

УДК 621.391.822:621.382.029.62

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ШУМУ ГЕНЕРАТОРІВ НВЧ

Кожевникова В.Г.

Науковий керівник - старший викладач каф ПЕЕА Григор'єва О.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПЕЕА
м. Харків, Україна

e-mail: valeriia.kozhevnykova@nure.ua

This work is devoted to modern microwave generators, which compete with electrovacuum microwave generators due to their advantages, such as high-power output, design simplicity, and reliability. However, they also have a high noise level, which consists of fluctuation noise, modulation noise, and thermal noise. This paper investigates the physical basis of these noises, including the interaction of carriers with a high-frequency field and nonlinear effects. A diode-type oscillator using a cylindrical resonator and a Tesla VB 0234 diode was experimentally designed and manufactured, and the output spectrum of the oscillator was obtained for different resonator quality factors.

Сучасні генератори НВЧ забезпечують досить велику вихідну потужність в безперервному режимі і таким чином можуть скласти значну конкуренцію електровакуумним мікрохвильовим генераторам, особливо там де потрібна конструктивна простота та надійність.

Крім високої продуктивності, діодні генератори мають багато інших переваг: наприклад невеликі габарити, висока надійність, не вимагають високовольтного джерела живлення та інше. Однак їх значним недоліком є досить високий рівень шуму.

Шум будь якого генератора зазвичай можна охарактеризувати як шум флуктуації амплітуди - АМ шум (шум що характеризує співвідношення потужності бічної смуги АМ до потужності на основній частоті коливань) і коливання частоти - шум FM (зазвичай виражається як прямий вплив на частоту коливань, спричинений шумом).

Перше, і як показує практика, домінуюче джерело шуму є так званий флуктуаційний шум. З фізичної точки зору виникнення цього шуму може бути наступним.

Як відомо, негативний опір лавинного діода базується на взаємодії носіїв, що генеруються в шарі розмноження, з полем високої частоти. Цей лавиноподібний процес розмноження зазвичай супроводжується значними флуктуаціями. Причиною цього є те, що коефіцієнт розмноження носіїв є імовірнісною змінною.

Процес іонізації не є детермінованим процесом, оскільки лише в середньому вірно, що початкова електрон-діркова пара створює іонізацію. Існують електронно-діркові пари, які просто не викликають іонізації, але є

й такі, які створюють більше однієї іонізації, тому час між двома елементарними іонізаціями також є випадковим процесом.

Іншим важливим джерелом шуму в лавинному діоді є так званий модуляційний шум, домінуюча частотна складова якого трансформується в діапазон низьких частот.

Низькочастотний шум в основному може надходити від двох первинних джерел: від низькочастотного шуму лавинного діода; коливання постійного струму ланцюга живлення.

Внаслідок нелінійності лавини цей низькочастотний шум може викликати низькочастотний шум під несучої шумовою модуляцією за часом і таким чином призвести до збільшення загального вихідного шуму генератора.

Третім джерелом шуму лавинного діода є теплові шуми. Цей вид шумів досить детально розглянутий, як для низькочастотних, так і для високочастотних напівпровідникових пристроїв.

Як теоретичні розрахунки, так і практика використання генераторів НВЧ показує, що тепловий шум у порівнянні до перших двох джерел шуму, малий.

Для експериментальних досліджень було спроектовано та виготовлено ГЛПД з використанням циліндричного резонатора та діода Tesla VB 0234. Вихідний спектр генератора, отриманий експериментально для двох різних коефіцієнтів добротності резонатора наведено на рис. 1 та 2

