

УДК 621.396

ГЕНЕРАЦИЯ ШУМОПОДОБНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ ДИАПАЗОНА В ОДНОМЕРНОЙ РЕШЕТКЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН-ГЕНЕРАТОРОВ

Д. Е. Радченко, В. И. Калинин, В. Д. Котов, В. Е. Любченко,
С. В. Маречек, С. А. Телегин, Е. О. Юневич

Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
РАН, 141190, г. Фрязино Московской области, пл. Введенского, 1

Статья поступила в редакцию 1 декабря 2019 г.

Аннотация. Твердотельные генераторы шумоподобных сигналов СВЧ диапазона представляют значительный интерес для систем радиосвязи, радиовидения и средств радиоэлектронной борьбы. В данной работе исследована возможность совместной генерации шумоподобного излучения СВЧ диапазона в решетке из двух антенн-генераторов (АГ) – устройств, представляющих собой микрополосковую антенну логопериодического типа на диэлектрической подложке, интегрированную с полевым транзистором. Экспериментально изучена возможность управления спектральными характеристиками генераторов, сложения мощностей и расширения спектра излучения. Получена шумоподобная генерация с шириной спектра до 200 МГц в диапазоне 6-8 ГГц.

Ключевые слова: СВЧ, автогенератор, шум, логопериодическая антенна, полевой транзистор.

Abstract. Microwave solid-state oscillators of noise-like signals are of the great interest for wireless telecommunication systems, imaging systems and electronic warfare. In the paper, the possibility of power combining in the array of two independent noise-like oscillators is investigated. A microstrip log-periodic antennas integrated with field-effect transistors are used. As an active element, NE3514S02 field-effect transistor with 13.5 dB gain at 12 GHz is chosen. It was previously shown that noise-like generation is possible in the active antennas. The main factors resulting in the signal frequency band are the distance (D) between the antenna plane

and reflecting screen and the current in the drain-source circuit of the transistor. By changing the distance D , frequency correction of the generation (up to 200 MHz at 6.5 GHz) is possible. It is experimentally shown that using of the array of noise-like generators makes possible the generation in a desirable frequency range and power level.

Keywords: microwaves, self-oscillator, noise, log-periodic antenna, field-effect transistor.

Введение

Создание малогабаритных микрополосковых генераторов шума (ГШ) и возможность объединения их в виде многоэлементных антенных решеток-излучателей открывает новые возможности для решения задач радиовидения, радиосвязи и радиолокации в сантиметровом и миллиметровом диапазонах электромагнитных волн [1]. В основе конструкции таких генераторов лежат полупроводниковые приборы, позволяющие создавать источники шума в широком диапазоне частот, вплоть до сотен ГГц. Эффективным способом улучшения спектральных характеристик полупроводниковых ГШ является использование модуляции низкочастотным шумовым сигналом, что продемонстрировано в [2-4] на примере генераторов на лавинно-пролетных диодах и полевых транзисторах. Активные микрополосковые антенны, или антенны-генераторы на полевых транзисторах, позволяют создавать малогабаритные источники излучения в широком диапазоне частот, в том числе в виде многоэлементных решеток с возможностью сложения мощностей. Генерация в зависимости от условий может быть одночастотной или многочастотной, наблюдалась также хаотизация колебаний [5, 6].

В настоящей работе исследована возможность управления спектральными характеристиками одиночных генераторов шумоподобных сигналов на полевых транзисторах, интегрированных с микрополосковыми антеннами логопериодического типа, а также изучена возможность

объединения таких генераторов в решетку антенн-излучателей с целью сложения мощностей и построения требуемого шумоподобного спектра.

Конструкция антенны-генератора шумоподобных сигналов

В основе конструкции антенны-генератора лежит интегрированная с полевым транзистором микрополосковая логопериодическая антенна, расположенная на диэлектрической подложке из материала Arlon AD255 толщиной 0,25 мм (рис. 1а). Металлические экраны, расположенные на подвижных поршнях на расстояниях $D1$ и $D2$ (рис. 1б), позволяли перестраивать частоту и режим генерации.

