

## КЛИНООРБИКТРОН – УСИЛИТЕЛЬ: МОДЕЛЬ И ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ВАРИАНТЫ В ДИАПАЗОНЕ 180 ГГц

В.Д. ЕРЕМКА<sup>1</sup>, А.А. КУРАЕВ<sup>2</sup>, А.К. СИНИЦЫН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины  
12, ул. Академика Проскуры, г. Харьков, 61085, Украина

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
v.yeryomka@gmail.com, kurayev@bsuir.by, sinitsyn@cosmostv.by

С использованием разработанной математической модели проведен оптимизационный поиск перспективных вариантов клиноорбитрона-усилителя в диапазоне 180 ГГц. Найлены варианты, в которых при напряжении 3.5 кВ и токе 0,07–0,18 А электронного пучка реализуется КПД 10–14 %, коэффициент усиления 18–38 дБ, выходная мощность 10–46 Вт при мощности сигнала 0,01–0,5 Вт.

*Ключевые слова:* оротрон, орбитрон, усилитель, миллиметровый диапазон.

Источники субмиллиметрового диапазона на низковольтных электронных пучках востребованы во многих технических приложениях: сканирование багажа, фотографии опухолей, радиолокация. Одним из перспективных приборов в этом диапазоне является орбитрон [1, 2]. В докладе представлены результаты исследования клиноорбитрона, схема которого представлена на рис. 1.

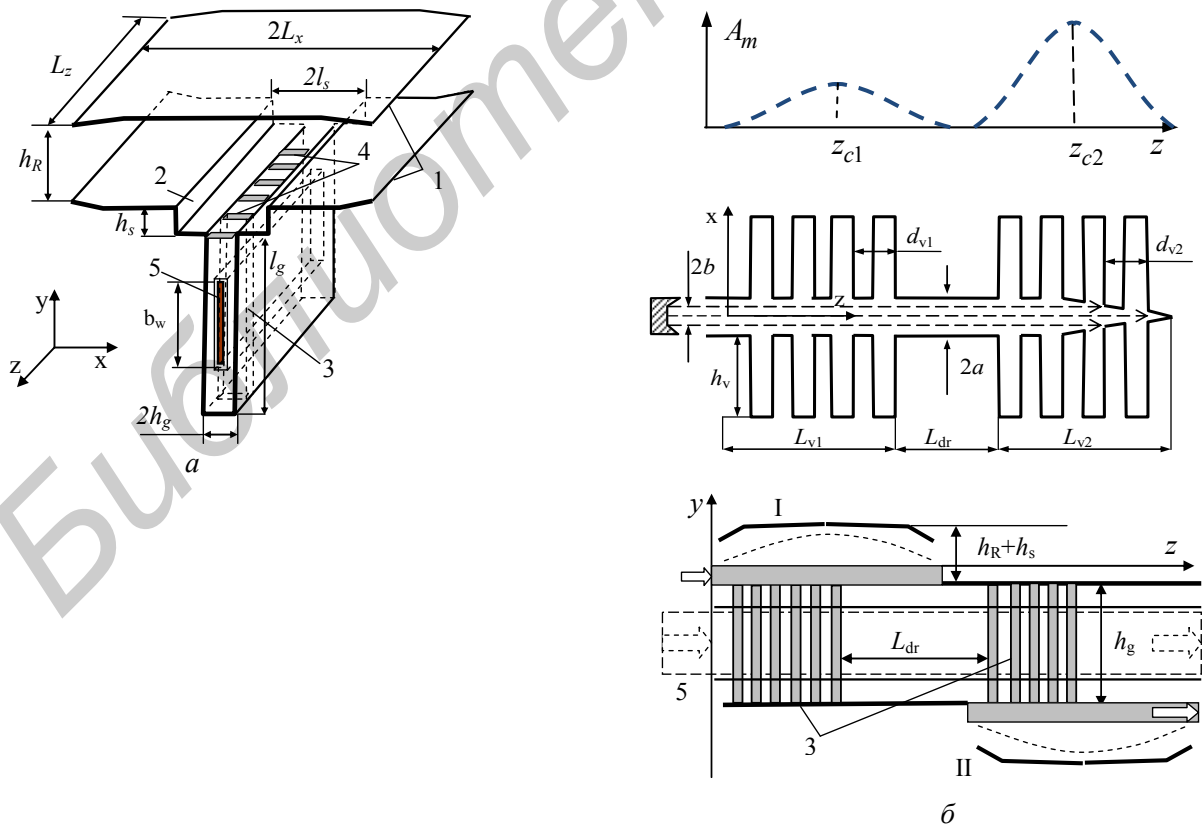


Рис. 1. Схема клиноорбитрона: а – открытый резонатор, нагруженный гребенкой; б – расположение резонаторов в усилительной схеме

