

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
Соколова Владимира Андреевича
на тему «Эффекты нелинейной электродинамики вакуума»
по специальности 1.3.3 Теоретическая физика

Диссертация В.А. Соколова посвящена исследованию нелинейно-электродинамических эффектов, возникающих в вакууме в условиях экстремально сильного электромагнитного поля, а также поиску возможности на основании таких эффектов проверить реалистичность множества моделей, представленных на сегодняшний день в научной литературе. **Актуальность диссертации** обусловлена ключевым значением теории электромагнитного поля для описания фундаментальных физических явлений, охватывающих как субатомные, так и астрофизические масштабы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, двух приложений и списка литературы из 266 наименований. Во введении приводится краткое описание современного состояния области исследования. Подчеркивается наличие множества моделей нелинейной электродинамики вакуума, которые зачастую приводят к схожим экспериментальным результатам. В первой главе рассматриваются критерии отбора таких моделей, в том числе с использованием энергетических условий, а также предлагаются методы получения аналитических решений уравнений электромагнитного поля. Вторая глава посвящена исследованию процессов нелинейной электродинамики в сильном электромагнитном поле пульсаров, заряженных черных дыр и других компактных астрофизических объектов. В третьей главе приводится полное решение задачи о распространении электромагнитной волны точечного источника в поле магнитного ротатора с учетом постмаксвелловских поправок нелинейной электродинамики, а в четвертой главе, для расширения полученных оценок в область экстремально

сильного электромагнитного поля, рассматривается непертурбативный эффект двойного лучепреломления в вакууме. Пятая глава посвящена развитию конформных моделей нелинейной электродинамики вакуума и поиску точных аналитических решений, описывающих эффекты в таких моделях.

Следует более подробно рассмотреть некоторые результаты диссертации, которые безусловно обладают **научной новизной** и актуальностью. В первую очередь, необходимо выделить результаты исследования свойств зараженных черных дыр, представленные во второй главе. Выявление состояния черной дыры в виде экстремальной черной точки, а также регулярность эффективного пространства-времени для фотонов в данном состоянии имеют ключевое значение для решения проблемы регуляризации. Не меньший интерес представляет весьма необычная зависимость радиуса фотонной сферы от заряда, не свойственная ранее известным решениям. Конечно сохраняется вопрос о причинах аккумуляции коллапсаром столь значительного заряда, при котором эффекты нелинейной электродинамики оказались бы значимыми на фоне гравитационного искривления пространства-времени, однако в значительной степени этот вопрос относится к общей астрофизике и имеет дискуссионный характер.

Достаточно ярким новым результатом является усиление компактификации некоторых видов геонов, что возрождает интерес к задаче об локализованном электромагнитном поле без источника в искривленном пространстве-времени. К сожалению, в диссертации рассматривается только статическое решение с цилиндрической симметрией, в то время как значительно больший интерес представляют динамические решения в виде связанных пакетов электромагнитных и гравитационных волн, а также сферически-симметричные решения типа Брилла-Хартла. В качестве пожелания, хотелось бы порекомендовать автору диссертации продолжить работу в этом направлении исследований.

Обобщая представленные в диссертации результаты, следует отметить что в совокупности они носят фундаментальный характер, обладают **существенной научной значимостью** и вносят принципиально важный вклад в развитие теоретических представлений о природе электромагнитного поля и эффектов, связанных с ним, в том числе возникающих при его взаимодействии с гравитационным полем. Практическая же значимость работы во много связана с решением задачи о распространении электромагнитных импульсов в поле пульсара и описанием эффекта двойного лучепреломления электромагнитных волн в различных приближениях для ряда моделей нелинейной электродинамики.

В диссертации автор делает акцент на экспериментальном обнаружении эффекта двойного лучепреломления и детально обосновывает реализуемость таких наблюдений с использованием современных инструментальных средств. При этом полученные в диссертации результаты имеют существенное значение и для лабораторных исследований эффекта двойного лучепреломления в экспериментах с лазерами высокой интенсивности.

Исследование нелинейных эффектов как правило представляет сложную научную задачу, решение которой предполагает использование нетривиальных методических приемов, включая эвристический подход и требует корректного применения математического аппарата. Автор диссертации в виду сложности задачи, использует сочетание современных методов теоретической физики, численного моделирования и автоматизации крайне громоздких аналитических вычислений, уделяя особое внимание разносторонней верификации и **обоснованию достоверности полученных результатов, научных положений и заключений диссертации**. Выводы, сформулированные в диссертации, отличаются высокой степенью убедительности, подкреплены 15 публикациями в журналах с высоким рейтингом, а также успешно прошли апробацию на научных семинарах и конференциях.

Диссертационная работа хорошо структурирована, изложение материала подробное и последовательное. Тем не менее, по ее содержанию **имеются следующие замечания:**

1). Утверждение о регулярности эффективного пространства-времени для фотонов в случае экстремальной чёрной точки Эйнштейна-Борна-Инфельда сделано на основании анализа инвариантов тензора кривизны, но не дан ответ на вопрос, могут ли нулевые геодезические приближаться к центру сколь угодно близко и обладает ли соответствующее пространство-время с эффективной метрикой геодезической полнотой.

2). На рисунке 10 представлена зависимость радиуса тени черной дыры от заряда, демонстрирующая возможность его возрастания при увеличении заряда. Данный результат получен численно. Аналитическое объяснение этого эффекта не приводится, вместе с тем оно было бы крайне полезным для более полной интерпретации этого результата.

3). В диссертации имеется ряд опечаток. Для графиков изолиний на рисунках 4-6 было бы уместно добавить цветовую шкалу. В заголовке таблицы 1 приводится описание обозначений не для всех величин, использованных в таблице. В заголовке первого столбца таблицы 3, более правильно использовать термин «Название пульсара» или «Обозначение пульсара». Каждую главу диссертации следует начинать с новой страницы.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.3. Теоретическая физика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование

оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Соколов Владимир Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
профессор Института физических исследований и технологий
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени
Патриса Лумумбы»

Рыбаков Юрий Петрович

30 апреля 2026 г.

Контактные данные:

тел.:

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.02 – Теоретическая физика

Адрес места работы:

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, дом 6
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
Институт физических исследований и технологий.

Тел.:

Подпись сотрудника Российского университета
дружбы народов имени Патриса Лумумбы
Ю.П. Рыбакова удостоверяю:

Ученый секретарь Российского университета
дружбы народов имени Патриса Лумумбы
профессор Курылев К.П.

дата

7.05.2026