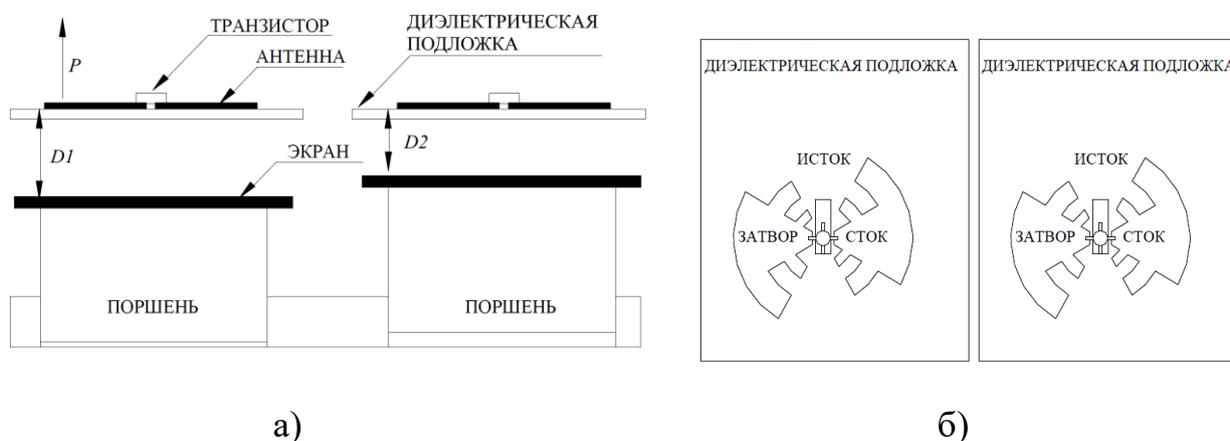


Рис. 1. Конструкция генератора шумоподобных сигналов в виде линейки из двух АГ: а) общий вид; б) вид со стороны антенн. Направление излучения P – по стрелке.

Эксперименты проводились с использованием транзисторов NE3514S02. Сток и затвор транзистора присоединяются непосредственно к лепесткам антенны. Исток соединяется с контактной площадкой в одной плоскости с антенной для подключения к земле. На затвор транзистора подавался сигнал от генератора шума с полосой до 80 МГц по уровню -22 дБм.

Результаты измерений

Расположение антенн-генераторов на разных диэлектрических подложках (рис. 1), позволило избежать уровня взаимной связи, при котором генераторы шумоподобного излучения могут синхронизироваться по фазе в определенной полосе частот [7]. Как показали эксперименты, при расстоянии 2 – 4 мм между

антенной и экранном (D) наблюдалась устойчивая шумоподобная генерация. Изменяя расстояние D можно «сдвигать» положение спектра шумоподобной генерации на 200 МГц, что позволило не только произвести суммирование излучаемой мощности, но и значительно увеличить общую полосу генерации двух независимых излучателей (рис. 2).

