

### Список використаних джерел

1. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві: посібник за ред. Кравчук В.І., Дубровіна В.О. Серія: Сільськогосподарська техніка - XXI, 2010. 180 с.
2. Мельникова О.В., Праховник А.А., Даг Арне Хойстад, Іншкеков Є.М. Дешко В.І., Конеченков А.Є. Енергозбереження : Посібник з раціонального використання ресурсів та енергії . – Київ:Видавництво «КВІЦ». – 2004. – 104с
3. Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України / М.Л.Ковалко, С.П.Денисюк; Відпов. ред. А.К.Шидповський. - Київ: УЕЗ, 1998. - 506 с.
4. Енергозбереження та енергоменеджмент: Навчальний посібник / Бакалін Ю.І. - 3-є вид., перероб. і доп. - Харків: БУРУН і К, 2006. - 320 с.: іл.

**Єлін Сергій**

магістрант

*Наукові керівники:*

*к.т.н., доцент Гарасимчук І.Д.,*

*к.т.н., доцент Панцир Ю.І.,*

Подільський державний

аграрно-технічний університет,

м. Кам'янець-Подільський

### **АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КВЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЗНИЩЕННЯ ГРИБКОВИХ ІНФЕКЦІЙ ПЛОДОВО-ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Аналіз літературних джерел [1] показав, що хімічні і фізіологічні зміни в грибкових мікроорганізмах, що викликаються низькоенергетичним електромагнітним випромінюванням з певними біотропними параметрами, можуть спостерігатися тільки в межах частотних та енергетичних вікон. Це обумовлює високі вимоги по стабільності частоти і міри пригнічення побічних дискретних складових у вихідному сигналі генератора. Експериментальні результати показують, що із-за низької стабільності частоти генераторів час взаємодії ЕМВ з біооб'єктами зменшується на 6...7 порядків [2, 3]. Оцінні розрахунки показують, що опромінення біологічних об'єктів необхідно робити ЕМВ, в якості джерел якого слід використати високостабільні генератори монохроматичних коливань КВЧ діапазону, що дозволяють здійснити точне налаштування (10<sup>-3</sup>...10<sup>-4</sup>) на контур лінії біологічного об'єкту і забезпечити повну (~95%) передачу енергії опромінення біологічній структурі, істотно зменшити час синхронізації і загальний необхідний час декілька порядків [2]. Таким чином, для знищення грибкових мікроорганізмів необхідно створити

спеціалізоване високостабільне джерело коливань з відносною нестабільністю частоти в межах  $10^{-6} \dots 10^{-7}$ , що дозволить час взаємодії зменшити до десятків секунд.

Для генерування і посилення електромагнітних коливань в КВЧ діапазоні довжин хвиль застосовуються електровакуумні електронні прилади *O* і *M*-типів, які можуть забезпечити вихідну потужність 30...100 Вт. До приладів *O*-типу відносяться лампи бігучої і зворотної хвилі (ЛБВ, ЛОВ), клінотропи і клістроли.

До цього класу можна віднести і генератор дифракційного випромінювання (ГДИ) [4]. До приладів *M*-типу слід віднести магнетрони. Відмітною особливістю приладів *O*-типу в генераторних режимах є низький ККД, при вихідній потужності десятки мВт, напругою 2...10 кВ і відносною нестабільністю частоти  $10^{-3}$ . Рівень вихідної потужності ГДИ у безперервному режимі складає порядком 30...100 Вт при прискорюючій напрузі 6 кВ і нестабільністю частоти  $10^{-3}$  [5]. Максимально досяжний коефіцієнт корисної дії магнетрона в КВЧ діапазоні складає 10...15%, при робочій напрузі 2,5 кВ. Магнетронний генератор має рідинне охолодження і забезпечує вихідну потужність 30 Вт. Проведений аналіз показує, що пристроям з електровакуумними електронними приладами властиві істотні недоліки: великі об'ємно-масові характеристики, вони вимагають для своєї роботи високовольтні джерела напруги, системи рідинного охолодження і не забезпечують необхідних параметрів по спектрально-флуктуаційним характеристикам.

