

## ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КРАЙНЕВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИСТОЧНИКА КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ БИОМАГНИТОЛОГИИ

Кравченко П. А.

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко*

*Рассмотрены методы расширения рабочего диапазона выходной частоты крайневысокочастотного (КВЧ) источника и его применение в народном хозяйстве.*

**Постановка задачи.** Мировым ученым сообществом признан непреложный факт, что живая материя существует и видоизменяется ввиду наличия внутренних и внешних электромагнитных полей (ЭМП) и их взаимодействия. Эти явления не просто сопутствуют жизненным процессам, но и составляют их сущность [1, 2]. ЭМП характеризуются биотропными параметрами (частота, плотность потока мощности, экспозиция, поляризация и т.д.), избирательно действующими на объект. Биосистемы представляют собой электромагнитные объекты со свойствами генерации и усиления с частотной зависимостью взаимодействия миллиметрового излучения в виде резонансной характеристики колебательного контура. Воздействие ЭМП на биосистемы широко используется как в сельском хозяйстве, так и в медицине.

**Цель статьи.** Рассмотреть методы расширения рабочего диапазона выходной частоты КВЧ источника и его применение в народном хозяйстве.

**Основная часть.** Примером практической реализации низкоэнергетических нетепловых информационных электромагнитных технологий являются: предпосевная обработка семян, возвращение в севооборот некондиционного посевного материала и дезинфекция семенного фонда, повышение продуктивности и борьба с вредными насекомыми. Практически все исследования, которые производились с биологическими системами (объектами), производились с серийно выпускаемыми нестабилизированными генераторами сверхвысоко частоты (СВЧ) и КВЧ диапазонов – Г4-141, Г4-142 и т.д., с собственной относительной нестабильностью  $10^{-3} \dots 10^{-4}$ . Таким образом, на частоте 60 ГГц флуктуации частоты такого источника составляли  $\approx 6 \cdot 10^7 \dots 6 \cdot 10^6$  Гц. Время взаимодействия будет составлять  $\approx 10^{-3} \dots 10^{-4}$  с.

В [3] отмечено, что биологический эффект при миллиметровом облучении появляется спустя некоторое время после облучения и составляет, как правило, от 10...15 минут до 1 часа. Следует отметить, что латентное время индикации, т.е. время от момента воздействия до появления ответной реакции миллиметрового излучения, составляет единицы-десятки секунд [4, 5], а добротность систем составляет  $10^2 \dots 10^5$ .

Оценочные расчеты, произведенные на основании приведенных данных экспериментальных и теоретических исследований показывают, что поскольку время взаимодействия, определяемое быстрыми флуктуациями, составляет  $\approx 10^{-3} \dots 10^{-4}$ , то для достаточно узкой линии фактическое время взаимодейст-

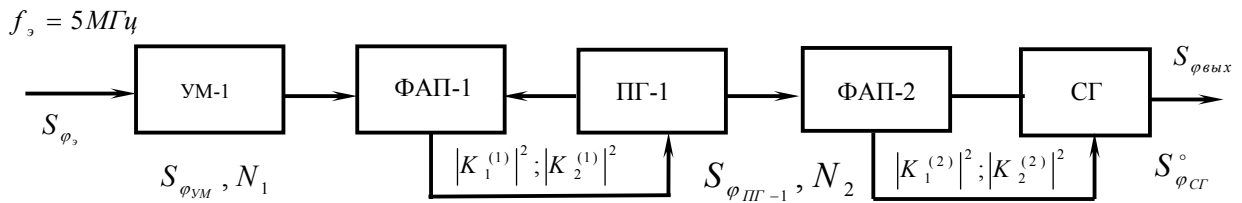
вия уменьшается практически на 6..7 порядков от необходимого.

Применение существующей аппаратуры для использования в сельскохозяйственном производстве экономически нецелесообразно. Альтернативным путем является создание специализированных источников монохроматических колебаний СВЧ и КВЧ излучения с высокой спектральной чистотой выходной частоты, позволяющие осуществить точную подстройку на контур линии биологического объекта, что обеспечит полную (> 95 %) передачу энергии КВЧ излучения биологической структуре, существенно уменьшит время синхронизации и общее необходимое время воздействия на несколько порядков.

