

ОТЧЕТ О ПРОДЕЛАННОЙ РАБОТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ИВЦ НГУ

1. Аннотация

Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ) является моделью распространения нелинейных волн в различных областях физики. Например, НУШ описывает в первом приближении распространение гравитационных волн на поверхности глубокой воды и распространение света в оптоволокне с кубической (керровской) нелинейностью. НУШ можно полностью проинтегрировать (решить) с помощью метода обратной задачи рассеяния (МОЗР), который преобразует волновое поле в так называемые данные рассеяния, представляющие собой нелинейный аналог традиционных Фурье гармоник. Данные рассеяния НУШ могут быть получены в результате решения задачи рассеяния для вспомогательной линейной системы Захарова - Шабата, в которой волновое поле играет роль потенциала. Рассматривается задача о модуляционной неустойчивости в рамках модели фокусирующего НУШ с периодическими граничными условиями. В качестве начального условия выбран постоянный фон, возмущенный длинноволновым шумом разной амплитуды. Наблюдается то, как изменение параметров шума влияет на появление бризерных структур. Для идентификации бризерных структур изучается спектр задачи Захарова – Шабата. Бризеры представляют собой узкие зоны на спектральном портрете задачи Захарова – Шабата. При построении пространственно – временных диаграмм было установлено, что наблюдаемая скорость бризеров хорошо согласуется с теоретической формулой.

2. Тема работы: “Высокоэффективный алгоритм для расчета данных рассеяния периодической системы Захарова – Шабата”

3. Состав коллектива

- 1) Мулладжанов Илья Илхамович, ММФ 1 курс магистратура, ИАиЭ СО РАН
- 2) Гелаш Андрей Александрович, к.ф.-м.н, ИАиЭ СО РАН

4. Информация о гранте

РНФ 20-71-00022 «Устойчивый алгоритм решения прямой и обратной задачи рассеяния для сложных нелинейных волновых полей» (2020 – 2022), руководитель – Гелаш А.А.

5. Научное содержание работы

5.1. Постановка задачи

Задача состоит в исследовании поведения бризеров на возмущенном неустойчивом фоне.

5.2. Современное состояние проблемы

До получения модифицированного нами метода Фурье коллокации для периодического случая использовался неэффективный метод нахождения собственных значения задачи Захарова – Шабата. Его неэффективность заключалась в том, что для получения портрета СЗ, начальное волновое поле для получения каждой следующей точки дублировалась. Наш алгоритм же принимает значение волновой функции на интервале равном периоду этого волнового поля и таким образом мы сразу получаем все необходимые СЗ. Разработанный метод был применен к исследованию поведения бризеров.

5.3. Подробное описание работы, включая используемые алгоритмы

Помимо использования периодического метода Фурье коллокации, также была применена схема Рунге – Кутта 4 – го порядка для расчета нелинейной эволюции волнового поля в рамках модель фокусирующего НУШ. Были рассмотрены и получены результаты для следующих моделей:

- 1) распространение бризеров
- 2) распространение бризеров на возмущенном фоне

В рамках первой модели было изучено поведение ширины зоны СЗ задачи Захарова – Шабата для разных размеров периодического ящика. Также в рамках этой модели было получено поведение ширины зоны в зависимости от ее положения. Вторая модель была рассмотрена в целях анализа влияния шума на распространение бризеров.

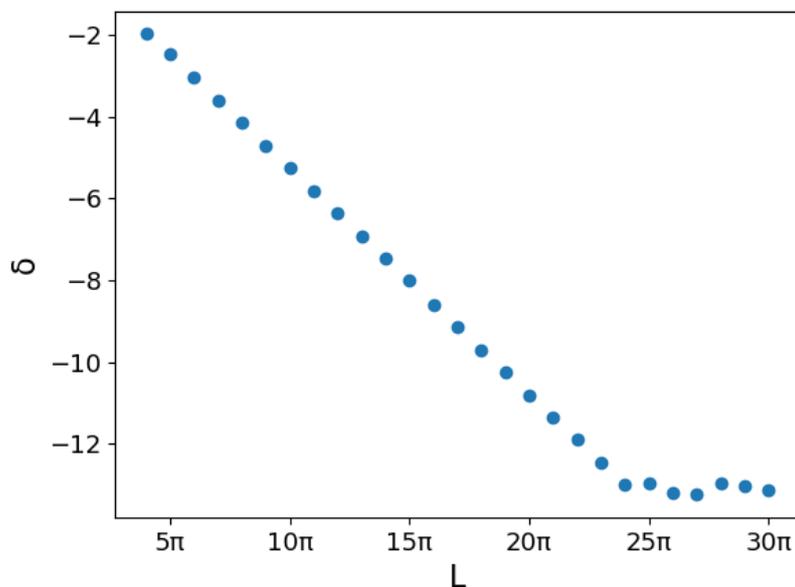


Рис. 1. Зависимость порядка ширины зоны СЗ системы Захарова – Шабата δ от размера периодического ящика L .

