

Отзыв

официального оппонента на работу Сельского Антона Олеговича «Формирование и эволюция пространственно-временных структур в модельной нелинейной активной распределенной среде, содержащей носители заряда», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – радиофизика, 01.04.04 - физическая электроника.

В настоящей диссертационной работе изучается пространственно-временная динамика электронных структур, формирующихся и эволюционирующих в модельной нелинейной активной распределенной среде. Среда характеризуется нелинейной зависимостью скорости направленного движения носителей заряда от напряженности электрического поля, причем эта зависимость имеет несколько максимумов. Практическая направленность исследований подобной среды связана с возможностью применения полученных результатов к анализу реальных устройств, перспективных в терагерцовом и даже субтерагерцовом диапазоне частот, что является большим вкладом в решение задач, характерных для радиофизики и физической электроники. Тема диссертации представляется актуальной для различных направлений нелинейной науки и ее приложений в области создания различных устройств, работающих в сверхвысокочастотном диапазоне. Диссертация соответствует специальностям, по которым предполагается защита, и обладает внутренним единством. Основные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, представляются новыми.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитированной литературы. Во введении обосновывается актуальность темы данной диссертации, приводится формулировка цели работы, описывается научная новизна и практическая значимость полученных результатов, формулируются основные положения и результаты, выносимые на защиту, а также приводятся сведения об апробации результатов и публикациях по теме диссертации.

В первой главе представлена модель для численного моделирования динамики отдельного электрона в нелинейной активной распределенной среде. Описаны рассматриваемые в работе

типы нелинейности зависимости скорости носителей заряда от напряженности электрического поля: с единственным (основным) максимумом, а также с несколькими дополнительными максимумами, рассматривается возможность изменения соотношения величин основного и дополнительных максимумов с изменением управляющего параметра.

Во второй главе проведено исследование пространственно-временной динамики электронных структур в нелинейной активной распределенной среде в зависимости от типа нелинейности зависимости скорости носителей заряда от напряженности электрического поля. Показано, что в случае зависимости скорости носителей заряда с несколькими максимумами частота и амплитуда колебаний тока в системе оказывается выше. С уменьшением величины основного максимума на зависимости скорости носителей заряда от напряженности электрического поля амплитуда и частота колебаний тока уменьшаются.

В третьей главе диссертации рассматривается способ модификации модельной системы, при которой скорость направленного движения электронов при больших значениях напряженности электрического поля монотонно возрастает. Используя модифицированные зависимости скорости носителей заряда от напряженности электрического поля, автором исследованы характеристики колебаний тока и пространственно-временной динамики электронных структур. Показано, что в данном случае возможен локальный рост частоты колебаний при уменьшении амплитуды.

В заключении суммируются основные результаты и выводы диссертационной работы.

Результаты работы достаточно полно опубликованы и доложены на конференциях самого разного уровня. Отличительная положительная черта диссертации в том, что она выполняется в рамках многих научно-исследовательских работ, в том числе, где руководителем был сам диссертант. Следует также отметить, что Сельский А.О. был лауреатом премии по поддержке талантливой молодежи от Минобрнауки РФ в рамках приоритетного национального проекта «Образование», а также лауреатом двух конкурсов фонда «Династия».

В целом работа оставляет хорошее впечатление: автор умело сочетает различный математический вычислительный аппарат с аналитическими расчетами для решения поставленных задач и, как правило, дает трактовку полученным результатам.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Наиболее важные результаты, полученные автором диссертационной работы, на мой взгляд, состоят в следующем:

- Были получены зависимости скоростей носителей заряда от напряженности электрического поля с несколькими максимумами для модельных нелинейных активных распределенных сред. При этом показано, что возможно избирательное уменьшение одного из максимумов при изменении управляющего параметра системы.
- Смена режима колебаний тока в рассматриваемой модельной нелинейной активной распределенной среде с нелинейной характеристикой зависимости скорости носителей заряда от напряженности электрического поля, характеризующейся несколькими максимумами, осуществляется (при определенных условиях) через бифуркацию удвоения периода.
- При увеличении значения приложенного напряжения в модифицированной нелинейной активной распределенной среде, характеризующейся зависимостью скорости носителей заряда с несколькими максимумами и локальным минимумом, частота и амплитуда колебаний могут локально возрастать.