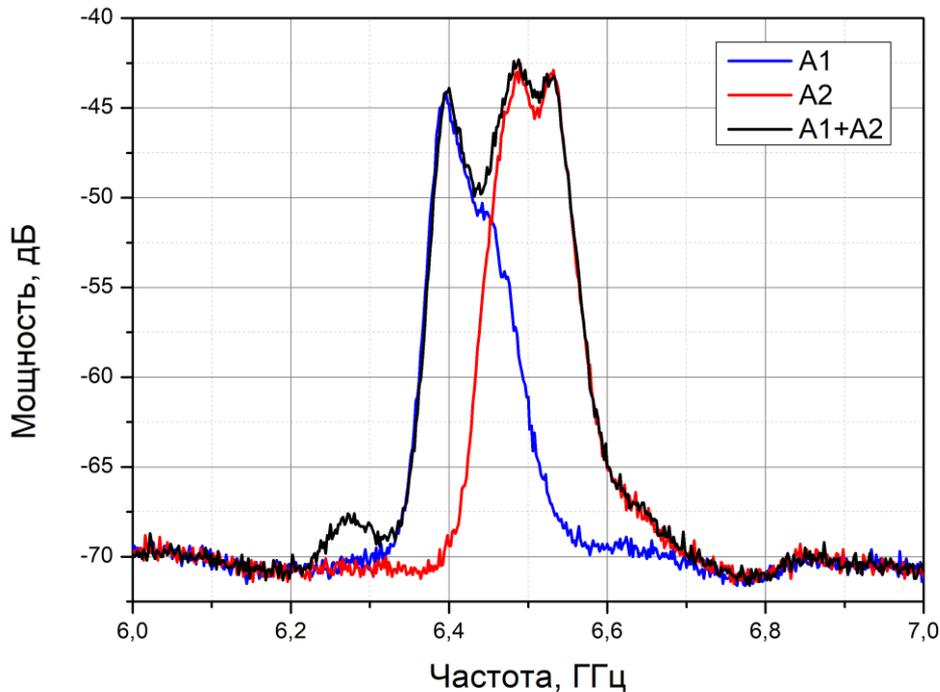


Рис. 2. Спектры излучения от двух независимых генераторов шумоподобных сигналов (A1, A2), в том числе в режиме совместной работы (A1+A2).

Выводы

Получение шумоподобной генерации микрополосковых антенно-генераторов в заданном частотном диапазоне и заданной мощности может быть обеспечено суммированием мощностей нескольких независимых генераторов. Подстройку по частоте возможно осуществить за счёт изменения расстояния между антенной и металлическим экраном. Использование нескольких АГ, рассчитанных на различные частоты, позволяет при сложении их сигналов, получить шумовой спектр различной формы и ширины.

Работа выполнена в рамках Госзадания.

Литература

1. Дмитриев А. С. и др. Генерация хаоса // М.: Техносфера. – 2012. – С. 423.
2. Котов В. Д., Мясин Е. А. Воздействие низкочастотного шумового сигнала на генератор одночастотных колебаний миллиметрового диапазона волн на лавинно-пролётном диоде // Письма в Журнал технической физики. – 2017. – Т. 43. – №. 22. – С. 69-74.
3. Котов В. Д., Максимов Н. А., Мясин Е. А. СВЧ генератор на Si-Ge транзисторе под воздействием низкочастотного шумового сигнала // Труды V Московской конференции по СВЧ электронике. – М. 28 ноября – 1 декабря 2017 г. – С. 35-37
4. Мясин Е. А., Котов В. Д. Воздействие низкочастотным шумовым сигналом на цепь питания ЛПД генератора одночастотных и хаотических колебаний миллиметрового диапазона волн // Радиотехника и электроника. – 2018. –Т. 63. – №. 10. – С.1-6.
5. Любченко В. Е. и др. Многочастотная и хаотическая генерация в микрополосковой антенне, интегрированной с полевым транзистором // Журнал радиоэлектроники. – 2015. – №. 1. Режим доступа <http://jre.cplire.ru/jre/jan15/5/text.pdf>
6. Юневич Е. О. и др. Генерация шумоподобных сигналов в микрополосковых активных антеннах, интегрированных с полевыми транзисторами // Журнал радиоэлектроники. – 2017. – №. 11. – <http://jre.cplire.ru/jre/nov17/2/text.pdf>
7. S. Boccaletti et al. The synchronization of chaotic systems, Physics Reports 366 (2002) p. 1–101.

Для цитирования:

Радченко Д.Е., Калинин В.И., Котов В.Д., Любченко В.Е., Маречек С.В., Телегин С.А., Юневич Е.О. Генерация шумоподобного излучения СВЧ диапазона в одномерной решетке микрополосковых антенн-генераторов. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2019. № 12. Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/dec19/5/text.pdf>
DOI 10.30898/1684-1719.2019.12.5