задачи исследования

В результате теоретических и экспериментальных исследований был изготовлен опытный образец устройства для газоразрядной визуализации (ГРВ) семян зерновых культур после обработки их низкоэнергетическим поляризованным ЭМП крайневисокочастотного (КВЧ) диапазона (рис. 1).

Установка состоит из фотографической ячейки 2, нижняя и верхняя части которой имеют плоские металлические электроды 4, на которых размещаются плоские диэлектрические пластины 5, фотокамеры 3, высоковольтный генератор 6, микроамперметр 7, компьютер 8, кабель интерфейса 9.

Биологический объект растительного происхождения 1 помещается в фотографическую ячейку 2, которая представляет собой светонепроницаемую камеру с обкладками конденсатора круглой формы. Через соединительную муфту встроена фотокамера 3. Нижняя часть ячейки, как и ее верхняя часть, состоит из плоских металлических электродов 4, на которые помещены плоские диэлектрические пластины 5, диаметр обкладок составляет 70 мм, а емкость конденсатора 6,7 пФ. Электроды присоединены к высоковольтному генератору 6.

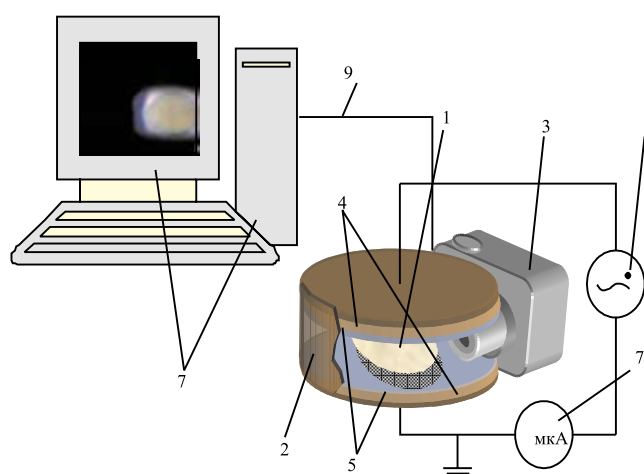


Рис. 1. Устройство ГРВ

Для регистрации электрических величин, а именно тока разряда, имеется микроамперметр 7. Тогда в считанные секунды фотоотклик биологического объекта по кабелю интерфейса 9 с использованием программного обеспечения передается на компьютер 4, где и происходит сравнительная оценка газоразрядной визуализации биологического объекта растительного происхождения с учетом величины тока разряда.

Основная задача статьи — определение оптимальных параметров низкоэнергетического поляризованного электромагнитного крайневисокочастотного диапазона для предпосевной обработки семян зерновых культур на основе обработки полученных изображений с помощью газоразрядной визуализации.

Съемки сои, с увеличением до 100х, показали, что при лавинной газоразрядной визуализации изображение состоит из отдельных точек (элементов разложения изображения), а картина формируется за счет неравномерности распределения этих точек по полю фотографии.

Отдельный элемент разложения образуется в результате воздействия на диэлектрик локальной

электронной лавины, развивающейся при достаточно высокой напряженности электрического поля из отдельных точек поверхности исследуемого объекта благодаря наличию фоновых или эмитированных объектом заряженных частиц. Время жизни такой электронной лавины лежит в пределах (10-7 – 10-8 с), так как в процессе ее развития на диэлектрической поверхности носителя изображения накапливается отрицательный заряд, экранирующий электрическое поле в районе лавины и снижающей его напряженность до величины, недостаточной для дальнейшего развития разрядного процесса.

При перемене полярности внешнего напряжения накопленный на диэлектрике заряд нейтрализуется, и весь процесс периодически повторяется. Изображение объекта формируется в том случае, когда вероятности возникновения лавин у разных точек его поверхности существенно различаются, например, из-за поверхностной неоднородности эмиссионных свойств объекта, либо локального возмущения электрического поля на микронеровностях металлической поверхности или включениях в толще диэлектрика. В тех точках, у которых эта вероятность больше, образуется большее число более интенсивных лавин, и элементы разложения, сливаясь, образуют светлые участки изображения. При поверхностной газоразрядной визуализации разряд возникает от поверхности объекта вдоль поверхности диэлектрической пластины.

Поверхностная визуализация сои при этом весьма сложна, поэтому для выявления информации об исследуемом объекте следует в первую очередь выявить параметры разряда, поддающиеся количественным оценкам.

