

ГЕНЕРАЦИЯ ХАОТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ СВЧ ДИАПАЗОНА В КОЛЬЦЕВОЙ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ, РЕАЛИЗОВАННОЙ НА КМОП-СТРУКТУРЕ

Никишов А. Ю.

Московский физико-технический институт
г. Долгопрудный, Московская обл., Институтский пер., д. 7, 141700, Россия
тел.: 495-6297278, e-mail: nikishov@cplire.ru

Аннотация — На уровне моделирования и экспериментально показана принципиальная возможность формирования потока хаотических импульсов СВЧ диапазона в кольцевой автоколебательной системе, реализованной на КМОП-структуре.

I. Введение

В работе [1] была предложена структура кольцевой автоколебательной системы на КМОП-структуре с несколькими активными элементами, способная генерировать хаотические колебания с равномерным спектром мощности в диапазоне частот от 2.8 ГГц до 3.6 ГГц. В данной работе исследовалось поведение системы при непрерывном режиме генерации хаотических колебаний. Однако если говорить об использовании таких систем в коммуникационных технологиях, необходимо рассмотреть возможность получения в них потока хаотических импульсов СВЧ диапазона.

Метод использования хаотических импульсов в широкополосных и сверхширокополосных коммуникационных технологиях в качестве носителя информации был продемонстрирован в работах [2-3].

В работах [4-5] на примере динамической системы, представляющей собой генератор хаоса с 2.5 степенями свободы с биполярным транзистором в качестве активного элемента, предложено генерировать хаотические импульсы за счёт внутренней модуляции. А именно, путём воздействия на цепь питания генератора внешних прямоугольных импульсов с частотой много меньше частоты генерируемых системой в стационарном режиме колебаний.

Такой подход позволяет источнику хаоса в паузах между импульсами не потреблять энергию, поэтому эффективность системы в целом повышается, особенно при больших скважностях.

В данной работе на модельном уровне и экспериментально показана возможность генерации хаотических импульсов в кольцевой автоколебательной системе на КМОП-структуре, предложенной в [1].

II. Моделирование

Ключевыми характеристиками при осуществлении внутренней модуляции является длительность переходных процессов начале и в конце воздействующих прямоугольных импульсов. Для того чтобы не оказывать существенного влияния на характер временной реализации импульса, а значит и на форму спектра автоколебаний, они должны быть значительно короче длины самих импульсов.

На рисунке 1а представлена временная реализация хаотических импульсов при модуляции прямоугольными импульсами с длиной и периодом соответственно $t_i=20$ нс, $T_i=40$ нс модели хаотической автоколебательной системы, реализованной на КМОП-структуре с длиной канала 180 нм. На рисунке 1б представлен отдельный хаотический импульс для такой модуляции. Сплошной линией обозначен

внешний периодический импульс, воздействующий на цепь питания автоколебательной системы.

Из рисунков видно, что в автоколебательной системе при внутренней модуляции действительно возникают импульсы, фронты которых нарастают очень быстро за время порядка одного квазипериода колебаний. Это обеспечивает высокую скорость переключения системы из режима покоя в режим генерации и обратно, и тем самым, высокую скорость передачи информации. Однако в данном случае фронты прямоугольных модулирующих импульсов равны нулю, то есть рассматривается идеальный случай.

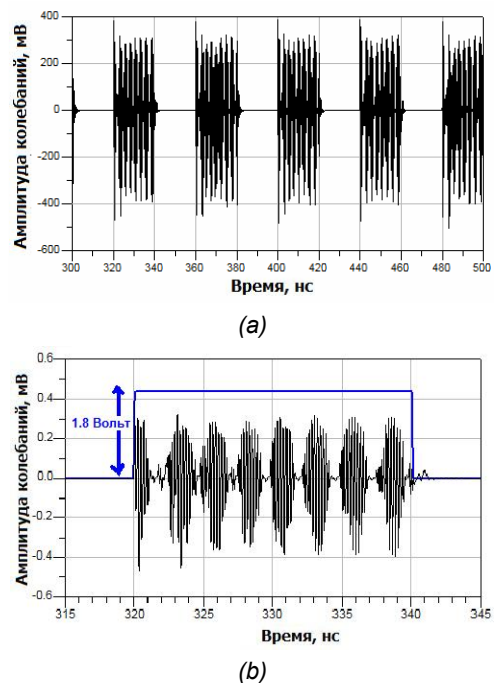


Рис. 1. Хаотические импульсы автоколебательной системы при внутренней модуляции прямоугольными импульсами при $t_i=20$ нс, $T_i=40$ нс: а) серия импульсов; б) отдельный импульс.

Fig. 1. Chaotic pulses of self-oscillating system at internal modulation by rectangular pulse with $t_i=20$ ns, $T_i=40$ ns: a) pulse group; b) isolated pulse

На рисунке 2 представлен спектр мощности колебаний для полученных при моделировании импульсов. Спектр при периодическом внешнем воздействии в целом сохраняет хаотические свойства. Это свидетельствует о том, что колебания в импульсах, полученные при внутренней модуляции носят хаотический характер.

Прямые измерения показывают, что средняя мощность сигнала в случае режима генерации хаотических импульсов, в сравнении со стационарным режимом, падает обратно пропорционально скважности.

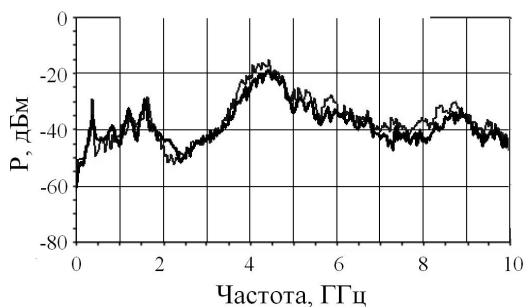


Рис. 2. Спектр мощности хаотических импульсов.