Таким образом, наиболее правильное решение задачи более интенсивного использования СВЧ и КВЧ излучения в сельском хозяйстве, медицине, биологии и т.д. состоит в создании стабильных и высокостабильных по частоте источников колебаний с малой дискретностью перестройки частоты ( $10^{-3} - 10^{-4}$  от ширины линии). В [6, 7, 8] достаточно подробно изложены разработанные принципы передачи стабильных и высокостабильных по частоте сигналов в СВЧ и КВЧ диапазоны. Рассматриваемый генератор работает на несущих частотах 26..40 ГГц на ЖИГ-структуре (железо-итриевый генератор) и плавно перестраивается изменением магнитного поля.

На рис. 1 представлена структурная схема генератора, подстраиваемого по опорному кварцевому генератору с применением двухкольцевой системы ФАП.

Подробная структурная схема разработанного нами, изготовленного и исследованного КВЧ генератора представлена на рис. 2. На рис. 3 представлена собственная нестабильность частоты созданного генератора. На рис. 4 представлены результаты исследования выходного сигнала созданного генератора в виде зависимости спектральной плотности мощности флуктуаций фазы ( $S_\phi = F$ ) от частоты анализа. Следует иметь ввиду, что предусмотрена возможность увеличивать собственную нестабильность частоты путем подачи калиброванного модулирующего напряжения («шумового» или детерминированного) на модуляционную катушку генератора, т. е. возможность устанавливать нужную нестабильность выходной частоты. Созданный генератор использовался для экспериментальных исследований влияния низкоэнергетического электромагнитного поля КВЧ диапазона на семена пшеницы сорта «Ахтырчанка», которые облучались на частоте 38,05 ГГц с нестабильностью по частоте  $10^{-8}$ ,  $10^6$  и  $10^{-3}$ .



$$N = N_1 \cdot N_2$$

$$|K_1^{(1)}|^2 = \frac{\Omega^2}{\Omega^2 + \Pi_{ci}^2}; \Pi_{c1} \geq 2\pi f_s \cdot N_1 (\delta_s + \delta_n)_{r1}$$

$$|K_2^{(2)}|^2 = \frac{\Pi_{ci}^2}{\Omega^2 + \Pi_{ci}^2}; \Pi_{c2} \geq 2\pi f_s \cdot N (\delta_s + \delta_c)_r$$

