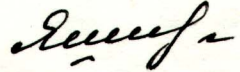


На правах рукописи

ЯШИНА Наталья Федоровна



**ПРОЦЕССЫ ТРЕХВОЛНОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
В НЕОДНОРОДНЫХ, АНИЗОТРОПНЫХ ИЛИ
НЕРАВНОВЕСНЫХ СРЕДАХ**

01.02.05-механика жидкости, газа и плазмы

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Нижний Новгород 2004

Работа выполнена в Нижегородском государственном техническом университете (г. Нижний Новгород)

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор,
Т.М. Заборонкова

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, профессор,
О.В. Музычук (ННГАСУ, г. Н.Новгород)
кандидат физико-математических наук,
доцент, **Е.Н. Мясников** (ВГАВТ,
г. Н.Новгород)

Ведущая организация: Научно исследовательский радиофизический
институт (г. Н.Новгород)

Защита состоится "17" сентября 2004г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.165.10 при Нижегородском государственном техническом университете по адресу: 603600, Нижний Новгород, ул. Минина, 24, корп. 1, ауд. 1258.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского государственного технического университета.

Автореферат разослан "16" ноября 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.165.10,

Кандидат физико-математических наук

доцент Куркин А.А. Куркин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Задачи, связанные с нелинейным взаимодействием волн, представляют интерес, как с прикладной, так и с фундаментальной точек зрения. Процессы нелинейного трехволнового взаимодействия в неоднородных, анизотропных или неравновесных средах играют важную роль в различных областях физики: радиофизике, астрофизике, микроволновой и квантовой электронике, физике жидких кристаллов и полупроводников, оптике, акустике, гидродинамике. Актуальность задач, рассмотренных в диссертации, обусловлена их многочисленными приложениями. Устойчивость радиосвязи, работа низкочастотных антенн в условиях земной ионосферы, диагностика земной и лабораторной плазмы, возможность применения плазменно-металлических волноводов в плазменной и полупроводниковой электронике, применение газовых разрядов в различных плазменных технологиях, проблемы ветровых, приливных и сдвиговых течений, возможность создания генераторов звука и т. д. связаны с необходимостью изучения этого класса взаимодействий.

Настоящая диссертация посвящена исследованию процессов трехволнового нелинейного взаимодействия в различных средах: слабонелинейных плавно-неоднородных, неравновесных; плоскостойких средах с хаотическими неоднородностями, а также на границе анизотропная среда – диэлектрик.

Целью диссертационной работы является:

1. Рассмотрение процессов трехволнового резонансного взаимодействия для изотропной плавно-неоднородной плазмы при учете конкуренции параметров нелинейности и неоднородности, а также при наличии кратной точки синхронизма.
2. Исследование возможности развития взрывной неустойчивости в системе «нагретый» газ, пронизываемый «холодным» моноскоростным пучком частиц.

3. Исследование параметрической неустойчивости встречных поверхностных волн, направляемых резкой границей магнитоактивная плазма – металл или магнитоактивная плазма – диэлектрик, в заданном поле волны накачки при различной ориентации внешнего магнитного поля.
4. Исследование влияния многократного рассеяния на параметрическое взаимодействие волн в слабо-нелинейной диспергирующей среде с повторяющимися слоями хаотических неоднородностей.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем:

1. Получены асимптотические решения системы уравнений для комплексных амплитуд при трехволновом взаимодействии для случаев:
 - взаимодействия трех попутных электромагнитных волн в слабо-неоднородной среде при наличии точки синхронизма произвольного порядка, если масштабы нелинейности и неоднородности имеют разные порядки малости;
 - взаимодействия двух попутных электромагнитных и одной плазменной волн при учете самовоздействия сильной волны для произвольного соотношения между характерными масштабами неоднородности, нелинейности и расфазировки.
2. Установлено, что в неравновесной системе: «нагретый» нейтральный газ, пронизываемый «холодным» моноскоростным пучком частиц возможно развитие взрывной неустойчивости звука. Найдены параметры системы, при которых возможен «взрыв». Рассмотрена нелинейная стадия взаимодействия, получены коэффициенты нелинейного взаимодействия и показаны условия, при которых развивается неустойчивость.
3. Найдены инкременты и пороговые значения поля накачки параметрической неустойчивости поверхностных волн, направляемых границей магнитоактивная плазма – металл или границей магнитоактивная плазма – диэлектрик, при наличии в плазме однородного осциллирующего поля или электромагнитной волны. Показано, что параметрическая неустойчивость поверхностных волн возможна лишь при ТЕ-поляризации волны накачки или при нали-

ции нормального к границе электрического поля, т.е. параметрическая неустойчивость характеризуется поляризационной избирательностью.