Работа грамотно написана и хорошо оформлена. Полученные результаты могут иметь не только фундаментально-научное, но и прикладное значение. Эти результаты могут быть использованы в МГУ, ННГУ, ИФМ РАН, ИПФ РАН, ИРЭ РАН, МИФИ, СГУ, СГТУ и в других организациях, занимающихся исследованием активных нелинейных систем в радиофизических задачах, и при чтении специальных курсов лекций для студентов соответствующих специальностей.

К числу недостатков диссертационной работы можно отнести следующее:


- В диссертационной работе иногда встречаются сложные, громоздкие предложения, содержащие разнообразные грамматические конструкции. Это затрудняет чтение работы – иногда приходится по несколько раз перечитывать предложение, чтобы понять, что именно автор работы имеет в виду. Понятно, что такие громоздкие предложения отчасти обусловлены тем, что в диссертации рассматриваются сложные вопросы, имеющие множество аспектов и автор вынужден подробно останавливаться на этих аспектах, но, в целом, диссертация выиграла бы, если бы автору удалось бы сделать такие предложения чуть проще.
- При изменении управляющего параметра в первой главе заметно, что уменьшается не только основной максимум, но и дополнительные. С учетом теоретической и фундаментальной направленности работы, не лучше бы было ввести параметр так, чтобы при его изменении уменьшался, например, только основной максимум или, может быть, следовало бы ввести семейство управляющих параметров, каждый из которых регулировал бы высоту определенного максимума?
- Делается вывод о том, что при увеличении напряжения амплитуда колебаний растёт, а частота падает. Однако, в сильно нелинейном режиме представляет интерес изучить как ведут себя амплитуды нескольких первых гармоник, а такой анализ в диссертации, к сожалению, отсутствует. Может оказаться, что увеличение амплитуды генерации происходит за счёт более эффективной генерации высоких гармоник, что важно для различных приложений, в т.ч. для ТГц спектроскопии.
- В работе присутствуют опечатки. Их немного, но, тем не менее, они есть. В частности, на стр. 58 при описании Рис. 2.7б указывается на изгиб при напряжении 8.21, в то время, как судя по рисунку, этот изгиб находится при в два раза большем напряжении 16.4. На стр. 8 "с несколькими максимумов", на стр. 9 в слове распределённой пропущена буква "ё", ниже - "воль-амперные". На стр. 25 опечатка в формуле (1.17), \tan вместо

стандартного обозначения tg . На стр. 70 диссертационной работы нижний индекс у величины V_{in} указан как $V_{i\hbar}$. На стр. 77 и на стр. 78 в подписи к Рис. 3.2 и 3.4 2 раза подряд указан угол тета 40 град. На стр. 78 указано: см., например, кривую 2 на Рис. 3.3, соответствующую эпсилон 8.69, хотя это значение соответствует кривой 5.

Данные недостатки не сказываются на общем положительном впечатлении от диссертационной работы. Считаю, что диссертация "Формирование и эволюция пространственно-временных структур в модельной нелинейной активной распределенной среде, содержащей носители заряда" соответствует требованиям п. 9-14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, А.О. Сельский, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 - радиофизика и 01.04.04 - физическая электроника.

Официальный оппонент

Панкратов Андрей Леонидович

 10.09.14.

Почтовый адрес: ГСП-105, Нижний Новгород, 603950, Россия

Телефон: +79051913223

e-mail: alp@ipmras.ru

Институт физики микроструктур РАН

д.ф.-м.н., старший научный сотрудник отдела терагерцовой спектроскопии

Подпись Панкратова А.Л. заверяю

Ученый секретарь ИФМ РАН,

кандидат физ.-мат. наук





Д.А. РЫЖОВ