Его отличительная особенность в том, что ленточный электронный пучок в отбирателе осаждается на сходящиеся клином гребенки. Работает усилитель следующим образом. Электронный пучок 5, пролетая в зазоре гребенки первого резонатора-модулятора I, возбуждаемого сигналом, получает начальную модуляцию. Затем, после пролета области дрейфа длиной  $L_{dr}$ , на которой происходит группировка электронов, попадает в зазор гребенки 3 второго резонатора-отбирателя II. Здесь происходит отбор энергии электронов и вывод ее в нагрузку. Прямоугольные резонаторы 3, соединены с открытым резонатором 1 через щели 4. Распределение амплитуд электрических полей в ячейках гребенок пропорционально амплитудам полей вдоль соответствующих открытых резонаторов  $A_m(z)$ .

Работы по созданию экспериментальных макетов орбиктронов и клиноорбиктронов субмиллиметрового диапазона ведутся в Харьковском ИРЭ. В БГУИР созданы математические модели, пакеты программ и выполняются расчеты с целью поиска наиболее оптимальной по различным критериям качества конструкций орбиктронов. В работах [1, 2] представлены результаты моделирования орбиктронов.

Последние выполненные расчеты показали, что если в выходном резонаторе орбиктрона-усилителя [2] использовать клинообразный зазор гребенки, то эффективность можно повысить примерно в полтора раза. При этом уменьшается необходимое значение нагруженной добротности выходного резонатора. На рис. 2 представлены основные характеристики одного из вариантов такого клиноорбиктрона-усилителя для электронного пучка с напряжением 3.5 Кв. Приведены значения параметров, описанных в [1]. Как видно из рис. 2, б, несмотря на неравномерную группировку в области дрейфа [2], в клиноорбиктроне-усилителе удастся добиться практически однородного отбора энергии у всех слоев пучка, чего не удастся достичь в орбиктроне. При этом оптимальное распределение поля  $A_m$  вдоль отбирателя должно быть приблизительно равномерным, в отличие от орбиктрона, где для обеспечения максимального КПД оно должно монотонно возрастать.

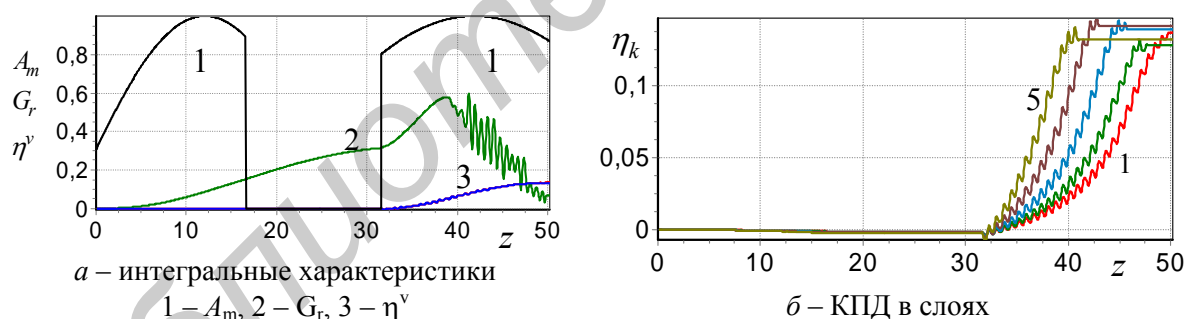


Рис. 2. Характеристики клиноорбиктрона-усилителя при значениях параметров:

$$a=0.21, b=0.189, n_{v1}=22, L_{z1}=30, \Delta L_1=1, L_{v1}=16.5, d_{v1}=0.75, L_{dr}=15$$

$$n_{v2}=27, L_{z2}=50.5, \Delta L_2=15, L_{v2}=18.7, L_{v2}=5.8, d_{v2}=0.703$$

$$A_1=6e-5, P_s=0.34\text{Вт}, A_2=1.0e-3, \eta_2=0.134, P_{out}=46.7\text{Вт}, B_0=0.77\text{Т}, Q=405$$

#### Список литературы

1. Ерёмка В.Д., Кураев А.А., Синуцын А.К. // Радиопизика и электроника, 2013, т.4 (18), №4. –С.63-72.
2. Eryomka V.D., Kurayev A.A., Sinitsyn A.K. // Proceedings The Eighth International Kharkov Symposium On Physics And Engineering Of Microwaves, Millimeter And Submillimeter Waves (Msmw'2013), Kharkov, Ukraine, June 23-28. P.147-148.