

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАННОВСКОГО ГЕНЕРАТОРА В ДЕТЕРМИНИРОВАННОМ И ХАОТИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ

© 2013 г. Ю. И. Алексеев, А. В. Демьяненко, И. В. Семерник

Южный федеральный университет

Россия, 344006, Ростов-на-Дону,

ул. Большая Садовая, 105/42

E-mail: demalex@inbox.ru

Поступила в редакцию 05.12.2012 г.

Представлены результаты экспериментального исследования ганновского генератора в детерминированном режиме и в режиме хаотических колебаний. Описываются конструктивные особенности исследуемого генератора и способ перевода его в состояние динамического хаоса.

DOI: 10.7868/S0032816213060025

Радиолокация и передача информации с применением широкополосных шумовых сигналов в настоящее время являются весьма перспективным направлением развития радиоэлектроники [1–4], которое выдвигает актуальную задачу технической реализации шумовых генераторов повышенного уровня мощности.

В настоящей работе рассматривается один из способов получения эффективной шумовой генерации. Он состоит в создании условий для перехода ганновского генератора из детерминированного режима работы в состояние хаотической генерации, эквивалентной генерации шума.

Исследуемый генератор (рис. 1) выполнен на основе коаксиального резонатора 1, возбуждаемого диодом Ганна типа Ф-100 2, предназначенным для работы в диапазоне 6–8 ГГц при рабочем напряжении 6–15 В. Частота генерации изменяется с помощью поршневой системы перестройки 3. Вывод 4 энергии емкостного типа.

В детерминированном режиме генератор показал устойчивую работу в диапазоне частот 5.2–7.2 ГГц, что соответствует первой гармонике отрицательной проводимости диода Ганна. В диапазоне электронной перестройки частоты генерации (при изменении напряжения питания диода U_0), представленной на рис. 2а, частота генерации с увеличением питающего диод напряжения плавно уменьшается. Уровень генерируемой мощности при перестройке меняется в пределах 2.1–219 мкВт.

Кроме того, генератор показал устойчивую работу в диапазоне частот 17.5–19.5 ГГц, что соответствует третьей гармонике отрицательной проводимости диода Ганна. В диапазоне электронной перестройки частоты генерации (при изменении напряжения питания диода), представленной на

рис. 2б, частота генерации с увеличением питающего диод напряжения плавно уменьшается. Уровень генерируемой мощности при перестройке менялся в пределах 0.3–10 мкВт.

Для определения условий хаотической генерации работа генератора была исследована в зависимости от управления органами регулировки макета. Путем перестройки резонатора и подбора

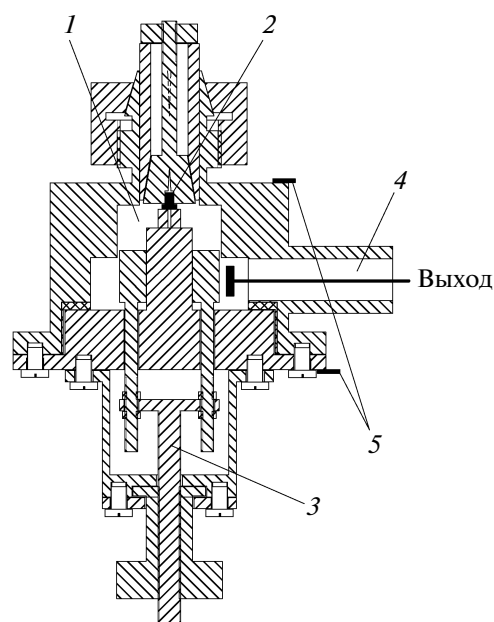


Рис. 1. Конструкция генератора. 1 – коаксиальный резонатор; 2 – диод Ганна; 3 – поршневая система перестройки; 4 – вывод энергии емкостного типа; 5 – контактные клеммы для подвода питания диода.

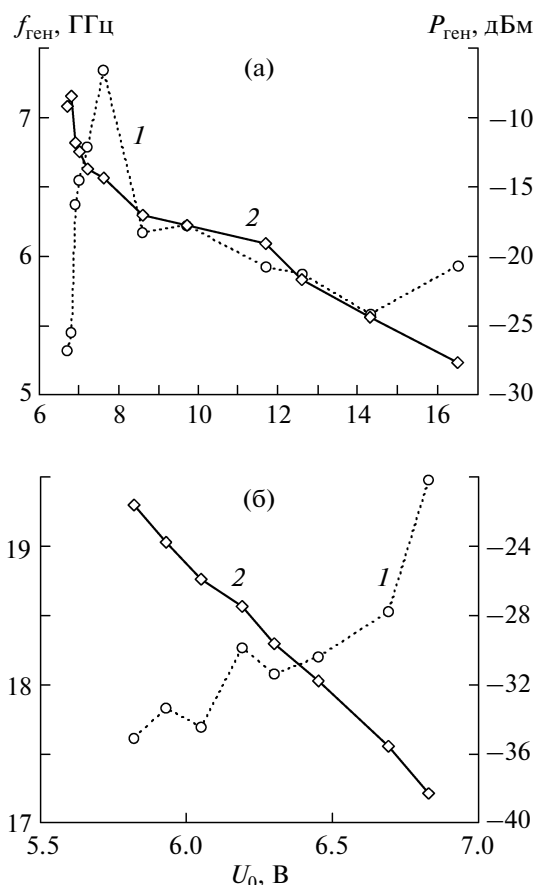


Рис. 2. Диапазоны электронной перестройки частоты генерации: 5.2–7.2 Гц (а) и 17.5–19.5 (б). 1 – мощность генератора $P_{\text{ген}}$, 2 – частота генератора $f_{\text{ген}}$.