Рисунок 1 Структурная схема генератора

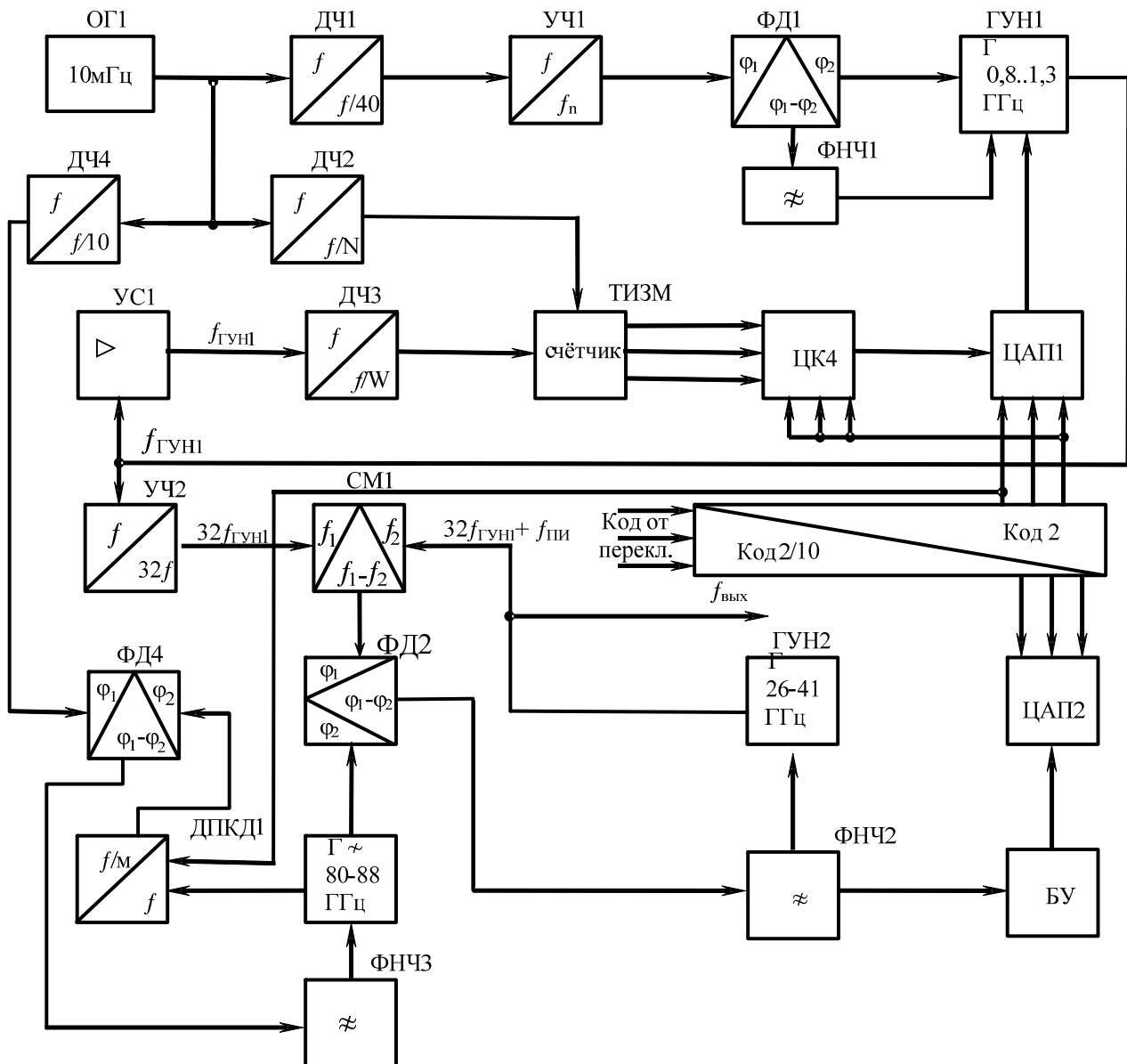


Рисунок 2 - Структурная схема КВЧ-генератора

При этом плотность потока мощности  $\approx 5 \text{ мВт/см}^2$  и экспозицией  $\approx 10$  минут. Посевные качества семян

определялись по ГОСТ 12.036-85 [9], ГОСТ 12.037-81 [10].

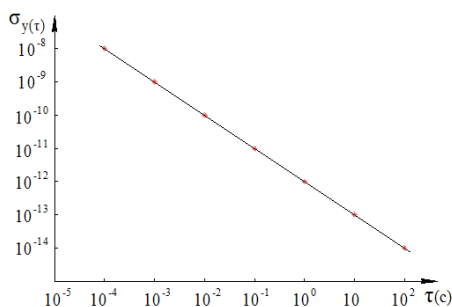


Рисунок 3 – Нестабильность частоты КВЧ 40 ГГц

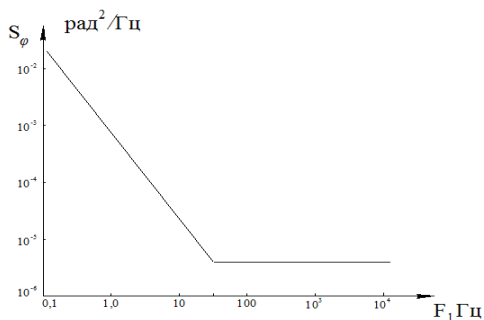


Рисунок 4 – СПМФ КВЧ 40 ГГц

Семена этой культуры обрабатывались за сутки до посева и высевались на делянках площадью 1 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Густота посева выбиралась из расчета 4,7 млн. штук на гектар. Уход за посевами проводился согласно общепринятым требованиям. Урожай убирали вручную, обмолачивая каждый вариант отдельно. Достоверность полученных данных определялась с использованием методов дисперсионного анализа. Увеличение всхожести в полевых условиях составило (8...11%), выживаемость возросла на (5...9%), а урожай увеличился на (23...36%). Улучшение этих показателей сопровождалось:

