

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.04 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 3 июня 2024 года № 29

О присуждении Коваленко Александру Михайловичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Флуктуационные явления в анизотропной гидродинамике» по специальности 1.3.3 — Теоретическая физика принята к защите 11 марта 2024 года (протокол заседания № 24) диссертационным советом 24.1.262.04 созданным 18 октября 2023 года приказом № 1975/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Коваленко Александр Михайлович, 26 октября 1995 года рождения, в 2019 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» по специальности «Физика». С 2019 года обучался в аспирантуре ФИАН по направлению «Физика и астрономия» и закончил её в 2023 году. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2023 году. С конца 2023 г. работает в ФИАН в должности высококвалифицированного научного сотрудника в лаборатории математического моделирования сложных систем Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма (ОТФ).

Диссертационная работа А.М. Коваленко выполнена в ОТФ ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, Леонидов Андрей Владимирович, высококвалифицированный главный научный сотрудник ОТФ ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Теряев Олег Валерианович, доктор физико-математических наук, профессор, начальник сектора Лаборатории теоретической физики международной межправительственной научно-исследовательской организации «Объединенный институт ядерных исследований».
2. Захаров Бронислав Глебович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук».

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ), в своем положительном отзыве, составленном кандидатом физико-математических наук Снигиревым Александром Михайловичем и утвержденным доктором физико-математических наук, профессором, проректором МГУ, Федяниным Андреем Анатольевичем, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 5 работы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем А.М. Коваленко работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертацию опубликованы в работах:

1. Kirakosyan M., Kovalenko A., Leonidov A. Sound propagation and Mach cone in anisotropic hydrodynamics // *The European Physical Journal C*. — 2019. — Vol. 79. — P. 1—5.
2. Kovalenko A., Leonidov A. Shock waves in relativistic anisotropic hydrodynamics // *Eur. Phys. J. C*. — 2022. — Vol. 82, no. 4. — P. 378.
3. Kovalenko A. Stability of Shock Waves in Anisotropic Hydrodynamics // *Phys. Part. Nucl.* — 2021. — Vol. 52, no. 4. — P. 569 — 570.
4. Kovalenko A. Linear stability of shock waves in ultrarelativistic anisotropic hydrodynamics // *Eur. Phys. J. C*. — 2023. — Vol. 83, no. 8. — P. 754.
5. Kovalenko A. Critical Point from Shock Waves Solution in Relativistic Anisotropic Hydrodynamics // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute* — 2024. — Vol. 51, No. 1 — P. 1–6.

Выбор Теряева Олега Валериановича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области физики высоких энергий.

Выбор Захарова Бронислава Глебовича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в исследованиях по физике кварк-глюонной плазмы.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что МГУ является центром исследований мирового уровня в области физики высоких энергий, элементарных частиц и теории фундаментальных взаимодействий.

Диссертационная работа А.М. Коваленко посвящена исследованию звуковых явлений в анизотропной релятивистской гидродинамике.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что гидродинамические подходы к описанию эволюции кварк-глюонной плазмы представляют большой интерес в настоящее время. Анизотропная релятивистская

гидродинамика, в рамках которой была проведена работа, позволяет учитывать анизотропные свойства кварк-глюонной плазмы явным образом, что важно для её описания на неравновесных стадиях расширения. В такой теории вызывает интерес исследование звуковых явлений, которое ранее было сопровождено трудностями в диссипативных теориях, которые применялись для описания кварк-глюонной материи.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. В рамках релятивистской анизотропной гидродинамики получено волновое уравнение в случае постоянной анизотропии, содержащее две различные скорости распространения звука в среде как следствие разности продольного и поперечного давлений. Получены аналитические выражения для углов Маха в случае постоянного параметра анизотропии и показана асимметричность конуса Маха.

2. В рамках релятивистской анизотропной гидродинамики получены аналитически решения для плоских ударных волн сжатия в поперечном и продольном случаях расположения нормали к ударной волне относительно оси распространения пучка. Показано, что имеет место ослабление ударной волны в поперечном случае и её усиление в продольном. Также были численно решены разрывные ударноволновые уравнения. Было показано, что в анизотропной среде происходит преломление прошедшего через поверхность разрыва потока в сторону оси анизотропии. Также было обнаружено, что для некоторых достаточно больших значений анизотропии имеет место ускорение прошедшего потока, что характерно для ударных волн разряжения. Это в свою очередь может указывать на возможные ограничения параметров задачи.

3. Было показано, что для ударных волн сжатия (при величине отношения изотропных давлений больше единицы) в анизотропной релятивистской гидродинамике в случае изменяемой анизотропии и

отсутствии преломления потока существует ограничение сверху на параметр анизотропии. Также было продемонстрировано, что генерация ударных волн может являться одним из механизмов изотропизации системы.

4. Показана аналитически линейная устойчивость ударных волн в анизотропной релятивистской гидродинамике к малому гармоническому возмущению в случае постоянной анизотропии.

Научная новизна полученных результатов привела к формированию необходимого фундамента исследования звуковых явлений в анизотропной релятивистской гидродинамике и выявила ряд эффектов, связанных с анизотропией.

Значение результатов и их научная значимость обусловлены тем, что полученные в работе результаты явно демонстрируют возможность получения разрывных решений для ударных волн, что обходит проблемы диссипативных теорий, в частности теории Израэля-Стюарта второго порядка. Была продемонстрирована деформация изотропных решений для ударных волн и конуса Маха, а также механизм изотропизации системы через генерацию ударных волн. Важно отметить, что параметр анизотропии в теории представляет собой особую переформулировку высших порядков, что в будущем позволит интерпретировать полученные результаты на более глубоком уровне.

Достоверность проведенных автором теоретических исследований подтверждается надежностью применявшегося в исследовании математического аппарата теоретической физики и согласием с результатами, полученными в изотропных гидродинамических теориях.

А также представлением и успешным обсуждением результатов на семинарах и международных научных конференциях.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Коваленко А.М., получены лично автором либо при его непосредственном участии.

В ходе защиты соискатель Коваленко А.М. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 3 июня 2024 года диссертационный совет принял решение присудить А.М. Коваленко учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научных задач по исследованию особенностей распространения звука в анизотропной релятивистской гидродинамике, свойств ударных волн и их устойчивости.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве **12** человек, из них **11** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.3 – Теоретическая физика), участвовавшие в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени – **12**,
против присуждения учёной степени – **0**,
недействительных бюллетеней – **0** .

Председатель диссертационного
совета член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Арсеев Пётр Иварович

Учёный секретарь диссертационного совета
к.ф.-м.н.

Чернышов Дмитрий Олегович

3 июня 2024 г.