2. Описание используемых параметров

Как показывает анализ литературы о методах и способах обработки визуальной информации различных биологических объектов [1–9], к ним могут быть отнесены следующие параметры:

- параметры, характеризующие разрядные треки: длина, количество, степень разветвленности и т. п.;
- параметры, характеризующие форму разрядной фигуры: радиус, общая площадь, симметрия, фрактальная размерность и т. п.;
- ток разряда;
- интенсивность свечения разряда;
- спектральный состав излучения.

Для осуществления данной цели рассматриваются следующие параметры, которые используются для анализа короны.

1. Площадь изображения короны:

$$S = \sum_x \sum_y p_{ij},$$

где $p_{ij} = 1$, если $b(ij) \leq q$ и $p_{ij} = 0$, если $b(ij) > q$;

$b(ij)$ – яркость двух смежных точек; q – пороговое значение фона; p – участок изображения.

2. Плотность изображения: отношение площади изображения свечения $A = |a(x, y)|$ к общей площади региона, включающего в себя изображение $B = |b(x, y)|$.

Плотность изображения D вычисляется, как:

$$D = \frac{\sum_{i \in A} p_i}{\sum_{i \in A} S_i},$$

где $p_i = 1$, если $a(x, y) \leq L$; $p_i = 0$, если $a(x, y) > L$; L – пороговое значение фона; $S_i = 1$ для всех $i \in A$.

3. Длина периметра изображения. Для вычисления этого параметра реализовано два подхода:

– площадь разностной фигуры, образуемой при сдвиге исходного изображения на один пиксель по всем координатам;

– длина огибающей развертки изображения.

4. Яркость изображения короны:

$$PJ = \frac{\sum_{i=0}^n d[i]i}{\sum_{i=0}^n d[i]},$$

где $d[i]$ – количество пикселей изображения, для которых $b(x, y) = i, i \in (0, 250)$.

5. Ширина яркостного спектра изображения короны:

$$LJ = K - N,$$

где $K = \max\{b_i(x, y)\}$ для всех i , принадлежащих области изображения.

6. Коэффициент формы:

$$q = L^2 / S,$$

где L – длина периметра изображения свечения; S – общая площадь изображения свечения.

3. Описание программы для анализа газоразрядной визуализации

Все вышеперечисленные алгоритмы реализованы в виде программных процедур и объединены в библиотеку операций обработки и анализа отклика биообъекта.

Аппаратная часть газоразрядной визуализации семян позволяет получать одиночные (покадровые) изображения или последовательности изображений (кадров) ГРВ – грамм в реальном масштабе времени и запоминать их в виде *ВМР-формата*.

Инструмент анализа ГРВ отклика биологического объекта состоит из следующих блоков:

1) инструмент для базы данных отклика (изображений) биологических объектов, которая включает в себя следующие элементы:

- база данных откликов биологических объектов;
- база данных биотропных параметров ЭМП при предпосевной обработке семян;
- база данных результатов анализа ГРВ — грамм биологических объектов.

Данный инструмент многопараметричный, позволяющий сделать выбор по параметрам, которые используются для анализа в любой последовательности;

2) инструмент для анализа параметров, указанных выше, с возможностью обработки их изображений в автоматическом режиме и ручном;

3) инструмент для проведения анализа отклика в заданном диапазоне яркостного спектра, в заданном диапазоне яркостного канала R, G, B;

4) инструмент для очистки шума.

Программа для анализа ГРВ отклика биологического объекта предназначена для создания, изменения, анализа и принятия решения по определению оптимальных биотропных параметров ЭМП для предпосевной обработки семян зерновых культур. Приложение разработано для операционных систем Microsoft® Windows® XP, 2003. Обработка возможна для изображений в формате *.bmp (24 bit), ширина, высота и разрешение изображений должны быть идентичны для исследуемого набора экспериментов.

Главная форма представлена на рис. 2. Слева от вертикальной линии расположена таблица с исходными изображениями и параметрами эксперимента. Правее от вертикальной линии расположены результаты программного анализа ГРВ короны. Активная запись выделяется фоном темного цвета. Справа сверху расположены предосмотры фактических изображений объекта до облучения и после облучения ЭМП, ниже представлены параметры эксперимента для активной записи, а именно: уникальный номер эксперимента, тип поляризации, плотность потока мощности, экспозиция, частота ЭМП, нестабильность частоты и ток.

