

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

доктора физико-математических наук, Кербикова Бориса Олеговича, о соискателе ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. – «Теоретическая физика» Лукашове Михаиле Сергеевиче

М.С. Лукашов окончил магистратуру «Московского физико-технического института» с присвоением квалификации «магистр» по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» в 2015 году. Уже за время обучения в ВУЗе соискатель проявил некоторые способности к научно-исследовательской работе. После выпуска М.С. Лукашов перешел работать в ГНЦ РФ «ИТЭФ» (НИЦ «Курчатовский институт»). В 2016 году он присоединился к группе, которая работала по гранту РФ (проект № 16-12-10414) с 2016 по 2018, а также участвовал в работе группы, когда грант продлили (проект № 16-12-10414-П). В 2019 г. соискатель поступил в очную аспирантуру НИЦ «Курчатовский институт» по направлению подготовки 03.06.01 -- «Физика и астрономия», которую он успешно окончил в 2024 г. по профилю подготовки «Теоретическая физика».

Интерес к проблеме исследования свойств вещества в экстремальных условиях резко вырос после начала экспериментов на коллайдерах RHIC и LHC. Центральной задачей в программе исследований на ускорителе NICA (г.Дубна) является получение кварк-глюонной плазмы и исследование фазовой диаграммы КХД при больших температурах и плотностях. Параллельно быстро накапливается информация о нейтронных звездах, в которых нейтроны и кварки находятся в условиях сверхвысокого давления. Получаемые данные часто не укладывались в разработанные ранее теоретические модели: горячее кварковое вещество, полученное в экспериментах на RHIC и LHC, оказалось мало похожим на плазму. Огромное число работ по кварковой материи при высокой температуре и плотности и под действием сильного магнитного поля опирается на, по сути, устаревшую модель Намбу-Иона-Лазинио (Вакса-Ларкина), созданную еще до появления КХД и Стандартной модели. Явление конфайнмента в таком подходе не берется в расчет. Мощным методом исследования этих проблем являются численные расчеты методом Монте-Карло на решетках. Основное ограничение здесь – это область отличной от нуля плотности.

Исследование уравнений состояния адронной материи и динамики фазового перехода конфайнмент-деконфайнмент в глюодинамике, проведенное соискателем, М.С. Лукашовым, может быть использовано при интерпретации данных экспериментов. Другим направлением исследования материи при экстремальных плотностях и температурах, является физика нейтронных звезд, где полученные результаты также могут найти применение.

С теоретической точки зрения было продемонстрировано, что метод вакуумных корреляторов позволяет описывать динамику фазового перехода с хорошей точностью в сравнении с решеточными расчетами. Более того, в используемом подходе были последовательно учтены непертурбативные вклады в свободную энергию, создаваемые поляковской линией и магнитной дебаевской массой.

В рамках основной темы данной диссертационной работы у М.С. Лукашова есть и другие публикации, развивающие формализм корреляторов, не вошедшие диссертацию, например:

1) Z. V. Khaidukov, M. S. Lukashov and Y. A. Simonov, “Speed of sound in the QGP and an SU(3) Yang-Mills theory” // *Phys. Rev. D.* – 2018. – Vol. 98(no.07). – P. 074031.

2) M. S. Lukashov and Y. A. Simonov, “Theory of the Deconfinement in QCD” // *Phys. Atom. Nucl.* – 2023. – Vol. 86(no.06). – P. 1256.

А также работы о скалярных мезонах:

3) A. M. Badalian, M. S. Lukashov and Y. A. Simonov, “The Relativistic Cornell-type Mechanism of Exotic Scalar Resonances” // *Phys. Rev. D.* – 2020. – Vol. 102(no.09). – P. 094012.

4) M. S. Lukashov and Y. A. Simonov, “Scalar mesons in the chiral theory with quark degrees of freedom” // *Phys. Rev. D.* – 2020. – Vol. 101(no.09). – P. 094028.

Но область научных интересов соискателя распространяются и на смежные разделы теоретической физики. Например, работа [B. O. Kerbikov and M. S. Lukashov, “The Rayleigh Bubble in Quark Matter under a Strong Magnetic Field” // *Phys. Rev. D.* – 2020. – Vol. 101(no.09). – P. 094005.] посвящена пузырьковой динамике в кварк-глюонной плазме в сильном магнитном поле, а недавняя работа [B. O. Kerbikov and M. S. Lukashov, “Sound in a bubbly hybrid neutron star” // *Phys. Rev. D.* – 2024. – Vol. 110(no.02).

– Р. 023002.] – исследованию кваркового вещества в нейтронных звездах.

В ходе своей научной работы Лукашов М.С. проявил себя как старательный и вдумчивый исследователь, способный к самостоятельному освоению сложных теоретических вопросов и решению нетривиальных наукоемких задач в области компьютерных расчетов. Его характеризует умение работать с научной литературой, оперативно находить информацию и входить в суть новых поставленных проблем, а также высокая социальная активность и широкий научный кругозор. Результаты работы Лукашова М.С. опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых журналах, а также представлены на научных семинарах и конференциях. Все представленные результаты, представленные в диссертационном исследовании, получены лично Лукашовым М.С. или при непосредственном его участии. Соискатель самостоятельно выполнял все необходимые численные и аналитические расчеты, а также участвовал в постановке задач и обсуждении всех полученных результатов.

Достоверность результатов, полученных Лукашовым М.С. в данной работе, обеспечивается хорошим согласием с данными расчетов выполненных с применением методов моделирования на решетках.

#### **Заключение:**

Сказанное выше позволяет считать соискателя Лукашова Михаила Сергеевича квалифицированным специалистом в области физики сильных взаимодействий, обладающим достаточной зрелостью и компетентностью для самостоятельной научной работы. Также можно резюмировать, что диссертация М.С. Лукашова «Непертурбативная кварк-глюонная термодинамика при конечной температуре» является законченной, самостоятельной и оригинальной научно-исследовательской работой, которая соответствует паспорту специальности 1.3.3. «Теоретическая физика». Диссертация в полном объеме соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (в текущей редакции).

На основании вышеизложенного считаю, что Лукашов Михаил Сергеевич

заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. -- «Теоретическая физика».

Научный руководитель:  
доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН  
119991, гор. Москва, Ленинский пр-кт, д. 53

Тел.: +7 (903) 157-99-67  
Эл.адрес: [bkerbikov@gmail.com](mailto:bkerbikov@gmail.com)

  
Б.О. Кербиков

Дата: «07» октябре 2024 г.

Подпись руки Б.О. Кербикова заверяю  
Ученый секретарь Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

Колобов А.В

Дата: «07» октябре 2024 г.