Аналіз джерел мм діапазону показав, що нині для потреб біології і медицини серійно випускаються генератори «ЯВЪ-1», «ЯВЪ-1-КЭ», «ЯВЪ-1-2М», «ЯВЪ-103», які перекривають діапазон частот 25...100 ГГц при вихідній потужності 3...5 мВт і нестабільності частоти  $10^{-3}$  [6]. Генератори Г4-115, Г4-185, Г4-186, Г4-178, що випускаються в Росії і Литві, можуть працювати в діапазоні частот 20...80 ГГц, але мають високу відносну нестабільність частоти  $10^{-3} \dots 10^{-4}$ , високою погрішністю частоти 20...900 МГц, низькою монохроматичністю сигналу і малою вихідною потужністю 4...5 мВт.

Генератори НР83556А, НР83557А, УН83554А, УН83555А, що випускаються за кордоном, перекривають діапазон частот 26...75 ГГц, мають нестабільність частоти  $10^{-5}$  і величиною вихідної потужності до 5 мВт [7].

Високі вимоги до стабільності частоти  $10^{-6} \dots 10^{-7}$ , спектру вихідних сигналів примушують при розробці джерел міліметрового діапазону звертати особливу увагу на амплітудні і фазові флуктуації. Певно, що перспектива поліпшення спектральних характеристик генераторів мм діапазону пов'язані як з вдосконаленням теоретичних методів розрахунку, так і з вдосконаленням схем і конструкцій відповідних пристроїв і їх елементів. Для підвищення стабільності частоти генераторів найбільш перспективними є схемні методи. Ці методи дозволяють створити умови, при яких нестабільність параметрів елементів в найменшій мірі впливає на стабільність частоти сигналу. В той же час схемні методи в принциповому відношенні відрізняються найбільшою складністю із-за різноманіття можливих рішень, що значною мірою ускладнює їх розробку і

практичне використання. Виходячи з результатів аналізу публікацій з питання високостабільних генераторів з перебудовою в діапазоні частот [8], можна рекомендувати для побудови джерел міліметрового діапазону ( $\lambda = 1 \dots 4$  мм) систему фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ), яка може розглядатися як фільтр низьких частот (ФНЧ) відносно шумів коливань еталонного генератора і як фільтр верхніх частот (ФВЧ) відносно шумів генератора, що синхронізується. При цьому слід зазначити, що створення стабілізованих джерел електромагнітних коливань в короткохвильовій частині міліметрового діапазону, частот, що перебивають діапазон, з високою стабільністю частоти, є досить складним науково-технічним завданням. При рішенні цієї задачі необхідно проводити теоретичний аналіз короткочасної нестабільності частоти залежно від флуктуацій параметрів еталонного генератора, в якості якого вибирається кварцовий генератор, і тракту помножувача частоти.

### Список використаних джерел

1. Sher L. D. In the possibility of no thermal biological effects of pulsed electromagnetic radiation / L. D. Sher, E. Kresch, H. P Shwan // *Biophys S.* – 1970. – Vol.10. – P. 970 – 979. 84. Клейман А. С. Некоторые вопросы создания и применения широкодиапазонных КВЧ источников колебаний / А. С. Клейман, П. А.
2. Cherenkov A., Hutsol T., Narasymchuk I., Pansyr Yu., Terenov D., Dubyna V. Analysis of broadband antenna radiation pulses. *Agricultural Engineering, Polskie towarzystwo inzynierii rolniczej.* – 2018. – p. 15-28.
3. Федюшко А. Ю. Требования к источникам КВЧ диапазона для уничтожения вредной микрофлоры на фруктоплодах: тези за матеріалами III Всеукраїнської науково-технічної конференції [«Актуальні проблеми автоматики та приладобудування»], (Харків, 08 – 09 грудня 2016 р.). / Федюшко О. Ю. // М-во освіти і науки України, Національний технічний університет «ХПІ» – Х.: НТІ, 2016. – С. 76 – 77.
4. R. Parker Vacuum Electronics / R. Parker, R. Abrams, B. Danly, B. Levush // *IEEE Transactions on MTT.* – 2002. V. 50, N3. – P. 702 – 716.
5. Скрынник Б. К. ГДИ миллиметрового диапазона длин волн /Б. К. Скрынник, В. К. Корнеенков, В. С. Мирошничеснко // *Радиофізика та електроніка.* – 2002. – Вип. 2. – С. 105 – 108.
6. Тучный В. П. Микроволновые технологии в современной структуре технологического процесса / В. П. Тучный // *Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы.* – Одесса: ОКФА, 2000. – С. 6 – 12.
9. 7. Hutsol Taras, Kosulina Nataliya, Mykhailova Liudmyla. Creation of the metod and schemes for suppression of out-of-band interference. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture.* – 2018. – Vol. 20, No.1. – P. 79 – 82.