4. Показано влияние дальних корреляций на энергораспределение между взаимодействующими волнами. Для параметрического взаимодействия волн с преобразованием частоты вверх в диспергирующей слабонелинейной среде без диссипации в приближении заданного поля установлено, что нечетное число прохождений слоя хаотических неоднородностей приводит к равномерному распределению интенсивности, а четное число прохождений приводит к нарушению последнего.
5. Для процесса параметрического распада в приближении заданного поля при многократном рассеянии в слабо-нелинейной диссипативной среде с повторяющимися слоями случайных неоднородностей влияние дальних корреляций проявляется в снижении величины порогового поля накачки.

Научная и практическая ценность работы

- при получении решений уравнений для комплексных амплитуд взаимодействующих волн учитывалась конкуренция малых параметров нелинейности и неоднородности, а также кратность точки синхронизма, что расширяет область применимости данной задачи;
- учет параметрической неустойчивости поверхностных волн может быть полезен при анализе работы НЧ-антенн, размещенных в ионосферной плазме, а также применительно к методам диагностики плазмы как ионосферного типа, так и лабораторной;
- учет энергораспределения интенсивностей при параметрическом взаимодействии с повышением частоты важен для явлений умножения частот в нелинейных средах с неоднородностями;
- при параметрическом распаде наличие неоднородностей приводит к повышению величины порогового поля накачки, однако кратность прохождений одних и тех же неоднородностей уменьшает его и таким образом наблюдается своеобразное просветление среды.

Апробация работы

Основные результаты диссертации представлялись на V всесоюзной конференции по взаимодействию электромагнитных излучений с плазмой (Ташкент, 1989г), научно-технической межвузовской конференции по информационным системам и технологиям (Н.Новгород, 1998г.), IX и X международных конференциях «Математика. Экономика. Образование.» (Чебоксары, 2001г., Дюрсо, 2002г.), международных конференциях по дифракции «Day on Diffraction»(С. Петербург 2001, 2003, 2004гг.), VI научной конференции «Нелинейные колебания механических систем» (Н.Новгород, 2002г.), «EVROEM-2004» (Magdeburg, Germany, 2004г.).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, разбитых на разделы, заключения и приложения. Объем диссертации - 137 страниц, включая 23 рисунка и список литературы из 95 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обсуждается актуальность темы диссертации, сформулированы ее цели, основные положения, выносимые на защиту, новизна полученных результатов, научная и практическая ценность работы, апробация, краткое содержание диссертации.

В **первой главе** рассмотрены процессы нелинейного трехволнового взаимодействия в изотропной одномерной плавно-неоднородной и в неравновесной средах.

В **разделе 1.1** обсуждается нелинейная стадия взаимодействия трех пупутных электромагнитных волн в изотропной слабо-нелинейной и одномерно плавно-неоднородной плазме. При построении асимптотических решений уравнений для комплексных амплитуд используется геометрооптический метод. В частности, все величины находятся методом ВКБ разложением по мало-

му параметру $\mu \approx \frac{\lambda}{L}$, в предположении, что характерный масштаб неоднородности L много больше длины волны λ , т.е. $\frac{\lambda}{L} \ll 1$. Решения получены для соотношения малых параметров неоднородности μ и нелинейности ν следующего вида $\mu^p \sim \nu$ при наличии кратной точки синхронизма. Получены решения для случаев:

- $\mu^2 \sim \nu$ для простой точки синхронизма;
- $\mu \sim \nu$ для точки синхронизма второго порядка;
- $\mu^2 \sim \nu$ для точки синхронизма второго порядка.

При построении решений применялась диаграммная техника.