5.4. Полученные результаты

Одним из самых важных результатов работы является получения зависимости ширины зоны на портрете СЗ задачи Захарова – Шабата (рис. 1), а также получение зависимости ширины зоны в зависимости от ширины периодического ящика (рис. 2).

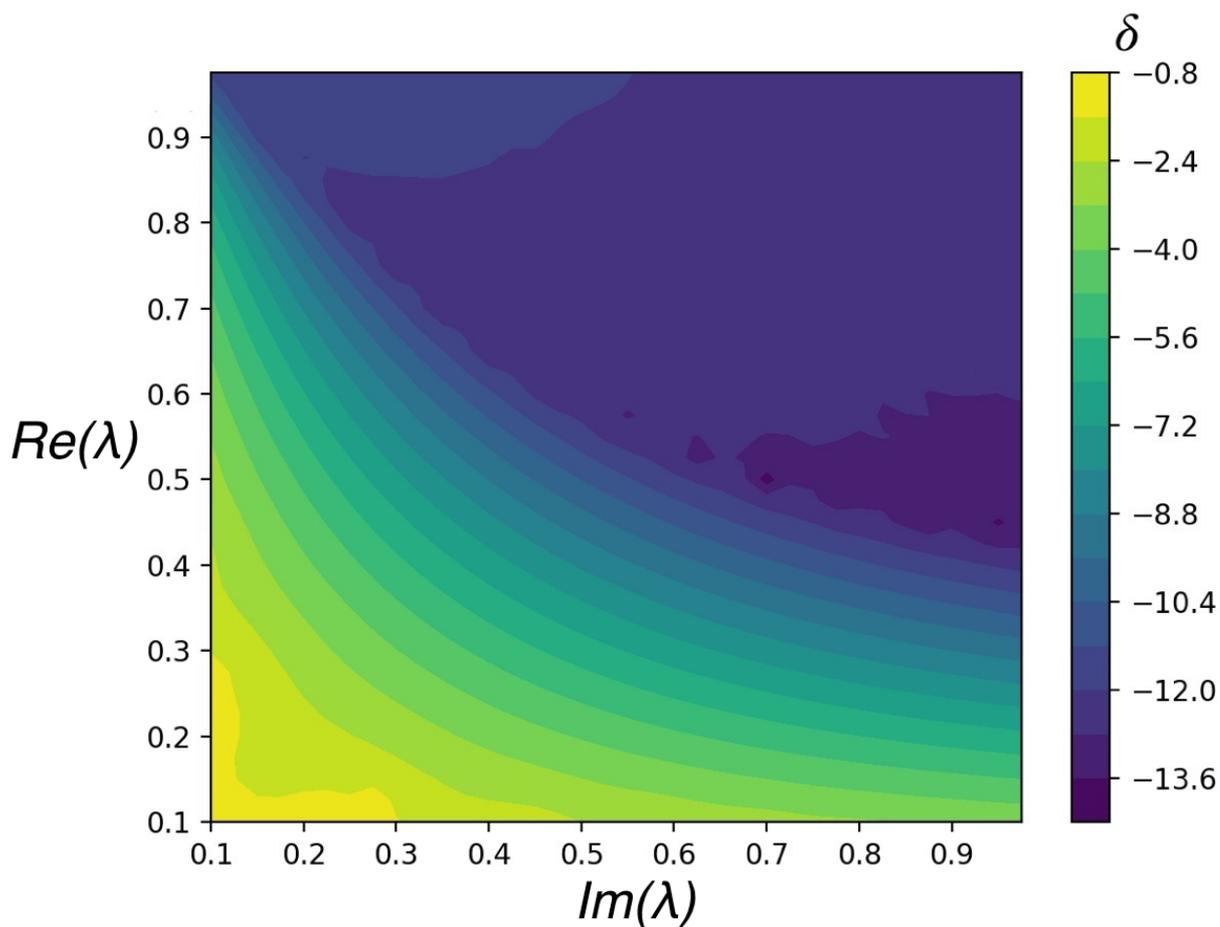


Рис. 2. Зависимость порядка ширины зоны СЗ системы Захарова – Шабата δ от ее положения на комплексной плоскости.

6. Эффект от использования кластера в достижении целей работы

Использование кластера очень помогло в исследованиях, в частности, в возможности параллельно запускать расчеты для различных параметров. Это дало возможность сделать качественные предположения о поведении бризеров на фоне возмущения и получить зависимость ширины зоны от ее положения и ширины ящика для которых требовался ресурсозатратный расчет. По полученным данным готовится публикация.