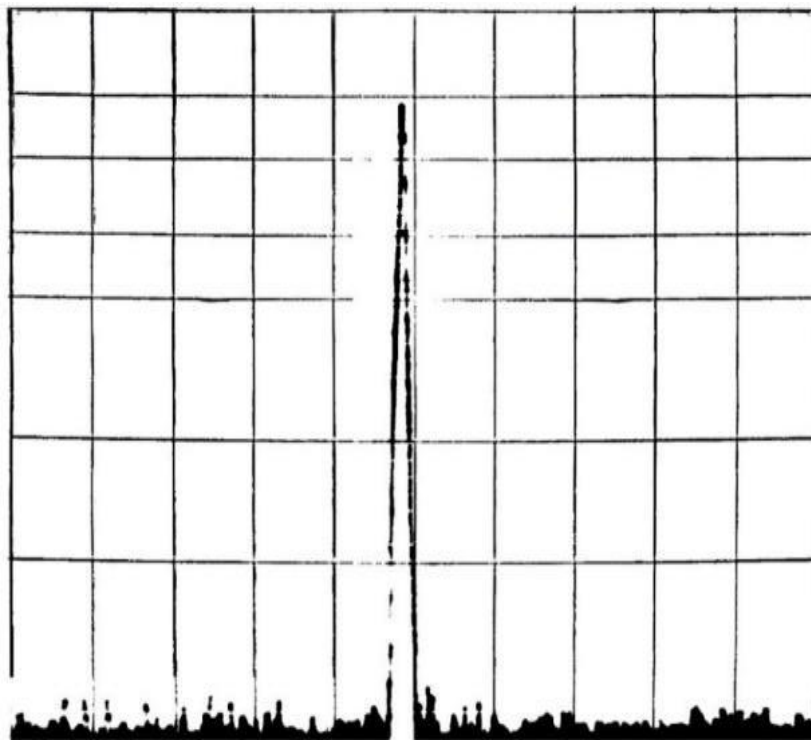


Рис. 1. Спектр ГЛПД при добротності резонатора $Q=550$

Такі характеристики були одержані за допомогою спеціально розробленого частотного та амплітудного дискримінатора для трансформації спектру в робочий діапазон низькочастотного аналізатора коливання генератора.

Як і можна було передбачити, навантажена добротність суттєво впливає на ширину спектру коливань генератора і збільшується від 0,4 мГц до 0,8 мГц по мірі зменшення добротності від 550 до 300.

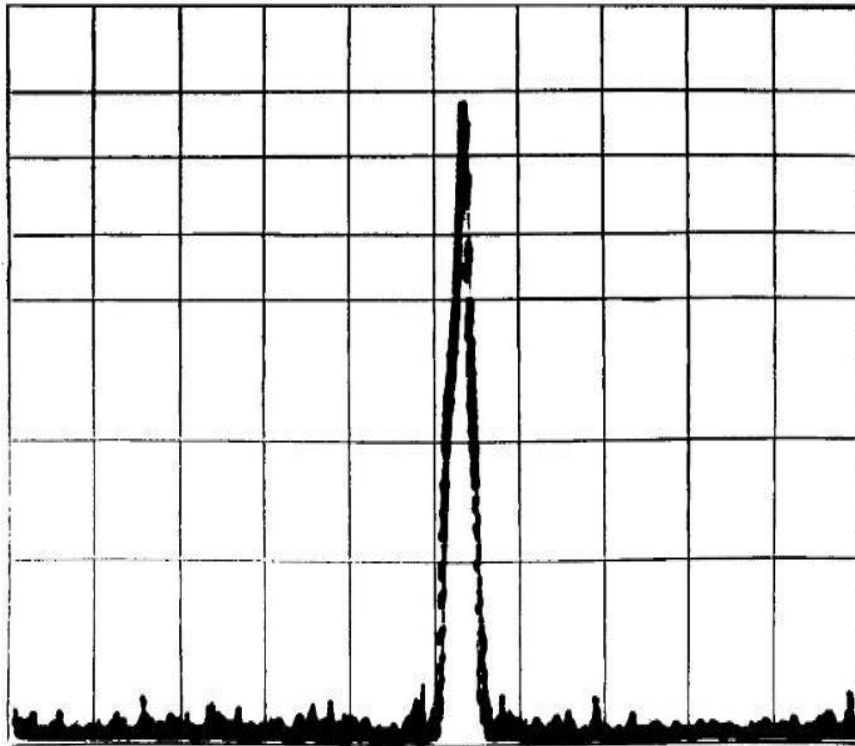


Рис.2. Спектр ГЛПД при добротності резонатора $Q=300$

У разі підвищення добротності, як і слід було очікувати, ширина спектра генератора зменшується, що дає можливість вважати це одним із ефективних та природних способів зниження рівня шуму генераторів.

Список використаних джерел:

1. Осадчук О. В., Семенов А. О. Математичне моделювання генератора НВЧ на основі транзисторної структури з від'ємним опором // Вісник Хмельницького національного університету. 2005. №4. Ч.1, Т.2. С. 256–259.
2. Misawa T. Multiple uniform lagger approximation in analysis of negative resistance in p-n junction in breakdown. IEEE Tran. Electron Devices Vol. ED-14 1967. P. 795-808.