

Моделирование динамики волн в плазменно-пучковом супергетеродинном ЛСЭ доплертронного типа с электронным винтовым пучком

Лысенко А.В., *доцент*; Алексеенко Г.А., *аспирант*;
Черета Д.В., *студент*; Остапенко К.А., *студент*
Сумский государственный университет, г. Сумы

Плазменно-пучковые супергетеродинные лазеры на свободных электронах (ППСЛСЭ) – приборы способные генерировать и усиливать мощное когерентное электромагнитное излучение миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн. В этих приборах реализуются одновременно две неустойчивости. Плазменно-пучковая неустойчивость используется для усиления плазменных волн, а благодаря параметрической неустойчивости происходит перекачка энергии от продольной волны пространственного заряда (ВПЗ) электронного пучка в поперечную электромагнитную волну сигнала. Динамика волн исследована в рамках кубического нелинейного приближения.

Для формализации объекта, в качестве исходных используются квазигидродинамическое уравнение, уравнение непрерывности и уравнения Максвелла. Задача движения и концентрации решалась с помощью модернизированного метода усредненных характеристик. Полевая задача решалась методом медленно меняющихся амплитуд. В рамках метода усредненных характеристик был произведен переход от уравнений в частных производных к их характеристикам – уравнениям в полных производных. Далее к этим уравнениям применена процедура асимптотического интегрирования. В итоге была получена кубическая нелинейная система дифференциальных уравнений для амплитуд гармоник волн сигнала, накачки и ВПЗ.

Полученная система уравнений анализировалась стандартными численными методами. В результате были определены уровни насыщения и выяснены механизмы насыщения для ППСЛСЭ доплертронного типа с винтовым электронным пучком. Показано, что с увеличением угла влета пучка возрастают уровни насыщения волны сигнала, увеличивается электронный КПД по сравнению с ППСЛСЭ, в котором имеет место осевой влет пучка. Это возрастание объясняется тем, что часть кинетической энергии вращательного движения пучка электронов в исследуемом устройстве переходит в энергию излучения.