

Разработка миниатюрной лампы бегущей волны терагерцового диапазона частот с многолучевым электронным потоком

А. Э. Плоских^{1,2}✉, Н. М. Рыскин^{1,2}

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

²Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН

✉ andreyploskih@gmail.com

Важной проблемой современной электроники является освоение суб-терагерцового диапазона частот. Миниатюрные электровакуумные приборы могут найти широкое применение в современных системах безопасности и противодействия терроризму, в системах высокоскоростной беспроводной передачи данных, в радиолокационных системах и т.д. Одним из наиболее перспективных приборов является классический прибор вакуумной СВЧ-электроники – лампа бегущей волны (ЛБВ), которая может обеспечить как высокую выходную мощность в непрерывном режиме работы (до нескольких сотен Ватт), так и широкую полосу усиливаемых частот.

В настоящее время большой интерес привлекают ЛБВ с ЗС типа сдвоенной гребенки и ленточным ЭП [1]. Схема ЗС, состоящей из двух гребенок, сдвинутых на половину периода, представлена на рис. 1а. Также в ряде работ рассматривались подобные приборы с многолучевыми ленточными пучками [2].

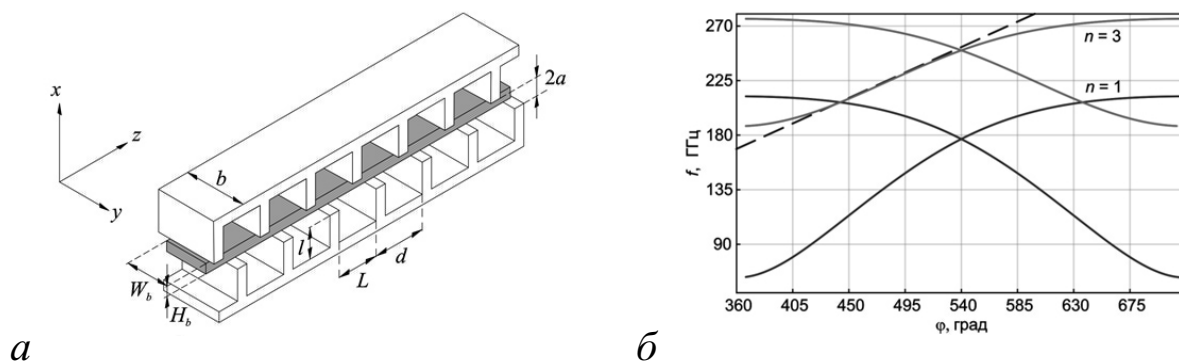


Рис. 1. Схема замедляющей системы типа сдвоенная гребенка (а) и дисперсионная характеристика 1 и 3 мод ЗС (б). Штриховой линией показана дисперсионная характеристика ЭП при напряжении 21.4 кВ

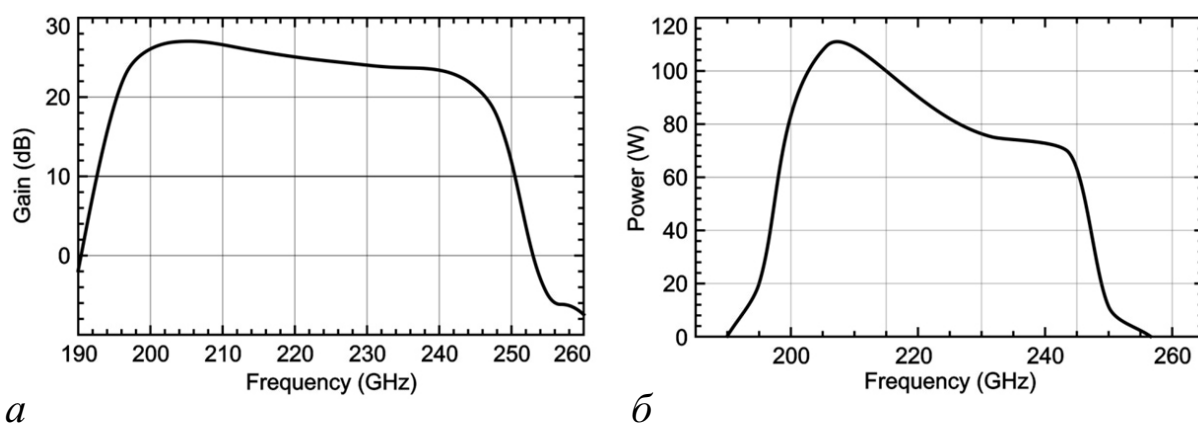


Рис. 2. Зависимость коэффициента усиления от частоты (а) и Зависимость мощности выходного сигнала от частоты (б)

Нами исследовалась возможность создания ЛБВ, в которой трехлучевой ленточный ЭП взаимодействует с высшей поперечной модой ЗС, имеющей три вариации поля вдоль широкой стенки структуры [3]. Были найдены оптимальные параметры ЗС и рассчитаны основные электродинамические характеристики. На рис. 1б приведена дисперсионная характеристика ЗС.

Было проведено 3D моделирование линейных и нелинейных режимов усиления в трехлучевой ЛБВ в среде CST Studio Suite. На рис. 2а представлена зависимость коэффициента усиления от частоты при мощности входного сигнала 500 мВт. Ток каждого пучка составляет 70 мА, т. е. полный ток 210 мА. Видно, что усиление свыше 20 дБ достигается в широкой полосе частот от 195 до 245 ГГц. На рис. 2б представлена соответствующая зависимость выходной мощности от частоты. В диапазоне частот 195–245 ГГц мощность сигнала превышает 70 Вт, а максимальная выходная мощность составляет 110 Вт на частоте 210 ГГц.

Список литературы

1. *Shin Y. M., Barnett L. R., Luhmann N. C.* Phase-shifted traveling-wave-tube circuit for ultrawideband high-power submillimeter-wave generation // *IEEE Trans. Electron Devices*. 2009. Vol. 56, no. 5. P. 706–712.
2. *Gee A., Shin Y. M.* Gain analysis of higher-order-mode amplification in a dielectric-implanted multi-beam traveling wave structure // *Phys. Plasmas*, 2013. Vol. 20, no. 7, 073106.
3. *Плоских А. Э., Рыскин Н. М.* Моделирование лампы бегущей волны суб-ТГц диапазона с многолучевым ленточным электронным пучком // *Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика*. 2019. Т. 19, № 2. С. 113–121,