В разделе 1.2 рассматривается параметрическое взаимодействие двух попутных электромагнитных и одной плазменной волн в изотропной плавно-неоднородной плазме $\omega_2 = \omega_1 + \omega_3$. В приближении геометрической оптики решение уравнений для комплексных амплитуд взаимодействующих волн при условии сильной высокочастотной (ω_2) электромагнитной волны ($a_{20} \gg a_1, a_3$) получено с учетом ее самовоздействия для произвольного соотношения характерных параметров нелинейности, неоднородности и расстройки от синхронизма. Взаимодействие носит характер параметрического распада. Решения для волн ω_1 и ω_3 имеют нарастающий характер.

Разобраны предельные случаи: масштаб нелинейности много меньше характерных масштабов неоднородности и расфазировки; масштаб нелинейности значительно превышает масштабы неоднородности и расфазировки.

В разделе 1.3 рассматривается неравновесная система: нагретый до температуры $T = \text{const}$ газ нейтральных молекул, пронизываемый «холодным» моноскоростным пучком частиц. Взаимодействие между частицами газа и пучка осуществляется через соударения. Для одномерного случая на основании уравнений квазигидродинамики в пренебрежении вязкостью и теплопроводностью,

полагая, что возмущения имеют вид плоских волн, получены дисперсионные кривые. Для взаимодействующих мод, удовлетворяющих условиям пространственно-временного синхронизма $\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$, $k_3 = k_1 + k_2$, исследуются их энергии при различных значениях числа Маха, отношения равновесных плотностей подсистем и отношения равновесного значения частоты соударений к звуковой частоте. В случае, если энергия моды ω_3 отрицательная, а энергии двух других мод положительные, либо, наоборот, в системе возможно развитие взрывной неустойчивости. Установлено, что такое эноргораспределение между взаимодействующими волнами реализуется при числах Маха больших 1. Подробно обсуждаются случаи $M=2$ и $M=3$. Для нелинейной стадии трехволнового взаимодействия получены комплексные коэффициенты взаимодействия и условия, при выполнении которых в рассматриваемой системе может иметь место взрывная неустойчивость.

Во второй главе в центре внимания находятся процессы трехволнового взаимодействия в средах с резкой границей. Задачи решаются для свистового диапазона частот $\omega_{\text{ЛН}} \ll \omega \ll \omega_{\text{Н}} \ll \omega_{\text{р}}$ ($\omega_{\text{ЛН}}$ - нижняя гибридная частота, $\omega_{\text{Н}}$ - гирочастота электронов, $\omega_{\text{р}}$ - плазменная частота электронов, ω - рабочая частота). Вдоль границы магнитоактивного плазменного полупространства могут распространяться поверхностные волны. При наличии нормального к границе осциллирующего во времени однородного электрического поля, либо в присутствии электромагнитной волны соответствующей поляризации возможно развитие параметрической неустойчивости, которая носит при учете столкновительного механизма затухания пороговый характер.

В разделе 2.1 показано, что вдоль границы раздела магнитоактивная плазма – металл (в том числе и при наличии тонкого переходного диэлектрического слоя) могут распространяться поверхностные волны. Внешнее магнитное поле ориентировано перпендикулярно направлению распространения поверхностных волн. В присутствии однородного осциллирующего во времени элек-

трического поля в плазме, нормального к границе раздела, при выполнении условий пространственно-временного синхронизма $\omega_1 + \omega_2 = 2\omega$, $\mathbf{h}_1 + \mathbf{h}_2 = 0$ (где ω_1 , ω_2 и \mathbf{h}_1 , \mathbf{h}_2 - частоты и постоянные распространения поверхностных волн, соответственно; при расчетах полагалось, что $\omega_1 = \omega_2 = \omega$) для взаимодействующих встречных поверхностных волн развивается параметрическая неустойчивость. Исследования проводились в приближении постоянного поля накачки. Получены инкремент неустойчивости поверхностных волн и пороговое значение поля накачки в случае слабо-столкновительной плазмы при условии $v \ll \omega$ (где v - эффективная частота соударений электронов с нейтралами). Показано, что наличие диэлектрического слоя слабо влияет на дисперсионные характеристики поверхностных волн, незначительно повышая порог поля накачки и снижая инкремент неустойчивости.

В разделе 2.2 рассматривается параметрическое взаимодействие поверхностных волн, также направляемых границей раздела магнитоактивная плазма - металл (при наличии «тонкого» переходного однородного диэлектрического слоя). Внешнее магнитное поле выбиралось вдоль направления распространения поверхностных волн. В присутствии нормального к границе раздела заданного однородного осциллирующего во времени электрического поля развивается параметрическая неустойчивость встречных поверхностных волн. Так же как и в предыдущем разделе в приближении заданного поля накачки получен инкремент неустойчивости и порог накачки. Влияние переходного слоя аналогично описанному в разделе 2.1.