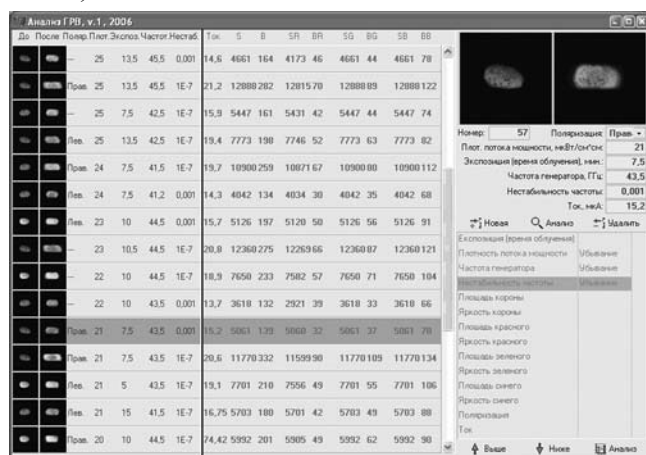


Рис. 2. Главная форма

После добавления всех остальных экспериментов можно приступить к программному анализу изображений. В открывшейся форме управления анализом ГРВ короны (рис. 2) используем кнопку «Анализ» из категории «До облучения».

При этом выполняется обработка с расчетом площади изображения, статистической обработки массива пикселей и получением минимальной, максимальной яркости (границ яркостного спектра) и среднего значения яркости (которые указаны как S , $b_{\min}$, $b_{\max}$ и b_{mean}).

Далее, используя кнопку «Выборка», получаем гистограммы распределения яркости изображения (рис. 3). Внизу формы показана шкала яркостей и графическое представление количества пикселей, соответствующее определенной яркости и представленное в виде черных вертикальных тонких линий. Справа серым цветом выделена зона яркости, количество пикселей для которой соответствует нулю. Значение максимальной яркости объекта указано справа внизу. Слева серым цветом выделена зона яркостного спектра, пиксели которой мы считаем фоном изображения (которые не являются пикселями объекта). Значение минимальной яркости объекта указано слева снизу. Манипулируя значениями минимальной и максимальной яркости, мы можем точнее обработать изображения с сильным уровнем шумов или анализировать корону на самом объекте. Вертикальная пунктирная полоса означает среднее значение яркости изображения.

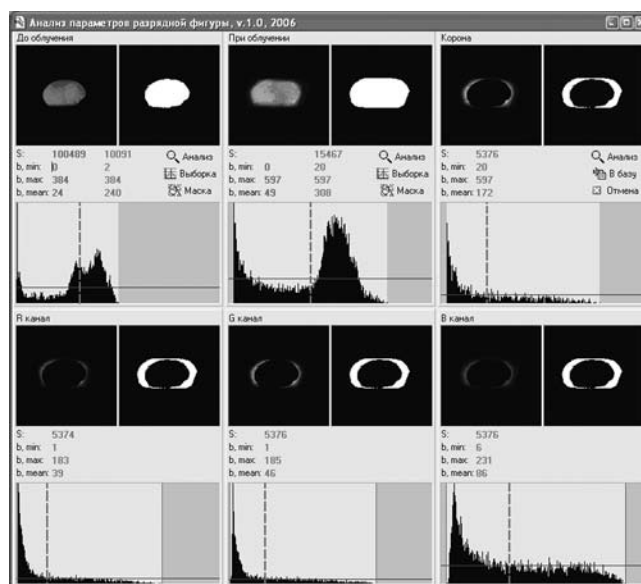


Рис. 3. Форма управления анализом ГРВ короны

После определения вышеуказанными методами зоны изображения объекта необходимо убрать оставшиеся шумы, используя кнопку «Маска». Шумы (рис. 4) (выделенные белым цветом) будут удалены.

