

ОТЗЫВ научного руководителя
на диссертацию Корочкина Александра Алексеевича
«Новая модель межгалактического фонового излучения и ее приложения
к аксионоподобным частицам и внегалактическим магнитным полям»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.04.02 — теоретическая физика.

Одна из ключевых задач физики фундаментальных взаимодействий – поиск новых частиц, кандидатов на роль темной материи. Стремительное развитие наблюдательной гамма-астрономии открывает новый перспективный подход к решению этой задачи. Наблюдая далекие блазары, современные телескопы фактически регистрируют результат взаимодействий различного типа в области пространства космологического масштаба. Поиск новых физических явлений требует построения модели, включающей новые взаимодействия в дополнение к точному описанию уже известных процессов релятивистской астрофизики. Актуальность диссертации А.А. Корочкина определяется тем, что в ней впервые в рамках единого подхода рассмотрены взаимодействие гамма-квантов высоких энергий с реликтовым и межгалактическим фоновым излучением, отклонение вторичных заряженных частиц во внегалактических полях и взаимодействия новых гипотетических аксионоподобных частиц. Единый подход позволил А.А. Корочкину получить из современных и перспективных экспериментов в области гамма-астрономии новые, наиболее точные на сегодня результаты, относящиеся как к астрофизике, так и к физике фундаментальных взаимодействий.

В первой главе диссертации описана новая, разработанная А.А. Корочкиным модель межгалактического фонового излучения. Построение модели включает описание всех релевантных космологических и астрофизических процессов, а также свободных параметров, известных с погрешностью. Новая модель позволяет быстро, используя параллельные вычисления, рассчитать спектр межгалактического фонового излучения и

оптическую толщину поглощения гамма-квантов для заданных значений параметров звездообразования, звездной эволюции и молекулярных облаков. В рамках подхода Монте-Карло цепей Маркова, используя наблюдения межгалактического излучения, построены постериорные маргинальные функции распределения для параметров модели. Впервые получены ограничения на темп звездной эволюции из наблюдений межгалактического фонового излучения. Из наблюдений далеких блазаров получены ограничения на параметры возможной дополнительной компоненты в спектре межгалактического фонового излучения.

Во второй главе исследована проблема аномальной прозрачности Вселенной по отношению к гамма-квантам высоких энергий. Проведенный более точный анализ выборки блазаров с надежно измеренным красным смещением не подтвердил ранее объявленную высокую достоверность наблюдаемой аномальной прозрачности. Показано, что уровень достоверности не превышает два стандартных отклонения. Получены ограничения на область параметров аксионоподобных частиц на основе наблюдения блазаров.

В третьей главе диссертации А.А. Корочкина выполнено детальное сравнение результатов моделирования электромагнитных каскадов с помощью трех публично доступных программ CRbeam, CRPropa и ELMAG. Обнаружены существенные расхождения в предсказаниях различных кодов, локализованы и исправлены ошибки, ответственные за такие расхождения. Достигнутая согласованность предсказаний нескольких моделей в пределах 10% достаточна для прецизионного анализа данных будущего телескопа СТА.

В четвертой главе получены предсказания для чувствительности телескопа СТА к внегалактическим магнитным полям. Показано, что СТА сможет зарегистрировать внегалактические поля с напряженностью в диапазоне от 10^{-12} Гс до 10^{-11} Гс. Исследована возможная систематическая ошибка метода, связанная с подавлением каскадного сигнала в пузырях магнитного поля.

Вклад А.А. Корочкина во все работы, вошедшие в диссертацию, является определяющим. А.А. Корочкин самостоятельно построил новую

математическую и численную модель внегалактического фонового излучения, выполнил моделирование распространения гамма-квантов, провел анализ данных гамма-телескопов, разработал метод для наиболее точного исследования аномальной прозрачности Вселенной. А.А. Корочкин является сложившимся исследователем с широким кругом научных интересов, включающим явления при малых масштабах и больших энергиях, релятивистскую астрофизику, теорию фундаментальных взаимодействий, а его диссертация представляет собой законченный труд. Достоверность результатов, выносимых на защиту, подтверждается использованием данных нескольких независимых экспериментов, проведением расчетов в рамках нескольких альтернативных моделей межгалактического фонового излучения, внегалактического магнитного поля, использованием нескольких независимых кодов моделирования электромагнитных каскадов.

Диссертация «Новая модель межгалактического фонового излучения и ее приложения к аксиноподобным частицам и внегалактическим магнитным полям» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Корочкин Александр Алексеевич, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

11 апреля 2022 г.

Заместитель директора по научной работе ИЯИ РАН,

д.ф.-м.н., профессор РАН

Г.И. Рубцов

Подпись Рубцова Г.И. удостоверяю.

Ученый секретарь ИЯИ РАН, к.ф.-м.н.

А.В. Вересникова