В разделе 2.3 исследован процесс параметрического взаимодействия встречных поверхностных волн, направляемых границей раздела магнитоактивная плазма - однородный диэлектрик, при наличии нормально падающей на границу поперечной электромагнитной волны ТЕ- и ТН-поляризации или в присутствии нормального к границе однородного гармонического во времени электрического поля. Внешнее магнитное поле параллельно продольной посто-

янной распространения поверхностных волн. Выявлено, что условием развития неустойчивости является наличие вертикальной составляющей электрического поля в плазме. Для изотропной плазмы при нормальном падении электромагнитной волны ТЕ-поляризации (поле \vec{E} параллельно границе и нормально к плоскости падения) параметрическая неустойчивость не развивается. Гиротропия среды приводит к появлению составляющей электрического поля, нормальной к границе раздела. Показано, что при выполнении условий пространственно-временного синхронизма имеет место неустойчивость, и получены порог поля накачки и инкремент нарастания амплитуд взаимодействующих поверхностных волн. Показано, что наличие электромагнитной волны ТН-поляризации (\vec{H} параллельно границе и нормально плоскости падения) в силу отсутствия нормальной составляющей электрического поля не приводит к развитию неустойчивости.

В третьей главе рассмотрены процессы резонансного взаимодействия в нелинейной плоскостой среде с крупномасштабными (по сравнению с длинами взаимодействующих волн) случайными неоднородностями в рамках геометрической оптики в приближении заданного поля накачки. Исследуется влияние на процесс взаимодействия числа прохождений повторяющихся слоев неоднородностей.

В разделе 3.1 для трехволнового параметрического взаимодействия с повышением частоты $\omega_2 = \omega_1 + \omega_n$ (ω_n - частота волны накачки) исследовано влияние кратности прохождения на энергораспределение между взаимодействующими модами. Случайный фазовый рассинхронизм по волновым числам $\Delta k(x) = k_2(x) - k_1(x) - k_n(x)$, вызванный неоднородностями, является нормальным дельта-коррелированным случайным процессом. Рассматриваются волны, в среднем находящиеся в синхронизме $\langle \Delta k(x) \rangle = 0$, (где $\langle \dots \rangle$ означает статистическое усреднение). Масштаб флуктуаций ℓ фазового рассинхронизма $\Delta k(x)$ мал по сравнению с характерными масштабами неоднородностей и рассеяния.

$$\langle \Delta \mathbf{k}(\mathbf{x}) \Delta \mathbf{k}(\mathbf{x}') \rangle = D \delta(\mathbf{x} - \mathbf{x}'), \quad D = \langle (\Delta \mathbf{k})^2 \rangle \ell = \text{const}$$

Пренебрегая затуханием и считая коэффициенты нелинейной связи постоянными, получена замкнутая линейная система уравнений для статистического момента $\langle \mathbf{n}(\mathbf{x}) \rangle = \langle |A_1(\mathbf{x})|^2 - |A_2(\mathbf{x})|^2 \rangle$ (здесь A_1 и A_2 - нормированные амплитуды волн с частотами ω_1 и ω_2 соответственно). Анализ полученных решений показывает, что величина момента $\langle \mathbf{n}(NL) \rangle$ (где N - число слоев неоднородностей) стремится к некоторым предельным значениям в случае достаточно протяженной трассы ($L \rightarrow \infty$). Однако, даже когда достигается практически стационарное значение, последующее прохождение тех же самых неоднородностей (дальняя корреляция) приводит к возобновлению энергообмена между волнами и смене стационарного значения. Получено, что:

$$\mathbf{n}(L) \rightarrow 0, \quad \mathbf{n}(2L) \rightarrow \frac{1}{3}, \quad \mathbf{n}(3L) \rightarrow 0, \quad \mathbf{n}(4L) \rightarrow \frac{19}{45} \quad \text{при } L \rightarrow \infty.$$

