

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ БУРСИАНОВСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ В РЕЛЯТИВИСТСКОМ ЭЛЕКТРОННОМ ПОТОКЕ ВО ВНЕШНЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ CST PARTICLE STUDIO

Короновский А.А., Бадарин А.А., Куркин С.А., Храмов А.Е.

[alexander.koronovskiy@gmail.com](mailto:alexander.koronovskiy@gmail.com)

Саратовский государственный университет им Н.Г. Чернышевского  
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Известно, что интенсивные релятивистские электронные потоки (РЭП) часто демонстрируют сложные режимы динамики [1]. В частности, для них характерно развитие различных неустойчивостей, например, пирсовской, бурсиановской, тококонвективной, диокотронной, слипинг-неустойчивости и др. С одной стороны, развитие данных неустойчивостей может играть положительную роль, например, пирсовская и бурсиановская неустойчивости приводят к образованию нестационарного виртуального катода (ВК), на использовании колебаний которого основан целый класс мощных СВЧ приборов – генераторы (усилители) на виртуальном катоде или виркаторы [2,3]. С другой стороны, данные неустойчивости могут оказывать и негативное влияние на функционирование мощных СВЧ устройств и накладывают определенные ограничения на режимы их работы. Так, например, развитие тех же пирсовской и бурсиановской неустойчивостей ограничивает максимальный ток электронного потока, который может быть транспортирован без отражений через эквипотенциальное вакуумное дрейфовое пространство. Важным является вопрос о взаимодействии и сосуществовании различных неустойчивостей интенсивного электронного потока, т.к. при определенных параметрах системы выполняются условия для одновременного развития нескольких неустойчивостей [1]. Таким образом, исследование нелинейной динамики РЭП и возникающих в них неустойчивостей представляет собой важную задачу мощной вакуумной и плазменной электроники как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения.

В настоящей работе было исследовано взаимодействие бурсиановской и диокотронной неустойчивостей. Взаимодействие данных неустойчивостей приводит к образованию виртуального катода (ВК) сложной структуры с несколькими областями отражения (электронными сгустками) в азимутальном направлении, вращающимися вокруг оси пространства дрейфа и формирующих вихревую структуру в пролётном промежутке. Управляющие параметры системы (ток пучка, индукция внешнего магнитного поля) определяют количество вращающихся в азимутальном направлении электронных сгустков в РЭП, причем с ростом тока их количество возрастает.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 14-12-00222).

1. Кузелев, М. В., “Плазменная релятивистская СВЧ-электроника” / М. В. Кузелев, А. А. Рухадзе, П. С. Стрелков // М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2002.
2. Dubinov, A. E., Selemir, V. D. Electronic Devices with Virtual Cathodes (Review). Journal of Communications Technology and Electronics, 2002, No. 6, p. 575.
3. Benford J., High Power Microwaves. / J. Benford, J.A. Swegle, E. Schamiloglu.//CRC Press, Taylor and Francis, 2007.