Отзыв научного руководителя

на диссертацию **Кобялко Кирилла Владимировича**

«Геометрический подход к теории фотонных многообразий в гравитационных полях»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

01.04.02. – теоретическая физика

Работа К.В. Кобялко посвящена теории фотонной структуры гравитационных полей. Это понятие включает описание замкнутых фотонных орбит, которые могут возникать в сильных гравитационных полях, определение границ областей, которые такие орбиты могут заполнять и исследование общих свойств метрик, для которых существует нетривиальная фотонная структура. Это важно для интерпретации данных астрономических наблюдений, прежде всего, сильного гравитационного линзирования и теней черных дыр.

К.В. Кобялко был предложен новый подход к описанию фотонной структуры, основанный на геометрии омбилических гиперповерхностей в искривленных многообразиях, включая предложенное автором обобщение этого понятия. Обобщение состоит в рассмотрении «частично омбилических» гиперповерхностей, для которых условие омбиличности выполняется не на всех векторах касательного пространства, а на их подмножестве, задаваемом прицельным параметром. В стационарных аксиально-симметричных пространствах именно такие гиперповерхности играют основную роль и позволяют дать геометрическое истолкование фотонных областей, заполняемых замкнутыми изотропными геодезическими. Отыскание частично омбилических поверхностей не требует интегрирования уравнений геодезических, которое не всегда удается выполнить аналитически, и, таким образом, расширяет класс пространств, фотонная структура которых может быть описана явно.

В работе рассмотрены широкие классы метрик, для которых была определена фотонная структура новым методом. Определены области в пространствах параметров, задающих эти метрики, при которых фотонная структура имеет сходные свойства, и границы которых обозначают качественное изменение фотонной структуры. Эти результаты могут быть полезны для интерпретации данных астрономических наблюдений; они позволяют более точно извлекать физические параметры источников на основании данных наблюдений.

Получены также важные новые математические результаты, например установлена связь между фотонной структурой стационарных аксиально симметричных метрик и существованием тензоров Киллинга второго ранга, играющих определяющую роль в механике и теории поля на фоне этих метрик. В частности, дана новая интерпретация интеграла Картера для метрики Керра, и описаны общие классы метрик, для которых существуют подобные скрытые симметрии.

Характеризуя работу Кобялко К.В. в целом, следует отметить высокий

уровень владения автором современными методами дифференциальной геометрии, умение формулировать результаты на языке общих математических понятий, использование бескоординатных методов описания. Фактически построена новая математическая теория фотонной структуры, включающая в частных случаях ранее известные результаты, и открывающая путь к исследованию случаев, ранее недоступных анализу аналитическими методами. Вместе с тем, Кобялко широко использует численные методы, создавая оригинальные алгоритмы и программы вычислений. Я могу оценить представленную диссертацию как одну из лучших, с которыми мне довелось познакомиться в последние годы.

При работе над диссертацией Кобялко К.В. проявил себя самостоятельным, целеустремленным исследователем. Он изучил большой объём научной литературы по дифференциальной геометрии, теории гравитации и другим разделам теоретической физики, блестяще овладел численнымм методами.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.02 – теоретическая физика (по физико-математическим наукам). Диссертация Кобялко Кирилла Владимировича рекомендуется к защите по специальности 01.04.02 – теоретическая физика в диссертационном совете Д 002.022.02 при Математическом институте им. В.А. Стеклова РАН.

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической физики
физического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова Гальцов Д.В.
2 июня 2022 г

Подпись Д.В. Гальцова заверяю
Ученый секретарь Ученого Совета физического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
Профессор В.А.Караваев