Режим взаимодействия волн при нечетном числе прохождений слоя приводит к равномерному распределению средних интенсивностей, напротив, четное число прохождений приводит к нарушению равномерного распределения. То есть средние интенсивности взаимодействующих волн в зависимости от кратности прохождения принимают при $L \rightarrow \infty$ следующие значения:

$$\begin{aligned} \langle |A_1(L)|^2 \rangle, \langle |A_2(L)|^2 \rangle &\rightarrow \frac{1}{2}, & \langle |A_1(2L)|^2 \rangle &\rightarrow \frac{2}{3}, & \langle |A_2(2L)|^2 \rangle &\rightarrow \frac{1}{3} \\ \langle |A_1(3L)|^2 \rangle, \langle |A_2(3L)|^2 \rangle &\rightarrow \frac{1}{2}, & \langle |A_1(4L)|^2 \rangle &\rightarrow \frac{32}{45}, & \langle |A_2(4L)|^2 \rangle &\rightarrow \frac{13}{45} \end{aligned}$$

В разделе 3.2 рассматривается параметрическое трехволновое распадное взаимодействие в слабо-нелинейной диссипативной диспергирующей среде с повторяющимися слоями хаотических неоднородностей при выполнении условия временного синхронизма $\omega_1 + \omega_2 = \omega_n$. Рассинхронизм по волновым числам записывается в виде $\Delta \mathbf{k}(\mathbf{x}) = \mathbf{k}_n(\mathbf{x}) - \mathbf{k}_1(\mathbf{x}) - \mathbf{k}_2(\mathbf{x})$. При учете затухания процесс параметрического распада носит пороговый характер. Наличие неоднороднос-

тей приводит к увеличению порогового поля накачки по отношению к случаю однородной среды $|A_n|^2 \geq |A_n^{oam}|^2 \frac{D}{2\alpha}$ (где α - коэффициент затухания, полагаюсь, что коэффициенты затухания для взаимодействующих волн равны; $|A_n^{oam}|^2$ - порог накачки в однородной среде) и, следовательно, затрудняет процесс распада. В работе показано, что многократное прохождение одних и тех же неоднородностей снижает величину порога. Пороговые значения поля накачки в зависимости от кратности прохождения получились следующие:

- при двукратном прохождении получено $|A_n|^2 \geq |A_n^{oam}|^2 \frac{D}{3\alpha}$
- при трехкратном прохождении, соответственно $|A_n|^2 \geq |A_n^{oam}|^2 \frac{3D}{14\alpha}$.

Среда становится более прозрачной, и сигналы, не обнаруживаемые при однократном прохождении слоя неоднородностей, могут быть регистрируемыми при увеличении числа прохождений.

В **заключении** перечислены основные результаты диссертационной работы.

В **приложении** приведен вывод квадратичных функций для расчета нелинейных коэффициентов взаимодействия волн в неравновесной системе (см. раздел 1.3).

Основные результаты работы

1. Исследовано нелинейное взаимодействие трех попутных электромагнитных волн в одномерной плавно-неоднородной среде в приближении геометрической оптики при наличии кратной точки синхронизма и различных соотношениях малых параметров неоднородности и нелинейности. Построено асимптотическое решение системы уравнений для комплексных амплитуд. При построении использована диаграммная техника.
2. Получено решение уравнений для комплексных амплитуд взаимодействующих двух попутных (низкочастотной и высокочастотной) электромагнитных

- волн и одной плазменной волны в изотропной слабо-нелинейной плавно-неоднородной плазме (в приближении сильной высокочастотной электромагнитной волны) при произвольном соотношении характерных масштабов нелинейности, неоднородности и расфазировки. Учтено самовоздействие сильной волны.
3. Показано, что в неравновесной среде нейтральный нагретый (до температуры $T = \text{const}$) газ и моноскоростной «холодный» поток частиц возможно развитие взрывной неустойчивости. Получены комплексные коэффициенты нелинейного взаимодействия мод и необходимые условия при которых развивается «взрыв».
 4. Исследована параметрическая неустойчивость низкочастотных поверхностных волн, направляемых границей раздела магнитоактивная плазма – металл при наличии диэлектрического переходного слоя при продольном и поперечном направлении внешнего магнитного поля (по отношению к направлению распространения поверхностных волн), возникающая в однородном гармоническом во времени нормальном к границе электрическом поле. Найдены инкременты неустойчивости и пороговые значения поля накачки.
 5. Показано, что указанная выше параметрическая неустойчивость обладает поляризационной избирательностью. Неустойчивость развивается только при наличии вертикальной составляющей электрического поля волны накачки. Для ТЕ-поляризованных электромагнитных волн неустойчивость имеет место, а для ТМ-поляризованных электромагнитных волн – нет. Также получены выражения для инкрементов и пороговых полей накачки.
 6. Установлено влияние дальних корреляций на энергораспределение между взаимодействующими волнами при многократном прохождении повторяющихся слоев хаотических неоднородностей при условии, что характерный масштаб неоднородностей много больше длин взаимодействующих волн. В частности, для параметрического трехволнового взаимодействия с преобразованием частоты вверх, в приближении заданного поля показано, что не-