- возрастанием кустистости на (0,5...0,7) шт. (относительно контроля);
- увеличением длины колоса на (1,3...9) мм;
- возрастанием массы зерна в пересчете на одно растение на (0,3...0,6) г.

С 1995 по 1997 гг. источники КВЧ излучения с относительной нестабильностью частоты 10<sup>-8</sup> были использованы в хозяйствах Харьковской области. Время облучения составило 1,5...2 мин. При плотности потока мощности для пшеницы ≈ 5 мкВт/см<sup>2</sup>. Прибавка урожая пшеницы в среднем составила ≈ 4 ц/га, а проверка хлебопекарных качеств зерна пшеницы сорта «Ахтырчанка» показала преимущества облученного варианта по сравнению с контролем.

Рост экономических показателей показал практическую ценность применения КВЧ излучения в сельскохозяйственном производстве.

#### Список использованной литературы

1. Кучин Л. Ф. Новые электромагнитные технологии сельскохозяйственного производства / Л. Ф. Кучин, А. Д. Черенков // Харьковський фермер-97. – 1998. – С. 96 – 109.

2. Девятков Н. Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н. Д. Девятков, М. Г. Голант, О. В. Бецкий. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.

3. Девятков Н. Д. Особенности взаимодействия миллиметрового излучения низкой интенсивности с биологическими объектами / Н. Д. Девятков, О. В. Бецкий. // Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. – М.: ИРЭ АН СССР, 1985. – С. 6 – 19.

4. Сенсорная индикация человеком миллиметрового излучения нетепловой интенсивности: тез. докл. У Всесоюз. семинара "Изучение механизмов нетеплового воздействия миллиметрового и субмиллиметрового излучения на биологические объекты" / Ю. А. Холодов, А. А. Темнов. – М.: 1983. – С. 85 – 87.

5. Л. Ф. Кучин, А. Д. Черенков, В. А. Грабина. Способ определения частот для воздействия на биологические системы: сб. науч. тр. междунар. конф. «Теория и техника антенн». – Харьков, ХГТУРЭ, 1995. – С. 104 – 105.

6. Клейман А. С. Некоторые вопросы создания и применения широкодиапазонных источников колебаний / А. С. Клейман, П. А. Кравченко, Л. Ф. Кучин, А. Д. Черенков // Украинский метрологический журнал. – 1999. – № 2. – С. 19 – 22.

7. Клейман А. С. Некоторые вопросы передачи эталонных сигналов в диапазоне СВЧ / А. С. Клейман, Г. И. Сидоренко, П. А. Кравченко, Л. Ф. Кучин // Украинский метрологический журнал. – 1998. – № 4. – С. 20 – 23.

8. Клейман А. С. Стандарт частоты и времени / А. С. Клейман // Измерительная техника. – 1990. – № 9. – С. 5 – 10.

9. ГОСТ 12036-85. Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб. Введ. 1986-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 32 с.

10. ГОСТ 12037-81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – Введ. 01.07.1982. М.: Изд-во стандартов, 1982. – 17 с.

#### Анотація

### ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО КРАЙВИСОКОЇ ЧАСТОТИ ДЖЕРЕЛА КОЛИВАНЬ ДЛЯ БІОМАГНІТОЛОГІЇ

Кравченко П. О.

*Розглянуті методи розширення робочого діапазону вихідної частоти крайвисокої частоти джерела та його застосування в народному господарстві.*

#### Abstract

### APPLICATION OF SPECIALIZED EHF OF SOURCE OF VIBRATIONS IS FOR BIOLOGI

P. Kravchenko

*The considered methods of expansion of working range of vixidnoï frequency of EHF of source and his application are in a national economy.*