напряжения питания диода сначала была получена устойчивая генерация на частоте 5.8 ГГц (т.е. на одной из частот рабочего диапазона диода), после чего плавной механической перестройкой резонатора и подбором напряжения питания диода Ганна исследуемая колебательная система вводилась в режим многочастотной генерации, начиная с несколько беспорядочного чередования составляющих спектра (рис. 3а), вплоть до получения “чистой” частотной сетки (рис. 3б) с эквидистантой 3.24 ГГц (причем в спектре отмечено наличие субгармоники по отношению к основной частоте настройки генератора 5.8 ГГц). Полученная частотная сетка устойчиво повторялась при включении/выключении питания диода в диапазоне 3.24–22.6 ГГц.

Таким образом, результаты исследования детерминированного режима работы генератора показали невозможность его перевода в состояние динамического хаоса только имеющимися органами регулировки исследуемого макета.

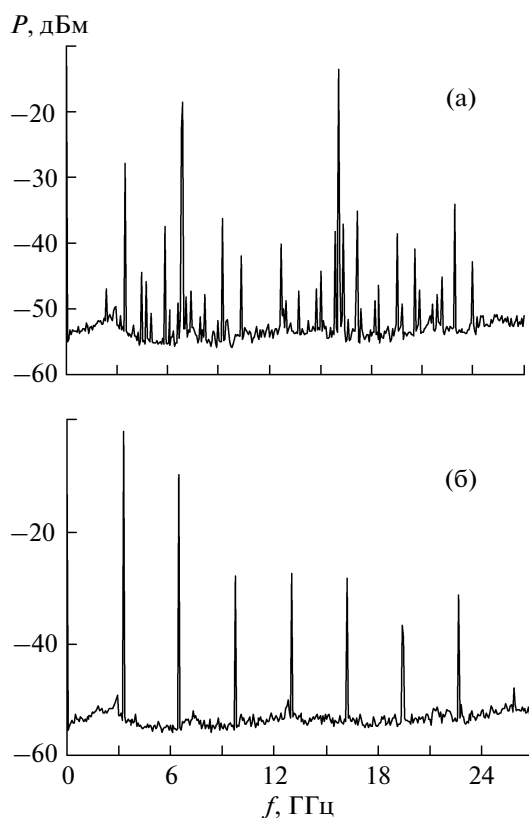


Рис. 3. Спектры выходного сигнала генератора в многочастотном режиме: а – беспорядочное чередование составляющих спектра; б – частотная сетка с эквидистантой 3.24 Гц.

Для выявления условий перехода в режим хаотической генерации исследуемый генератор включался в одно из плеч циркулятора. Сюда же с другого плеча циркулятора подавался сигнал от внешнего источника – векторного анализатора цепей RÖHDE&SCHWARZ ZVB20, позволяющего изменять частоту и мощность сигнала внешнего воздействия в широких пределах, что весьма важно для получения хаотического режима.

Следует отметить, что при воздействии внешнего сигнала на исследуемый генератор при напряжениях питания >10 В также не наблюдалось перехода в режим динамического хаоса. Это объясняется тем, что при указанных напряжениях питания диода Ганна в исследуемой активной колебательной системе гарантированно реализуется амплитудно-фазовый баланс.

Переход генератора в режим динамического хаоса обнаружен при высоком уровне сигнала внешнего воздействия (до 100 мВт) с частотой, значительно превышающей частоту основной гармоники генерируемого сигнала. На рис. 4 видны две хорошо различимые шумовые полосы в диапазо-

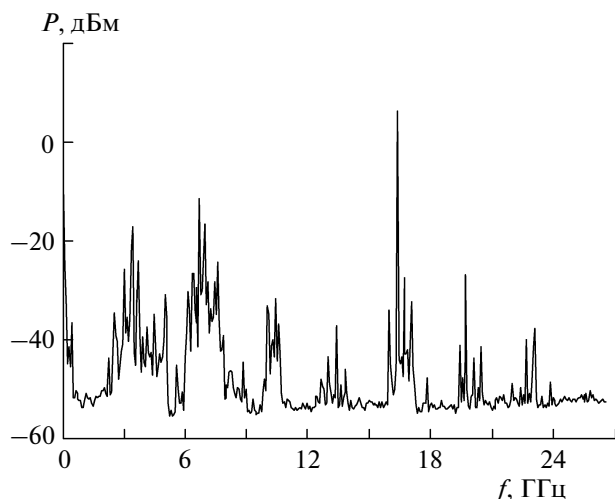


Рис. 4. Спектр выходного сигнала генератора в режиме динамического хаоса.

нах 2.5–5 ГГц и 5.9–7.8 ГГц (частота сигнала внешнего воздействия 16.34 ГГц, напряжение питания диода Ганна 7.73 В).

Статистическая оценка полученного шумового процесса (см. рис. 4), выполненная путем расчета корреляционной функции [5], показала, что время корреляции составляет 8.5 нс, что соответствует шумовому процессу с достаточно равномерным спектром в полосе вплоть до сотен мегагерц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриев А.С., Панас А.И.* Динамический хаос: Новые носители информации для систем связи. М.: Физматлит, 2002.
2. *Калинин В.И., Чапурский В.В.* // Радиотехника. 2005. № 3. С. 51.
3. *Дмитриев А.С., Клецов А.В., Лактюшкин А.М. и др.* // Успехи современной радиоэлектроники. 2008. № 1. С. 4.
4. *Иванов В.П.* // Успехи современной радиоэлектроники. 2008. № 1. С. 37.
5. *Рытов С.М.* Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. Случайные процессы. М.: Наука, 1976.