четное число прохождений слоев приводит к равномерному распределению интенсивности, а при четном прохождении равномерное распределение нарушается.

7. Влияние дальних корреляций сказывается и на пороге распадного взаимодействия волн в хаотически неоднородных средах при прохождении повторяющихся слоев неоднородностей. Если наличие неоднородностей приводит к увеличению порогового значения поля накачки, то при увеличении кратности прохождения неоднородностей эта величина уменьшается и стремится при многократном прохождении к значению в однородной среде.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Урусова Н. А., Файнштейн С.М., Яшина Н. Ф., Яшин Ю. Я. Трёхволновое взаимодействие волн в нелинейных слабонеоднородных средах при наличии краткой точки синхронизма // Межвузовский сб. науч. трудов. Колебания и волны в механике сплошной среды.—Горький, 1989. С. 70—79.
2. Урусова Н. А., Файнштейн С. М., Яшина Н. Ф., Яшин Ю. Я. Трёхволновое резонансное взаимодействие в слабонелинейной неоднородной плазме // Тезисы V конф. «Взаимодействие электромагнитных излучений с плазмой». Ташкент, ноябрь 1989. С. 194.
3. Файнштейн С. М., Яшин Ю. Я., Яшина Н. Ф. О приближении заданного поля при резонансном трёхволновом взаимодействии в неоднородной плазме // Изв. вузов. Радиофизика. 1990. Т. 33. №11 С. 1295—1296.
4. Григорьев Г. И., Тамойкин В. В., Файнштейн С. С., Яшина Н. Ф. Взрывная неустойчивость в системе взаимодействующих газа и моноскоростного потока твердых частиц // Радиоэлектронные и телекоммуникационные системы и устройства. Межвузовский сб. науч. трудов.—Н. Новгород, 1999. Вып. 3. С. 84—92.
5. Григорьев Г.И., Тамойкин В.В., Файнштейн С.М., Яшина Н.Ф. Нелинейное взаимодействие газа и моноскоростного потока твердых частиц // Тезисы научно-технической межвузовской конференции по информационным системам и технологиям. НГТУ. – Н. Новгород, 1998. С. 42.

6. Лапин В.Г., Яшина Н.А. Исследование решений стохастических уравнений трехволнового параметрического взаимодействия при наличии дальней корреляции случайных неоднородностей // Математика. Образование. Экономика. Экология. Труды РАЖМ. – Н. Новгород, 2001. Т. 9. Вып. 2. С. 62-65.
7. Lapin V.G., Yashina N. F. Three wave interaction analysis in the presence of far-reaching correlations of stochastic irregularities // Day on Diffraction 2001. Abstract. – SPb., 2001. P. 32.
8. Lapin V. G., Yashina N. F. Three wave interaction analysis in the presence of far-reaching correlations of stochastic irregularities // Proceedings of Day on Diffraction 2001/ Ed. I. V. Andronov. — SPb.: St. Petersburg University, 2001. P.151–156.
9. Заборонкова Т. М., Яшина Н.Ф. О нелинейном взаимодействии НЧ поверхностных волн на границе магнитоактивная плазма – диэлектрик // Нелинейные колебания механических систем, Н. Новгород, сентябрь 2002г.: Тезисы докладов VI Всероссийской научной конференции. – Н. Новгород, 2002. С.71.
10. Заборонкова Т. М., Яшина Н. Ф. О нелинейном взаимодействии НЧ поверхностных волн в полуограниченной магнитоактивной плазме // Актуальные проблемы статистической радиофизики – Н. Новгород, 2003. Т.2. С. 133-138.
11. Яшина Н.Ф. Нелинейное взаимодействие низкочастотных поверхностных волн в полуограниченной магнитоактивной плазме // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции. Современные проблемы математики и естествознания. – Н. Новгород: МВВО АТН РФ, 2003. С. 8-9.
12. Yashina N. F., Zaboronkova T. M. Nonlinear interaction of surface waves guided by the metal – anisotropic media boundary // Proceedings of Day on Diffraction 2003 / Ed I. V. Andronov. — SPb.: St. Petersburg University, 2003. P.35-41.
13. Yashina N.F., Zaboronkova T.M. Nonlinear interaction of surface waves guided by the metal – anisotropic media boundary // Day on Diffraction 2003, St. Petersburg. Abstracts.– SPb., 2003. P.88.

