

## **К НЕЛИНЕЙНОЙ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕОРИИ ДВУХЛУЧЕВОЙ ЛАМПЫ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ И ЭЛЕКТРОННО-ВОЛНОВОЙ ЛАМПЫ: ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ**

*С. С. Волощук*

Национальный исследовательский  
Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского  
Россия, 410012 Саратов, Астраханская, 83

E-mail: ss.voloshchuk@gmail.com

Приведен вариант построения нелинейной нестационарной теории двухлучевой лампы бегущей волны с попутными потоками, основанный на нелинейной теории лампы бегущей волны с одним электронным пучком.

Необходимость построения теории двухлучевой лампы бегущей волны возникла в связи с исследованием электронно-волновой лампы. Электронно-волновая лампа состоит из входного, выходного устройства и пространства дрейфа, где взаимодействуют два электронных потока. Во входном устройстве происходит модуляция электронных пучков, которые взаимодействуют между собой в пространстве дрейфа благодаря явлению двухлучевой неустойчивости. В качестве входного и выходного устройства можно использовать отрезки спирали, таким образом, входное и выходное устройства будут являться короткими секциями двухлучевой ЛБВ. Электронно-волновая лампа из-за отсутствия замедляющей системы является перспективным прибором для продвижения в терагерцовую область.

Цель данной работы состоит в построении нелинейной нестационарной теории двухлучевой ЛБВ с попутными пучками. В настоящее время существует много работ, посвященных двухлучевой неустойчивости, гораздо меньше работ посвящены конкретным двухлучевым приборам, причем ни одна из них не рассматривает нестационарные модели.

Полученная в работе система уравнений решалась численно, методом частиц в ячейках. Проведено тестовое сравнение результатов построенной теории с нелинейными уравнениями электронно-волновой лампы, которое показало корректность выведенных уравнений. Приведено сравнение работы двухлучевой ЛБВ и электронно-волновой лампы в нестационарной области рабочих параметров и в области интерференции. Приведено сравнение электронно-волновой лампы, в которой входное и выходное устройства моделируются секциями ЛБВ, с двухлучевой ЛБВ такой же длины.

Ключевые слова: Двухпучковая неустойчивость, электронно-волновая лампа, двухлучевая лампа бегущей волны.

DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-5-62-71

Ссылка на статью: Волощук С.С. К нелинейной нестационарной теории двухлучевой лампы бегущей волны и электронно-волновой лампы: Основные уравнения и некоторые результаты расчетов // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2016. Т. 24, № 5. С. 62–71.

**FOR NONLINEAR NONSTATIONARY THEORY OF TWO-STREAM  
TRAVELING-WAVE TUBE AMPLIFIER AND TWO-STREAM AMPLIFIER:  
GENERAL EQUATIONS AND SOME RESULTS OF CALCULATION**

*S. S. Voloshchuk*

National Research Saratov State University  
Astrahanskaya, 83, 410012 Saratov, Russia

E-mail: [ss.voloshchuk@gmail.com](mailto:ss.voloshchuk@gmail.com)

In the work shows a way of developing the theory of nonlinear non-stationary two-beam traveling wave tube with a codirected beams, based on the nonlinear theory of traveling wave tube with a single electron beam.

The need to build a double-beam traveling wave tube theory arose from the study of two-stream amplifier. It consists of an input device, an output device and the drift space, where two electron beams interact. In the input device there is a stream of modulation, which interact with each other in the drift space due to the phenomenon of two-stream instability. As input and output device of two-stream amplifier can be used spiral segments, so the input and output devices will be short section of double-stream traveling wave tube. Two-stream amplifier, due to lack of slow-wave system is a promising tool for advancement in terahertz region.

The purpose of this work is to construct a theory of nonlinear nonstationary two-beam traveling wave tube with codirected beams. Currently, there are a lot of works about two-stream instability, much less work about a specific two-beam devices, none of them considers the time-dependent model.

The resulting system was solved numerically by the method of particles in cells. A comparison of the test results of the theory with nonlinear equations of two-stream amplifier that showed the correctness of derived equations. The comparison operation TWT and two-stream amplifier in the non-stationary area of operating conditions and in the interference

area. The comparison of two-stream amplifier in which the inlet and outlet sections of the device modeled TWT, with dual beam traveling wave tube of the same length.

Keywords: Two-stream instability, two-stream amplifier, two-stream traveling wave tube.

DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-5-62-71

Paper reference: Voloshchuk S.S. For nonlinear nonstationary theory of two-stream traveling-wave tube amplifier and two-stream amplifier: General equations and some results of calculation // *Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2016. Vol. 24. Issue 6. P. 62–71.