

## ОТЗЫВ научного руководителя

о диссертации Петрова Алексея Евгеньевича “Динамические магнитные структуры в сильнонеравновесной релятивистской плазме пульсарных туманностей”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия

Исследования астрофизических источников нетеплового излучения дают уникальную информацию о процессах экстремального выделения энергии и механизмах ее трансформации в наблюдаемое излучение электромагнитных волн, потоки релятивистских заряженных частиц и нейтрино. Изучение физических процессов в релятивистской плазме пульсарных туманностей привлекает особое внимание, поскольку большой объем наблюдательных данных о пространственной структуре галактических пульсарных туманностей в различных спектральных диапазонах позволяет проверять модели эволюции энергичных релятивистских струй и ветров в активных ядрах галактик, гамма-всплесках.

Наблюдения туманностей пульсаров Краба и Велы с пространственным разрешением не хуже угловой секунды наземными радиотелескопами, а также орбитальными телескопами им. Чандры и Хаббла, позволили обнаружить структуры, распространяющиеся в пульсарном ветре. Динамические структуры в форме локализованных возмущений диффузного синхротронного излучения туманности наблюдаются в протяженных релятивистских ветрах, сформированных молодыми галактическими пульсарами. Особенность теоретического моделирования синхротронных структур в пульсарном ветре заключается в необходимости построения нелинейной модели формирования магнитных возмущений в сильно неравновесной релятивистской плазме, вне рамок стандартного РМГД-приближения. Магнитные возмущения сопровождаются существенными локальными вариациями функции распределения электрон-позитронных пар, что существенно для моделирования синхротронных структур, обусловленных вариациями магнитного поля конечной амплитуды. Моделирование не может быть выполнено в рамках релятивистской МГД, а микроскопические расчеты методами "particle-in-cell" требуют недостижимых сегодня компьютерных ресурсов.

В диссертационной работе А.Е.Петрова разработаны модели динамики магнитных структур и процессов переноса и ускорения заряженных частиц в пульсарных туманностях. Особое внимание уделено моделированию синхротронных изображений и спектров нетеплового излучения пульсарных туманностей, движущихся со сверхзвуковой скоростью относительно окружающей плазмы. Такие пульсарные туманности имеют более сложную структуру с головной ударной волной. Развита теория позволила построить модельные спектры синхротронного излучения пульсарных туманностей с головными ударными волнами и объяснить

наблюдаемые жесткие спектры их ультрафиолетового и рентгеновского излучения. Существенный интерес представляет возможность заметного увеличения потоков релятивистских позитронов, ускоренных в пульсарных туманностях, что существенно для анализа возможных источников наблюдаемых аномалий потоков позитронов в космических лучах.

А.Е.Петров выполнил дипломную работу по астрофизике в СПбГПУ. Начал исследования в области астрофизики высоких энергий в 2012 году, будучи студентом физико-технического факультета и продолжил исследования в очной аспирантуре ФТИ им. А.Ф.Иоффе. За время работы над диссертацией и участия в проекте, поддержанном РНФ, он проявил себя активным, квалифицированным и вдумчивым исследователем, способным анализировать наблюдательные данные, решать физические проблемы аналитическими методами, а также строить современные компьютерные коды.

Считаю, что А.Е.Петров безусловно заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия.

Руководитель отделения физики плазмы, атомной физики и астрофизики  
ФГБУН ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
д.ф.-м.н., профессор

*А.М. Быков*

А.М. Быков

20.03.2018



*Шеремин*