

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Хуана Маурисио Валенсии Вильегаса "Свойства возмущений в скалярно-векторно-тензорных и Хорндески-Картановских космологиях", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 - теоретическая физика.

В настоящее время скалярно-векторные теории, такие как теория Хорндески и различные ее обобщения, повсеместно используются для построения различных моделей в теоретической космологии. Причем, речь идет как о моделях ранней Вселенной, таких как космологический отскок или инфляция, так и о моделях современной Вселенной, описывающих темную энергию или темную материю. Скалярно-тензорные теории интересны, во-первых, из-за своей общности - они включают в себя как частный случай большинство известных ранее моделей в космологии и модифицированной гравитации, а также в своем классе, согласно теоремам, даются лагранжианами наиболее общего вида. Во-вторых, сама структура этих теорий, а именно, наличие вторых производных прямо в действии, позволяет устойчивым образом нарушать условие энергодоминантности (изотропное и сильное) - что ранее считалось невозможным на классическом уровне. Однако, хотя условие теоремы Пенроуза о сингулярностях нарушается уже в теории Хорндески, оказывается не так просто построить полную устойчивую модель из-за наличия запрещающей теоремы.

Первая часть диссертации Х.М. Валенсии Вильегаса посвящена как раз одному из новых обобщений теории Хорндески - на геометрии с нетривиальным кручением. В диссертации впервые была построена и изучена теория Хорндески-Картана, теория, имеющая лагранжиан совпадающий с лагранжианом теории Хорндески, но в котором все ковариантные производные и кривизны содержат кручение. Теория предполагает формализм второго порядка, то есть динамическими переменными считаются метрика и кручение, а связность Леви-Чивиты выражена обычным образом через метрику. Хотя в лагранжиане явно возникают производные по времени от тензора кручения, в итоге новых степеней свободы не появляется. Единственное изменение - модификация дисперсионных соотношений для скалярной и тензорной мод (векторы, как и в теории без кручения, нединамические). Это изменение, тем не менее, существенно влияет на свойства теории как таковой, в частности, в квадратичном подклассе дополнительное кручение приводит к ослаблению запрещающей теоремы - она работает только при дополнительном условии субсветовых скоростей гравитонов. В кубическом подклассе теории Хорндески-Картана запрещающая теорема и вовсе пропадает - оказывается можно построить всюду устойчивое, хорошее решение в виде космологического отскока.

Вторая часть диссертации Х.М. Валенсии Вильегаса посвящена скалярно-векторно-тензорным теориям, то есть теориям типа Хорндески или обобщенных галилеонов, но с дополнительным векторным полем. Такие теории особенно интересны в контексте моделей темной энергии в современной Вселенной. В частности, как было продемонстрировано в диссертации, модификация лагранжиана электромагнитного поля на космологических масштабах позволяет существенно расширить класс теорий, удовлетворяющих новым наблюдательным ограничениям. В основном имеются в виду одновременные наблюдения гравитационных и электромагнитных волн, GW170817. Огромное удаление источника позволило очень сильно ограничить разницу скоростей тензорной и векторной моды, а сам факт наблюдения этих волн говорит о их стабильности на нелинейном уровне. В диссертации представлен целый подкласс теорий, удовлетворяющих данным ограничениям.

Работая под моим руководством Х.М. Валенсия Вильегас проявил себя как сильный и самостоятельный ученый, владеющий современными методами классической и квантовой теории поля и космологии. Х.М. Валенсия Вильегас показал, что понимает не только суть поставленных задач и подходы к их решению, но и самостоятельно способен формулировать задачи. При подготовке диссертации им были проведены сложнейшие аналитические вычисления, в том числе, с использованием систем компьютерной алгебры. Надо отметить, что Х.М. Валенсия Вильегас имеет также другие интересные результаты, не вошедшие в диссертацию.

Хуан Маурисио Валенсия Вильегас является высококвалифицированным специалистом в области теоретической физики. Считаю, что диссертация "Свойства возмущений в скалярно-векторно-тензорных и Хорндески-Картановских космологиях" полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Хуан Маурисио Валенсия Вильегас, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 1.3.3 - теоретическая физика.

Старший научный сотрудник  
отдела теоретической физики  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института ядерных исследований  
Российской академии наук,  
кандидат физико-математических наук

С.А. Миронов  
25 февраля 2026

Подпись С.А. Миронова заверяю  
Зам директора ИЯИ РАН

Панин А.Г.