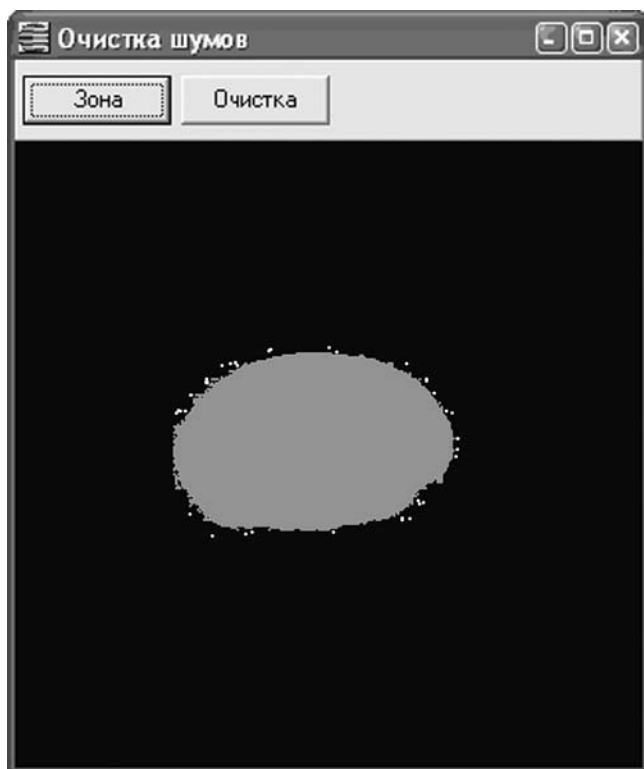


Рис. 4. Автоматическая очистка от шума

После выполнения вышеуказанных операций в категории «До облучения» получим маску формы объекта и соответствующие ей S , $b_{\min}$, $b_{\max}$ и b_{mean} , которые указаны серым цветом. Ниже находится гистограмма распределения яркости для объекта.

Аналогично обрабатывается изображение ГРВ объекта в категории «После облучения». В результате имеем набор характеристик маски объекта и маски объекта с разрядной короной. Используя кнопку «Анализ» в категории «Корона», запускаем процесс анализа параметров короны. После окончания анализа получаем характеристики и гистограммы распределения яркости короны как для полного цветового спектра, так и для отдельных цветовых каналов. Используя кнопку «В базу», результаты анализа параметров короны фиксируем в БД для данного эксперимента.

Для принятия решений относительно максимального отклика биологического объекта используем мастер, расположенный справа внизу (см. рис. 5). Мастер позволяет гибко манипулировать типом, приоритетом параметров и их направлением.

В данном случае в мастере параметр «Ток» имеет наивысший приоритет над остальными параметрами (расположен выше), и его значения располагаются в порядке убывания (направление «Убывание»). Второй параметр — «Площадь короны» (также «Убывание»). Остальные параметры являются неактуальными.

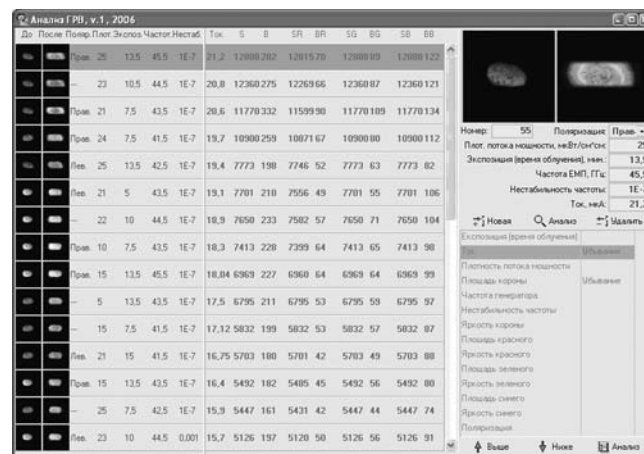


Рис. 5. Принятие решений

После нажатия кнопки «Анализ» эксперименты, расположенные в начале таблицы, будут наиболее полно соответствовать заданным параметрам, а расположенные в конце — наименее.

Выводы

В результате проведенного анализа на основании программного обеспечения газоразрядной визуализации установлено, что для биостимуляции семян сои их предпосевную обработку следует проводить низкочастотным поляризованным ЭМП КВЧ диапазона с параметрами: частота 42,2 ГГц; плотность потока мощности 15 мВт/см²; нестабильность частоты генератора 10⁻⁷; экспозиция 10 мин; правая круговая поляризация.

Список литературы: 1. Weiss S.M., Kulikowski C.A. Computer systems that learn // Morgan Kaufmann. 1991. — 420 p. 2. Wilson L. Brown M., Talhami H., Gill R., Sun C., Doust B. Medical Image Understanding Using Anatomical Models: Application to Chest X-Rays // Information Processing in Medical Imaging (IPMI). Kluwer, 1995. — 560 p. 3. Yaglom A.M., Yaglom I.M. Probability and Information // FIZMATGIZ, Moscow 1960.

Поступила в редколлегию 30.10.2007