Fig. 2. Power spectrum of chaotic pulses

III. Эксперимент

В эксперименте по генерации хаотических импульсов, также как и при моделировании, для внутренней модуляции использовался поток прямоугольных импульсов с амплитудой 1.8 Вольт, подаваемый в цепь питания автоколебательной системы.

На рисунке 3 представлена временная реализация последовательности хаотических импульсов для модуляции прямоугольными импульсами скважностью 2 и длительности 20 нс, спектр мощности хаотических колебаний для таких импульсов представлен на рис. 4.

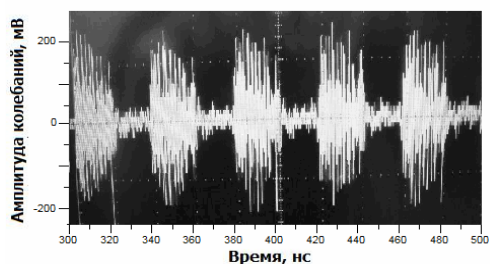


Рис. 3. Хаотические импульсы автоколебательной системы при внутренней модуляции прямоугольными импульсами при $t_i=20$ нс, $T_i=40$ нс.

Fig. 3. Chaotic pulses of self-oscillating system at internal modulation by rectangular pulse at $t_i=20$ ns, $T_i=40$ ns

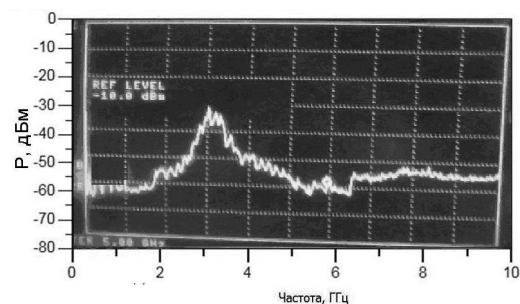


Рис. 4. Спектр мощности хаотических импульсов.

Fig. 4. Power spectrum of chaotic pulses

Экспериментальные исследования показали, что спектр мощности при периодическом внешнем воздействии остается сплошным, а его форма и диапазон генерируемых колебаний (от 2.8 ГГц до 3.6 ГГц) в целом сохраняется такой же, как и у стационарного хаотического режима системы [1].

Это свидетельствует о том, что в интервалах времени, когда генерируется хаотический сигнал, его характеристики близки к характеристикам исходного

сигнала; переходные процессы в начале и в конце воздействующих прямоугольных импульсов значительно короче длины самих импульсов и не оказывают существенного влияния на форму спектра.

IV. Заключение

В работе на модельном уровне и экспериментально продемонстрирована возможность генерации хаотических импульсов в кольцевой автоколебательной системе с тремя активными элементами на КМОП-структуре, предложенной в [1].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 09-02-00983-а и гранта президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых МД-4131.2009.9.

V. Список литературы

- [1] А. С. Дмитриев, Е. В. Ефремова, А. Ю. Никишов Письма в ЖТФ, 2010, т. 36, вып.9, стр. 82-89
- [2] Дмитриев А. С., Панас А. И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. М.: Физ.-мат. лит., 2002.
- [3] Дмитриев А. С., Кяргинский Б. Е., Панас А. И. и др. // РЭ. 2001. Т. 46. N. 2. С. 224.
- [4] Дмитриев А. С., Ефремова Е. В., Кузьмин Л. В., и др. // РЭ. 2006. Т. 51. № 5, С. 593-604.
- [5] Атанов Н. В., Дмитриев А. С., Ефремова Е. В., Кузьмин Л. В. // РЭ, 2006, Т. 51, №12, С. 1454-1464.

MICROWAVE CHAOTIC PULSE GENERATION IN RING SELF-OSCILLATING SYSTEM BASED ON CMOS STRUCTURE

Nikishov A. Yu.

Moscow Institute of Physics and Technology
Dolgoprudnyi, Moscow Region, 141700, Russia
Ph.: 495-6297278, e-mail: nikishov@cplire.ru

Abstract — In the process of simulation and experimentally the possibility of formation of microwave chaotic pulse stream in the ring self-oscillatory system realized on CMOS-structures [1] is shown.

I. Introduction

In the work [1] the structure of ring self-oscillatory system on CMOS-structures with the several active elements, capable to generate chaotic oscillations with the uniform spectrum of capacity in the range of frequencies from 2.8 GHz to 3.6 GHz has been offered.

In the given works the system was investigated at continuous mode of generation of chaotic oscillations. In the given work in the course of simulation and experimentally the possibility of generation of chaotic impulses in such system is shown.

II, III, IV Main Part and Conclusion

Due to simulation and experimental results it has been shown that the impulses received at internal modulation, have chaotic character. Direct measurements has shown that average power of output signal in the case of the mode of generation of chaotic impulses, in comparison with the stationary mode, falls in inverse proportion to off-duty ratio.

In self-oscillatory system at internal modulation there are the impulses which fronts accrue very quickly during an order of one quasiperiod of oscillations. It provides high speed of switching of the system from the rest mode into the mode of generation and back, and by that, high speed of information transfer.

In time intervals when the chaotic signal is generated, its characteristics are close to characteristics of the initial signal; transients in the beginning and in the end of influencing rectangular impulses are much shorter than length of impulses and do not render essential influence on the form of power spectrum.