Ответы на замечания в рецензии на статью
«Ударные волны в расширенном нелинейном уравнении Шредингера при учете индуцированного рассеяния и нелинейной дисперсии»,
авторов: Громов Е.М., Тютин В.В.

Авторы согласны с указанными замечаниями, учет которых позволил заметно улучшить качество данной работы. Авторы благодарны рецензенту за указанные замечания.

В списке литературы добавлены ссылки:

[20] **Zhokholov P.A., Zheltikov A.M.,** *Attosecond shock waves*// Phys.Rew.Letters. 2013. V.110. P.183903

[21] **Ландау Л.Д., Лившиц Е.М.,** Теоретическая физика, т.6, Гидродинамика, глава 9 «ударные волны» (Наука, Москва, 1986).

[22] **Ostrovskii L.A.,** *Propagation of wave packets and space-time focusing in a nonlinear medium*// Sov.Phys. JETP. 1967. V.24. N.4. P.797-800

На стр.4, после предложения:
«Так же в [19] не определены условия существования ударных волн при произвольном соотношении параметров индуцированного рассеяния и нелинейной дисперсии.»
Вставлено:
«В работе [20] численно рассмотрена динамика нестационарных волн огибающей в рамках расширенного НУШ с учетом индуцированного рассеяния, нелинейной дисперсии, нелинейности до пятого порядка включительно. Нестационарные ударные волны огибающей (как ограниченные в пространстве, так и неограниченные) распространяются с изменением скорости и амплитуды [20].
Следует отметить, что термин «ударные волны» широко используемый в настоящее время изначально применялся лишь для описания низкочастотных волн с бесконечной производной и при наличии диссипации [21]. Такие волны являются нестационарными, и существуют в результате динамического баланса нелинейности и диссипации. Характерная особенность таких волн – неоднозначность в точном решении модельного уравнения, которая интерпретируется как опрокидывание фронта волны и появление бесконечной производной волнового поля, а с другой стороны – пространственная ограниченность волны (конечность энергии). В настоящее время для волн огибающей термин «ударные волны» подразумевает не опрокидывание волнового фронта, а малость характерной протяженности волнового фронта по сравнению с длиной волны заполнения волнового пакета: т.е. бесконечной производной волнового поля не предполагается. С другой стороны, зачастую допускается ненулевое значение волнового поля на бесконечности, т.е. неограниченность энергии волнового поля. В классическом понимании такие волны огибающей следует именовать как «волны перепада». Однако во многих современных работах [13,14,18,19] для обозначения «волн перепада» используется термин «ударные волны». Существование таких волн перепада может определятся не наличием диссипации, а балансом, например, линейной дисперсии второго порядка и дисперсии нелинейности, приводящего к возникновению стационарных волн перепада, распространяющихся с неизменной скоростью.»

На стр.5, после предложения:
«Найден новые классы стационарных волн перепада как на подложке, так и с осцилляциями на «хвостах».»
Вставлено:
«Часть из найденных стационарных волн перепада существуют в результате баланса эффектов индуцированного рассеяния и нелинейной дисперсии, а другая часть – в результате

баланса индуцированного рассеяния с одной стороны, и нелинейности и линейной дисперсии второго порядка с другой стороны. Все найденные решения неограниченны в пространстве.»

На стр.6, после уравнения (4), вместо:
«Уравнение (4) проанализируем при различных знаках соотношений $V^2 - 2q\Omega$ и $q\alpha - 2V\beta$.»
Вставлено:
«Отметим, что уравнение вида (4) в упрощенном виде для стационарных волн расширенного НУШ ранее неоднократно были получены, проанализированы, и в некоторых случаях были найдены решения этих уравнений. Например, в работе [22] при $\beta = 0$ и $\mu = 0$ (т.е. для классического НУШ) построен аналог уравнения (4) и указаны различные типы его решений: периодические волны огибающей, а так же солитоны огибающей. В той же работе описан процесс возникновения нестационарной ударной волны огибающей. В [18] при $\mu = 0$ так же было получено уравнение вида (4) и указаны его решения.
Однако, присутствие вынужденного рассеяния ($\mu \neq 0$) принципиально усложняет структуру уравнения (4), в общем случае проинтегрировать уравнение (и найти его решение в явном виде) не удается. Получить в рамках такого уравнения ограниченные в пространстве стационарные решения не удается. Проанализируем уравнение (4) и его решения качественно при различных знаках соотношений $V^2 - 2q\Omega$ и $q\alpha - 2V\beta$, рассмотрев фазовое пространство этого уравнения.»

