

Список використаних джерел

1. Садовий О. С., Мардзявко В. А., Руденко А. Ю. Оптимізація спектрального складу фітоламп у закритому ґрунті для покращення продовольчої стабільності України в умовах післявоєнного відновлення. *Agroecological journal*. 2025. № 4. URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345446> (дата звернення: 03.03.2026).
2. Kundenko M., Rudenko A., Mardziavko V. Using controlled thermal IR radiation to combat honey bee parasites. *Technical sciences and technologies*. 2025. No. 3 (41). P. 364–371. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-3\(41\)-364-371](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-3(41)-364-371) (date of access: 03.03.2026).
3. Руденко А.Ю., Мардзявко В.А. Відкритий резонатор як основа квазіоптичної системи вимірювання електрофізичних властивостей матеріалів// *Innovations of modern science and education. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference*. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2026. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovationsof-modern-science-and-education-26-28-02-2026-vankuver-kanada-arhiv/>.

Науковий керівник:

Ставинський А.А.,

д-р тех. наук, професор, завідувач
кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,
Миколаївський національний аграрний університет

УДК. 537.86

Дослідження квазіоптичної нвч-системи на базі відкритого резонатора з локалізованим електромагнітним полем

Максим Тумаков .

здобувач вищої освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія»

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація. У роботі розглянуто використання відкритих резонансних структур квазіоптичного типу для безконтактного дослідження електрофізичних параметрів матеріалів у надвисокочастотному (НВЧ) діапазоні. Показано, що відкриті резонатори забезпечують формування контрольованої просторової структури електромагнітного поля та його локалізацію в заданій області, що підвищує чутливість вимірювань. Метод дослідження ґрунтується на аналізі змін резонансної частоти та добротності резонатора при внесенні зразка в область максимальної напруженості

електричного поля, що дозволяє визначати комплексну діелектричну проникність і ефективну електричну провідність матеріалу. Встановлено, що введення асиметричних апертур або локальних збурень у резонатор сприяє керуванню модовим спектром, розщепленню вироджених коливань та концентрації електромагнітної енергії. Оптимізація геометричних параметрів резонатора забезпечує підвищення точності вимірювань і розширює можливості застосування НВЧ-технологій у матеріалознавстві, електротехніці та біомедичних дослідженнях.

Ключові слова: НВЧ-технології, відкритий резонатор, квазіоптична система, електромагнітне поле, резонансна частота, добротність, комплексна діелектрична проникність, електрична провідність, безконтактні методи вимірювання, електрофізичні властивості матеріалів.

Сучасні надвисокочастотні технології, що базуються на дії надвисоких частот (НВЧ) активно застосовуються в електротехніці, матеріалознавстві та біомедицині. Найперспективнішим методом є використання квазіоптичних систем на базі відкритих резонаторів, які забезпечують формування контрольованої просторової структури електромагнітного поля та його локалізацію в заданих межах (областях). На відміну від замкнених хвильових хвилеподібних структур, відкритий резонатор утримує електромагнітну хвилю за допомогою геометрії дзеркал і ефекту дифракції.

Таким чином, вимірювання параметрів Δf та ΔQ дозволяє визначати комплексну діелектричну проникність

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon''$$

та ефективну комплексну провідність:

$$\sigma^*(\omega) = \sigma' - j\sigma''$$

Це дозволяє досягати високої точності та зменшити втрати.

Ключовою особливістю квазіоптичної НВЧ-системи є можливість локалізації області підвищеної напруженості електричного поля, що забезпечує високу чутливість в процесі вимірювання електрофізичних характеристик матеріалів, в частності в процесі комплексної провідності та діелектричних втрат. Метод ґрунтується на аналізі змін добротності та резонантності частоти при внесенні зразка в область максимального поля. Введення асиметричної апертури в резонатор дозволяє керувати спектром мод, викликати розщеплення вироджених коливань та концентрувати електромагнітну енергію в обмежених рамках. Таких підхід підвищує ефективність взаємодії НВЧ-випромінювання з матеріалом і відкриває можливості для електромагнітної обробки матеріалів та точних вимірювань.

Задача дослідження полягає в оцінці можливості вдосконалення квазіоптичних НВЧ-структур із локалізованим електромагнітним полем для підвищення точності вимірювання електрофізичних параметрів матеріалів і керування електричними характеристиками системи шляхом зміни геометрії резонатора

Висновки. Встановлено, що відкриті резонатори квазіоптичного типу забезпечують високу добротність і стабільність резонансних характеристик завдяки мінімізації омичних втрат та використанню дифракційного механізму утримання хвилі.

Доведено, що введення асиметричних апертур або зосереджених збурень ефективно керує модовим спектром резонатора, сприяє розщепленню вироджених коливань та концентрує електромагнітну енергію в обмеженій області.

Встановлено, що оптимізація геометрії резонатора дозволяє цілеспрямовано змінювати добротність, коефіцієнт зв'язку та розподіл поля, що відкриває можливості для високоточного вимірювання електрофізичних параметрів матеріалів та їх електромагнітної обробки.

Список використаних джерел.

1. Kundenko M., Rudenko A., Mardziavko V. Using controlled thermal IR radiation to combat honey bee parasites. *Technical sciences and technologies*. 2025. No. 3 (41). P. 364–371. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-3\(41\)-364-371](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-3(41)-364-371) (date of access: 03.03.2026).

2. Руденко А.Ю., Мардзявко В.А. ВІДКРИТИЙ РЕЗОНАТОР ЯК ОСНОВА КВАЗІОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ// *Innovations of modern science and education. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference*. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2026. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovationsof-modern-science-and-education-26-28-02-2026-vankuver-kanada-arhiv/>.

3. Вахоніна Л. В., Мардзявко В. А., Руденко А. Ю. Резонансний генератор імпульсів на основі діода. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2025. Т. 1, № 1(92). С. 39–47. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.1.1.5> (дата звернення: 03.03.2026).

Науковий керівник:

Ставинський А.А.,

д-р тех. наук, професор, завідувач
кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки,
Миколаївський національний аграрний університет