

ОТЗЫВ научного руководителя
на диссертацию Чудайкина Антона Сергеевича
«Модели многокомпонентной тёмной материи в космологии и астрофизике»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.04.02 — теоретическая физика.

Явления в астрофизике и космологии, традиционно ассоциируемые с понятием «тёмная материя» — одно из нескольких феноменологических указаний на неполноту современного представления о физике частиц и гравитации. Основная часть проблем элегантно решается введением новой дополнительной компоненты, в гравитационных взаимодействиях проявляющей себя так же, как невзаимодействующая материя. На её роль в обобщениях Стандартной модели физики частиц предлагают стабильные на космологических масштабах электрически нейтральные гипотетические нерелятивистские частицы. Астрофизические и космологические данные не позволяют пока получить какую-либо дополнительную информацию, характеризующую свойства этих частиц, однако на протяжении десятилетий остаётся непрояснённым вопрос о происхождении и эволюции малых гало (современных карликовых галактик) и распределении тёмной материи в центрах современных галактик. Вопросы здесь есть и к астрономическим наблюдениям и к теоретическим предсказаниям, которые во многих случаях расходятся друг с другом, если рассмотрение ведётся в представлении о частицах тёмной материи как участвующих только в гравитационных взаимодействиях нерелятивистских пылинках. В то же время, попытки объяснить эти проблемы, например введением малых, но ненулевых скоростей у частиц тёмной материи в эпоху активного роста структур (так называемая тёплая тёмная материя), также не привели к явному успеху. В литературе стали обсуждаться идеи многокомпонентной тёмной материи: когда часть компонент

своим поведением напоминает пыль, а часть — тёплую тёмную материю, или частицы с самодействием. Многокомпонентность тёмного сектора современной Вселенной вполне согласуется с тем, что мы наблюдаем в видимом секторе, где помимо нетривиального химического состава, оставшегося в наследство от первичного нуклеосинтеза, есть три компонента нейтрино и фотоны. Недавно интерес к многокомпонентному составу тёмного сектора возрос из-за появления аномалий и нестыковок при попытке описать большой набор космологических данных в рамках стандартной космологии с пылевидной тёмной материей. В частности, анализ ряда астрономических наблюдений, относящихся к космологии поздней (современной) Вселенной выдаёт несколько другие значения космологических параметров, чем получаются из анализа наблюдательных данных, непосредственно относящихся к ранней (эпохи рекомбинации) Вселенной. Здесь тоже есть вопросы, в том числе о систематических ошибках, сопровождающих многие астрофизические исследования. В то же время не исключено, что мы наконец стали получать принципиально новую информацию, позволяющую нам узнать нечно новое, дополнительное о составе и свойствах тёмного сектора.

Представленная на соискание степени кандидата физико-математических наук диссертация как раз посвящена исследованиям космологических моделей, где тёмный сектор состоит из нескольких компонент, играющих важную роль в развитии Вселенной. В первой главе диссертации рассмотрена космологическая модель с двухкомпонентной тёмной материей: основная компонента стабильная, а вспомогательная распадается после рекомбинации в тёмную радиацию, и её нет в современной Вселенной. В такой модели плотность тёмной материи в поздней Вселенной оказывается меньше по сравнению со случаем стандартной космологии, что интересно для решения вопроса об аномалиях и нестыковках в космологических данных, относящихся к ранней и поздней эпохам в развитии Вселенной.

Вторая и третья главы диссертации посвящены конкретному кандидату на

роль тёмной материи – стерильным нейтрино. Смешивание стерильных и активных нейтрино в ранней Вселенной приводит к рождению этих частиц в ранней Вселенной. В диссертации рассматривается взаимодействие стерильных нейтрино со скалярными полями тёмного сектора. Автором показано, что в зависимости от динамики этих скалярных полей рождение стерильных нейтрино может быть как заметно усилено, так и заметно ослаблено, а их спектр может стать таким же «холодным» как у традиционной пылевидной тёмной материи.

Следует особенно подчеркнуть определяющий вклад соискателя во все работы, вошедшие в диссертацию. Антон Сергеевич является сформировавшимся независимым молодым исследователем с широким научным кругозором и богатым инструментарием для проведения как аналитических так и численных расчётов, активно работающий над решением задач в области физики частиц, космологии и астрофизики.

Диссертация «Модели многокомпонентной тёмной материи в космологии и астрофизике» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Чудайкин Антон Сергеевич, несомненно заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

19 февраля 2019 г.

Главный научный сотрудник ИЯИ РАН,
д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН

Д.С. Горбунов

Подпись Горбунова Д.С. удостоверяю.

Заместитель директора ИЯИ РАН
д.ф.-м.н., профессор РАН

Г.И. Рубцов