Рисунки 1, 2 и 3 (фазовые пространства) дополнены графиками решений, соответствующими выделенным траекториям на фазовых пространствах, и описывающими стационарные волны перепада. Перед каждым рисунком введено расширенное описание рисунков.
На стр.7, перед Рис. 1., вместо:
«Входящие в седла сепаратрисы соответствуют ограниченным по амплитуде стационарным волнам. На рис. 1 приведены фазовые плоскости (6) при $r \leq 1/4$ и различных соотношениях p и r. Рис. 1.a отвечает условию $p \leq p_1 = 4\sqrt{\left(r\sqrt{1-4r}\right)/\left(1+\sqrt{1-4r}\right)}$ (слабое индуцированное рассеяние), 1.b - $p > p_1$ (сильное индуцированное рассеяние).»
Вставлено:
«На рис. 1.a,b приведены фазовые плоскости (6) при $r \leq 1/4$ и различных соотношениях p и r. Выходящие из седел сепаратрисы (траектории 1-4) соответствуют ограниченным по амплитуде стационарным волнам перепада. На рис. 1.c,d приведены графики некоторых решений (6) – стационарных волн перепада, соответствующих траекториям 1 и 3 на рис. 1.a,b. Рис. 1.a,c отвечают условию $p < p_1 = 4\sqrt{\left(r\sqrt{1-4r}\right)/\left(1+\sqrt{1-4r}\right)}$ (слабое индуцированное рассеяние), 1.b,d - $p \geq p_1$ (сильное индуцированное рассеяние).»

На стр.9, перед Рис. 2., вместо:
«На рис. 2 приведены фазовые плоскости (8) при различных соотношениях p и r.
Входящие сепаратрисы седла соответствуют ограниченным по амплитуде стационарным волнам перепада без подложки (траектории 1, 2). Рис.2.a отвечает условию $p < p_2 = 4\sqrt{\left(r\sqrt{1+4r}\right)/\left(1+\sqrt{1+4r}\right)}$ (слабое индуцированное рассеяние) - в этом случае реализуются волны перепада без осцилляций; 2.b - $p > p_2$ (сильное индуцированное рассеяние) - в этом случае волны перепада имеют осцилляции на «хвостах».»
Вставлено:

«На рис. 2.a,b приведены фазовые плоскости (8) при различных соотношениях p и r. Выходящие сепаратрисы седла (траектории 1,2) соответствуют ограниченным по амплитуде стационарным волнам перепада без подложки. На рис. 2.c,d приведены графики некоторых решений (8) – стационарных волн перепада, соответствующих траекториям 1 на рис. 2.a,b. Рис.2.a,c отвечают условию $p < p_2 = 4\sqrt{\left(r\sqrt{1+4r}\right)/\left(1+\sqrt{1+4r}\right)}$ (слабое индуцированное рассеяние) - в этом случае волны перепада имеют осцилляции на «хвостах»; 2.b,d - $p \geq p_2$ (сильное индуцированное рассеяние) - в этом случае реализуются волны перепада без осцилляций.»

На стр.11, перед Рис. 3., вместо:
«На рис. 3 приведены фазовые плоскости (9). Выходящие из седла сепаратрисы соответствуют ограниченным по амплитуде стационарным волнам перепада без подложки (траектории 1, 2). Рис.3.a отвечает условию $p < p_3 = 4\sqrt{r\sqrt{1+4r}/\left(\sqrt{1+4r}-1\right)}$ (слабое индуцированное рассеяние) - в этом случае волны перепада имеют осцилляции на «хвостах»; 3.b - $p > p_3$ (сильное индуцированное рассеяние) - в этом случае реализуются волны перепада без осцилляций.»
Вставлено:
«На рис. 3.a,b приведены фазовые плоскости (9) при различных соотношениях p и r. Выходящие сепаратрисы седла соответствуют ограниченным по амплитуде стационарным волнам перепада без подложки (траектории 1, 2). На рис. 3.c,d приведены графики некоторых решений (9) – соответствующих траекториям 1 на рис. 3.a,b. Рис.3.a,c отвечает условию $p < p_3 = 4\sqrt{r\sqrt{1+4r}/\left(\sqrt{1+4r}-1\right)}$ (слабое индуцированное рассеяние); Рис.3.b,d - $p \geq p_3$ (сильное индуцированное рассеяние).»

Отметим, что «число квантов» ($\int_{-\infty}^{+\infty} |U|^2 d\xi$) волнового пакета в рамках модельного уравнения сохраняется (т.е. $\frac{d}{dt}\int_{-\infty}^{+\infty} |U|^2 d\xi = 0$) только для ограниченных в пространстве пакетов с нулевой величиной огибающей на бесконечности ($|U|\underset{\xi\to\pm\infty}{\longrightarrow} 0$). Т.к. в данной работе рассматриваются волны перепада с *ненулевой* величиной огибающей на бесконечности, то для таких волн «число квантов» будет переменным во времени. Вывод закона изменения «числа квантов» волнового пакета в рамках принятого модельного уравнения его краткий анализ прикладываем отдельно в файле (Громов,Тютин-ПРИЛОЖЕНИЕ(число квантов).doc). Если рецензент считает нужным, этот закон можно вставит в статью. Однако, мы не видим необходимости этой вставки.