

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ НА ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УСИЛИТЕЛЯ НА ЭФФЕКТЕ СМИТА—ПАРСЕЛЛА

Развита линейная теория усилителя на эффекте Смита—Парселла, учитывающая влияние металлодиэлектрического слоя и толщины электронного потока на условия возбуждения колебаний в открытом волноводе. Теоретически и путем экспериментального моделирования изучены волновые процессы в электродинамической системе усилителя.

Возможность энергообмена электронов с дифрагированным на периодической структуре полем открытого волновода (ОВ) показана в [1, 2]. Дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования волновых процессов в ОВ, образованном периодической структурой и металлическим экраном, показали перспективность использования такой системы для усиления электромагнитных колебаний в режиме дифракционного излучения (излучения Смита—Парселла) [3, 4].

В последние годы значительный интерес проявляется к использованию в электронике КВЧ металлодиэлектрических структур различных модификаций. Такие структуры могут быть использованы как для повышения эффективности энергообмена электронного потока (ЭП) с высокочастотными полями, так и для организации вывода энергии в электродинамических системах приборов дифракционной электроники [3, 5—8]. Поэтому представляет интерес исследование модели усилителя на эффекте Смита—Парселла, электродинамическая система которого образована периодической металлической структурой и металлодиэлектрическим слоем (МДС).

Ниже проанализировано дисперсионное уравнение усилителя, полученное в рамках линейной самосогласованной задачи электроники, а также приведены результаты экспериментального моделирования волновых процессов в ОВ с металлодиэлектрическим слоем.

Анализ дисперсионного уравнения. Модель исследуемой системы схематично представлена на рис. 1. Открытый волновод образован параллельно расположенными на расстоянии s периодической структурой типа «гребенка» 1 с периодом $2l$, шириной и глубиной щелей, соответственно $2d$ и h , и металлодиэлектрическим слоем 2 толщиной $\Delta = H - s$. Ленточный нерелятивистский ЭП 3 конечной толщины $(r - b)$ движется вдоль оси Oy на расстоянии b от «гребенки». При экспериментальном моделировании ЭП заменялся планарным диэлектрическим волноводом, поверхностная волна которого являлась источником излучения. Линиями со стрелками показаны возможные варианты происхождения излучения в вакууме и диэлектрике при моделировании.