Н.А. Урусова
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

АСИМПТОТИЧЕСКОЕ РАССМОТРЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПЛАВНО НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ

Ключевые слова: резонансное взаимодействие, точка синхронизм, трансформация волн.

Рассматриваются различные типы нелинейного взаимодействия, наблюдающиеся в нелинейных и неоднородных средах. Исследуется проблема трансформации одних типов волн в другие при одновременном учете нелинейных и неоднородных параметров. Проанализировано асимптотическое решение при произвольном профиле неоднородности в ВКБ-приближении.

Будем исходить из системы квазигидродинамических уравнений, описывающих изотропную среду, а так же уравнений Максвелла. Представим величины полей, скоростей и электронной концентрации в виде равновесных значений и их возмущённых компонент. Рассмотрим взаимодействие двух попутных высокочастотных и плазменной волн в стационарной слабонеоднородной среде. В отсутствии трансформации для каждой из волн справедливо ВКБ-приближение.

Вводится параметр $\nu = 1/k_0 L$, $\nu = \lambda_0 / L$,учитывающий влияние неоднородности, где k_0 и λ_0 волновое число и длина волны в вакууме, L – характерный масштаб неоднородности среды. Параметр μ введён для обозначения малости правых частей, он определяется отношением возмущённых компонент к их равновесному значению. Предполагаем, что по порядку величины μ совпадает с параметром ξ, характеризующим неоднородность данной среды.

Рассмотрим систему укороченных уравнений для комплексных амплитудных множителей a_i, описывающих нелинейное взаимодействие попутных волн в неоднородной среде

$$a_i = \sigma_i e^{k_i \Psi_i} a_j b, \text{ где } \sigma = \sigma(x), \ \Psi = \Psi(x) = \int \Delta n(x) dx, \ k_i = k_0 n_i.$$

В системе для средних величин содержатся члены, связанные с наличием флуктуаций концентрации, которые могут привести к появлению диссипации в среде. Считаются выполнеными условия синхронизма

$$\omega_2 - \omega_1 = \omega_{3,} \quad \Delta\kappa(x) = \kappa_2 - \kappa_1 - \kappa_{3,}$$

где ω – частоты, а κ – волновые числа взаимодействующих волн. Первое из условий выполнено в любой точке пространства, а второе – лишь в некоторых локализованных точках пространства. Используя стандартную методику для одномерной задачи, получаем систему стационарных укороченных уравнений, связывающих нормированные амплитуды a_i электромагнитных и плазменных волн.

$$\frac{da_i}{dx} = \pm \frac{\sigma_i}{c} a_j a_l \exp(-i \int \Delta k(x) dx).$$

$$\frac{da_r}{dx} = \pm \frac{\sigma_i}{c} a_j a_l \exp(-i \int \Delta k(x) dx).$$

Найдём асимптотическое решение данной системы. Параметром асимптотического разложения здесь является ν. Для того, чтобы выдержать туже точность (ВКБ-приближение), ограничимся членами $\sim\nu$.

Полученные решения являются асимптотическим представлением точного решения системы в указанном ниже приближении при выполнения условия $\mu \ll \nu$. Такой подход успешно используется при исследовании линейной трансформации волн в неоднородной магнитоактивной среде.

Таким образом, можно сделать вывод, что учет реальной неоднородности среды при трехволновом взаимодействии принципиален, в противном случае эффект возбуждения плазменной волны резко занижается. Отсюда следует и второй практический вывод о том, что для повышения эффекта возбуждения плазменной волны электромагнитными, частоты волн накачки следует выбирать так, чтобы условия синхронизма выполнялись в области, где плазма существенно неоднородна.

Отметим, что величина эффекта возбуждения в рассматриваемом асимптотическом приближении относится к случаю, когда плазменная волна возбуждается двумя электромагнитными, амплитуды которых имеют один порядок. Генерация в этом случае более эффективна, чем в приближении заданного поля, когда присутствует одна сильная волна накачки высшей частоты, а другие волны имеют по сравнении с ней малую амплитуду.

Список литературы:

[1] Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости. - М.: Наука, 1967.
[2] Урусова Н.А., Файнштейн С.М., Яшин Ю.Я. О нелинейной трансформации волн в неоднородной плазме.//Физика плазмы. 1990. Т. 15. №12 С. 508–515.

Н.К. Шарыгина
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ В СВОБОДНОМОЛЕКУЛЯРНОМ ПОТОКЕ ГАЗА

Ключевые слова: свободномолекулярный поток, силы, моменты, метод Монте-Карло.

В докладе рассматривается влияние движущегося свободномолекулярного потока на вращающуюся в нем тонкую пластину.

Рассматривается тонкая плоская пластина *P*. Она может вращаться со скоростью ω вокруг некоторой оси l в свободномолекулярном потоке газа, скорость которого V (рис.1). Пластина кроме вращения может и поступательно двигаться. В этом случае удобнее скорость её движения учитывать в скорости потока.

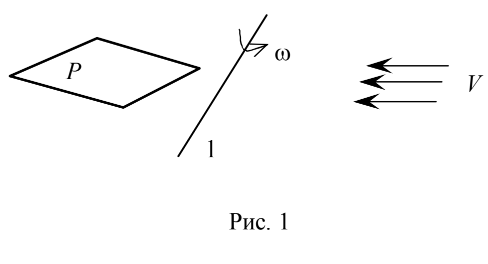

Рис. 1