

МОДЕЛЬ МОДУЛЬНОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ В ЗАДАЧЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛН

Гусев В.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический ф-т, каф. Акустики, Россия, 199991, г. Москва, Ленинские горы, Тел.: 8(495)939-29-43, E-mail: vgusev@bk.ru

Исследование волновых полей большой интенсивности обычно связано с решением нелинейных уравнений, обычно не имеющих общего точного решения. Необходимы новые подходы к построению аналитических решений и выявлению их качественных зависимостей от параметров задачи в целях оптимизации и создания полей заданной структуры. Одним из таких подходов является метод модульной нелинейности, состоящий в качественной замене нелинейных слагаемых степенного вида слагаемыми более низкой степени или линейными, но содержащими функцию модуля. Например, квадратичное слагаемое может быть заменено на слагаемое с модулем. При этом качественное поведение в целом сохраняется. Вместо нелинейного уравнения получается система линейных уравнений для интервалов различной полярности, имеющие точные решения. Далее проводится сшивка решений, в ходе которой проявляются нелинейные эффекты в виде образования ударного фронта.

Модель модульной нелинейности эффективна в таких конкретных проблемах, как трехмерная задача распространения интенсивных акустических пучков, а также расчет интенсивной поверхностной волны на границе раздела сред. В случае пучков удается в рамках данной модели получить точное разрывное решение на оси пучка [1]. Временной профиль состоит из последовательности узких импульсов большой положительной амплитуды и длительных интервалов малой отрицательной амплитуды. Уменьшение отрицательной амплитуды связано с двумя факторами – нелинейным затуханием на ударном фронте и дифракционным расплыванием. Кроме того, чем уже характерная ширина пучка, тем сильнее проявляются данные эффекты. В случае поверхностной волны удается записать дисперсионное уравнение и построить распределение поля по глубине [2]. В то же время в случае квадратичной нелинейности возможны только приближенные методы учета нелинейных эффектов. Можно ожидать, что подобная модель окажется полезной и в других задачах нелинейной динамики, от классической модели «хищник-жертва» до проблем динамического хаоса.

Работа поддержана грантом РФФИ № 20-02-00493.

Литература.

1. Gusev V.A. Calculation of the field of a high-intensity focused ultrasonic beam using the modular nonlinearity model // 2022 Days on Diffraction (DD), 2022.
2. Гусев В.А. Трансформация акустических волн в слоистых средах с модульной нелинейностью // Труды Всероссийской акустической конференции. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. С. 101-105.