14. Яшина Н. Ф. О параметрическом взаимодействии поверхностных волн, направляемых границей магнитоактивная плазма – металл // Труды научно-технической конф. по проблемам транспорта. – Н. Новгород, 2003. С. 179-181.
15. Заборонкова Т. М., Яшина Н. Ф. Параметрическое взаимодействие встречных поверхностных волн на границе раздела магнитоактивная плазма – металл в продольном внешнем магнитном поле // Математика. Образование. Экономика. Экология. Труды РАЖМ. – Ростов, 2003. Т. 11. Вып. 2. С. 20 -24.
16. Лапин В. Г., Яшина Н. Ф. Зависимость порога трехволнового распада от кратности прохождения случайно-неоднородного слоя // Тр. научно-технической конф. по проблемам транспорта. – Н.Новгород, 2003. С. 161.
17. Заборонкова Т. М., Яшина Н. Ф. О параметрическом взаимодействии встречных поверхностных волн на границе раздела диэлектрик – магнитоактивная плазма // Актуальные проблемы статистической радиофизики. – Н. Новгород, 2004. Т. 3. С.130-140.
18. Yashina N.F., Zaboronkova T.M. Parametric instability of electromagnetic waves guided by the dielectric –anisotropic medium interface // Proceedings of Day on Diffraction 2004 / Ed I. V. Andronov. — SPb.: St. Petersburg University, 2004.
19. Yashina N.F., Zaboronkova T.M. Parametric instability of electromagnetic waves guided by the dielectric –anisotropic media boundary // Day on Diffraction 2004, St. Petersburg, Abstracts.– SPb., 2004. P.80.
20. Lapin V.G., Yashina N. F. Diminishing of the three-wave decay threshold in the presence of long scale correlations // Day on Diffraction 2004. Abstract. – SPb., 2004. P. 49.
21. Lapin V.G., Yashina N. F. Redaction of the three-wave decay there shold depending of the multiplicity passage of the stochastic layer // Book of Abstracts “EVROEM–2004”, 2004, Magdeburg, Germany. P. 59.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Введение

ГЛАВА 1 Нелинейное взаимодействие волн в плавно-неоднородных и неравновесных средах

- 1.1. Трехволновое взаимодействие в нелинейных слабо-неоднородных средах при наличии кратной точки синхронизма.
- 1.2. Распадная неустойчивость в сильном поле высокочастотной электромагнитной волны при резонансном трехволновом взаимодействии в неоднородной плазме.
- 1.3. Взрывная неустойчивость в системе нейтральный газ – моноскоростной поток частиц.

Глава 2. Параметрическая неустойчивость поверхностных волн, направляемых границей магнитоактивного плазменного полупространства

- 2.1. Параметрическая неустойчивость поверхностных волн, направляемых границей раздела магнитоактивная плазма – металл (поперечное внешнее магнитное поле).
- 2.2. Параметрическая неустойчивость поверхностных волн на границе раздела магнитоактивная плазма – металл (продольное внешнее магнитное поле).
- 2.3. Параметрическое взаимодействие встречных поверхностных волн на границе раздела диэлектрик - магнитоактивная плазма.

Глава 3. Влияние на процессы трехволнового параметрического взаимодействия кратности прохождения случайно-неоднородного слоя.

- 3.1. Трехволновое параметрическое взаимодействие с повышением частоты.
- 3.2. Процесс параметрического распада при трехволновом взаимодействии.

Заключение

Приложение

Литература

Подписано в печать 10.11.2004. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 80 экз. Заказ 703.

Нижегородский государственный технический университет.

Типография НГТУ. 603600, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.