

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Новоковской Алины Львовны «Трансформация электромагнитных волн на фронтах плазмообразования в широких атмосферных ливнях и при оптической ионизации сред», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.4. Радиофизика

Исследование трансформации электромагнитных волн на релятивистских фронтах плазмообразования, создаваемых потоками частиц, лазерными импульсами и другими факторами, ведется достаточно давно. В последнее время эта тематика стала особенно актуальной в связи с изучением возможностей радарного детектирования широких атмосферных ливней, а также разработкой методов генерации терагерцового излучения и униполярных электромагнитных импульсов. На решение этих задач и направлена диссертация А.Л. Новоковской. В теоретическом плане целью работы является изучение ряда ранее не исследованных режимов трансформации волн на фронтах плазмообразования.

Во введении приведен обзор литературы и обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, определены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены выносимые на защиту положения и дано краткое описание содержания диссертации.

В первой главе исследована трансформация электромагнитной волны на фронте ионизации, моделирующем распространение широкого атмосферного ливня (ШАЛ) в атмосфере Земли. Новым здесь является рассмотрение особенностей трансформации в условиях рекомбинации создаваемой плазмы, высокой частоты соударений электронов и ультрарелятивистского (в том числе «сверхсветового») движения фронта ионизации. На основе численных расчетов найдены условия, при которых рекомбинация не сказывается на амплитуде отраженной от фронта волны. Показано, что при «сверхсветовом» движении фронта одна из прошедших волн аналогична волне, отраженной от досветового фронта. С практической точки зрения важными являются оценки частоты и амплитуды отраженной от ШАЛ волны и предложения по реализации радарного детектирования ШАЛ.

Во второй главе диссертации исследованы нестационарные режимы трансформации электромагнитной волны на фронте ионизации, связанные с внезапной остановкой фронта. Такая остановка возникает в том случае, когда фронт ионизации создается лазерным импульсом в газовой трубке или слое полупроводника. Подобные режимы ранее в литературе не рассматривались. Полученные здесь результаты включают два интересных эффекта: формирование квазистатического магнитного поля перед остановившимся фронтом и вытекание из плазмы в свободное пространство электромагнитного импульса, сильно сдвинутого вверх по частоте. Последний эффект представляет практический интерес и может быть использован для преобразования микроволнового излучения в терагерцовые импульсы.

В третьей главе диссертации разработано модельное описание генерации квазистатических униполярных полей на фронте ионизации, создаваемом ультракоротким лазерным импульсом в электрооптическом кристалле. В рамках данной модели поля генерируются дискретными ленточными токами. Использование аналитических выражений для полей отдельных токов с их последующим численным суммированием позволяет

рассчитывать вид полного поля на произвольном расстоянии от области генерации. С помощью разработанного модельного описания в диссертации прослежена эволюция формы униполярного импульса в ходе его распространения.

В четвертой главе диссертации разработан метод преобразования биполярных терагерцевых импульсов в униполярные путем отсечки первого полупериода импульса с помощью нестационарного плазменного зеркала, создаваемого лазерным импульсом в полупроводниковом кристалле. С использованием численного моделирования определены оптимальные условия отсечки. Эффект отсечки продемонстрирован экспериментально.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Диссертационная работа Новоковской А.Л. является завершенным исследованием, в котором трансформация электромагнитных волн на фронтах ионизации в различных системах рассматривается в рамках единого подхода. Основные результаты диссертации являются новыми и представляют интерес для развития теории трансформации волн на фронтах плазмообразования. Они также важны с практической точки зрения, в том числе для развития экспериментальных методов детектирования ШАЛ и генерации униполярных импульсов.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечивается применением апробированных теоретических, численных и экспериментальных методов, а также соответствием теоретических предсказаний экспериментальным данным. Результаты диссертации не противоречат имеющимся в литературе теоретическим и экспериментальным данным, прошли рецензирование в высокорейтинговых международных журналах и апробированы на конференциях высокого уровня.

По диссертации опубликовано 19 научных работ, в том числе 6 статей в высокорейтинговых международных научных журналах, входящих в первый и второй квартили международных реферативных баз данных Web of Science и Scopus.

Работа не свободна от отдельных недостатков, среди которых отметим следующие.

1. Постановки некоторых задач объясняются недостаточно подробно. Так, в главе 1 нигде не говорится о том, что среда считается изотропной и «холодной» (не обладающей пространственной дисперсией, вызываемой тепловым движением частиц). По-видимому, данные эффекты действительно незначительны, однако хотелось бы видеть соответствующие разъяснения по таким вопросам.
2. В той же главе при постановке задачи не вводятся граничные условия. Остается неясным, используются ли они при численном расчете. Далее, в п. 1.3, граничные условия выписываются, однако физические основания для них и соответствующий вывод не приведены. Это было бы полезно сделать, не ограничиваясь ссылкой на первоисточник.
3. В ряде мест в работе утверждается, что рекомбинация незначительна при выполнении некоторых неравенств, обозначенных значком «больше». Правильнее было бы использовать значок «много больше».
4. Обзор литературы правильно отражает современное состояние дел по теме работы, однако было бы полезно дополнить его информацией о публикациях по близкой тематике. В частности, целесообразно было бы упомянуть следующие монографии:

- В.В.Борисов. Неустановившиеся электромагнитные волны. Ленинград, ЛГУ, 1987.

• В.Н.Красильников. Параметрические волновые явления в классической электродинамике. Санкт-Петербург, СПбГУ, 1996.

Сделанные замечания не снижают научную ценность полученных результатов. Тематика диссертации соответствует специальности 1.3.4. Радиофизика. Полученные в диссертации результаты являются новыми, хорошо обоснованными и представляют интерес с теоретической и практической точек зрения. Основные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат дает должное представление о содержании диссертации.

Диссертационная работа Новоковской А.Л. «Трансформация электромагнитных волн на фронтах плазмообразования в широких атмосферных ливнях и при оптической ионизации сред» является завершённой научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Новоковская Алина Львовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

Официальный оппонент:

Профессор, заведующий кафедрой радиофизики Санкт-Петербургского государственного университета, доктор физико-математических наук (01.04.03 Радиофизика)

12 апреля 2026 г.

Тюхтин Андрей Викторович

Я, Тюхтин Андрей Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиофизики Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), даю согласие на обработку моих персональных данных (приказ Минобрнауки России от 01.07.2015 № 662) и на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук Новоковской Алины Львовны.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Почтовый адрес: 198504, г. Петергоф, ул. Ульяновская, д. 1, корп. Л, кафедра радиофизики

Тел.: +7 (921) 339-76-81

Адрес электронной почты: a.tyuhtin@spbu.ru

А.В. Тюхтин

*Людмила Николаевна Тюхтина
Алины Львовны Новоковской
Адрес: Санкт-Петербург, ул. Ульяновская, д. 1, корп. Л, кафедра радиофизики
Тел.: +7 (921) 339-76-81
Адрес электронной почты: a.tyuhtin@spbu.ru*

