

УТВЕРЖДАЮ

Ректор  
Ярославского государственного  
университета им. П.Г. Демидова  
д.х.н., профессор  
Александр Ильич Русаков



2016 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» на кандидатскую диссертацию **АНДРЕЙЧИКОВА Максима Александровича** «Динамика связанных состояний в квантовой хромодинاميке и квантовой электродинамике в сильных магнитных полях», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

#### *Общая характеристика работы. Структура и содержание.*

Представленная соискателем Андрейчиковым М.А. диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации Институт теоретической и экспериментальной физики» Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Поступивший в Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова экземпляр рукописи содержит 74 страницы машинописного текста и 10 рисунков. Список цитированной автором литературы содержит 71 источник. Работа состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения, приложения и списка цитируемой литературы.

*Актуальность темы.* Диссертация Андрейчикова М.А. посвящена теоретическому исследованию физических свойств кварковой материи (при нулевом химическом потенциале) в постоянном сверхсильном магнитном поле из первых принципов, то есть непосредственно на основе лагранжиана квантовой хромодинاميки и квантовой электродинамики. Физика сложных систем (адроны, атомы) в сильных магнитных полях стала в последние годы чрезвычайно актуальной. Причина высокого интереса заключается в том, что в экспериментах по столкновениям тяжелых релятивистских ионов



могут генерироваться магнитные поля с интенсивностью до  $10^{19}$  Гаусс. Вторая причина связана с существенным прогрессом в изучении нейтронных звезд, на поверхности которых существуют большие магнитные поля, примерно на четыре порядка менее интенсивные, чем указанные выше. Поведение составных, в том числе релятивистских, систем в полях такого масштаба было практически не исследованным.

*Новизна результатов диссертации.* Поведение массового спектра и волновых функций составной системы как функции магнитного поля в области сверхсильных магнитных полей ранее практически не было исследовано, за исключением задачи вычисления энергии связи атома водорода. Выдвинутая ранее гипотеза коллапса адрона в магнитном поле была опровергнута благодаря исследованиям, активное участие в которых принимал М.А. Андрейчиков. Выполненный в диссертации анализ полученного аналитического выражения для потенциала одноглюонного обмена в сильном магнитном поле показал, что соответствующий матричный элемент стремится к нулю при неограниченном росте величины поля, что является непосредственным следствием экранирования взаимодействия парами кварк-антикварк и препятствует кулоновскому коллапсу адрона в сильном магнитном поле.

*Достоверность результатов диссертации.* Достоверность результатов подтверждается согласием полученных массовых спектров мезонов и барионов с результатами точных решеточных расчетов, проведенных несколькими научными группами. Следует заметить, что решеточные вычисления выполнены далеко не для всех систем, рассмотренных в диссертации.

*Общая характеристика диссертации.* Диссертация состоит из введения (Глава 1), четырех глав, излагающих основные результаты, Приложения и списка литературы. В Главе 1 сформулирована задача исследования и представлен план диссертационной работы. Глава 2 посвящена изложению метода полевых корреляторов, который является существенной основой для части расчетов. В Главе 3 построены релятивистские гамильтонианы адронов и барионов в магнитном поле. Глава 4 посвящена исследованию пертурбативных поправок к гамильтониану в следующих ситуациях: одноглюонный обмен, спин-спиновое взаимодействие и однопионный обмен. Здесь также рассмотрена задача о влиянии сверхсильного магнитного поля на сверхтонкое расщепление в атоме водорода. В Главе 5 на основе изложенного в предыдущих главах формализма приведены результаты вычислений массовых спектров адронов (мезонов и нейтрона) в магнитном поле. Прослежено убывание массы с ростом напряженности поля, показано, что даже в сверхсильных полях масса не обращается в нуль (отсутствие коллапса).

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. В целом диссертация заслуживает высокой оценки. Однако она не свободна



от недостатков, которые не влияют на общую положительную оценку. К их числу относятся следующие:

1. В электронном варианте автореферата, размещенном на сайте Диссертационного совета, отсутствует нумерация страниц.
2. На с. 11 диссертации фраза «Длина волны излучения 21 см известна с чрезвычайно высокой точностью – 1420.4057517667(9) МГц» неаккуратна, не хватает уточнения: «соответствующая частота составляет... МГц».
3. На с. 14 приведено неверное, на порядок меньшее численное значение атомного магнитного поля; возможно, это опечатка. В диссертации встречаются и другие опечатки.
4. В разд. 4.2, при анализе влияния сверхсильного магнитного поля на сверхтонкое расщепление в атоме водорода и обнаруженного изменения частоты, на уровне  $10^{-8}$ , для линии излучения 21 см атома водорода в таких полях, возможно, следовало провести более подробный анализ и других физических эффектов, приводящих к поправкам такого масштаба.
5. В списке литературы при цитировании статей, опубликованных в российских журналах, приведены ссылки только на их английские переводы без указания оригиналов, что не выглядит оправданным.

Впрочем, перечисленные замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертации.

Оценивая работу в целом, отметим, что это оригинальное и важное исследование на актуальную тему. Решение поставленных задач потребовало от автора свободного владения методами современной теоретической физики. Материалы диссертации своевременно опубликованы в четырех статьях в ведущих научных журналах Physical Review Letters, Physical Review D, Письма в ЖЭТФ. Результаты диссертации докладывались на научных конференциях и семинарах.

Результаты диссертации могут найти применение в исследованиях, проводимых в ИТЭФ, ИЯИ РАН, ОИЯИ, ФИАН, МИАН, на Физическом факультете МГУ, а также в других научных организациях, где ведутся работы по теоретической физике высоких энергий.

Диссертация Андрейчикова Максима Александровича «Динамика связанных состояний в квантовой хромодинамике и квантовой электродинамике в сильных магнитных полях» полностью соответствует пункту 3 «Теория фундаментальных взаимодействий и квантовая теория поля. Изучение явлений на малых масштабах и при больших энергиях. Разработка математических методов теории поля» паспорта специальности 01.04.02 – теоретическая физика. Диссертация на соискание ученой степени удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, в частности пунктам 9, 10, 11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее



автор, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв подготовлен по итогам обсуждения доклада М.А. Андрейчикова на научном семинаре кафедры теоретической физики Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова 27 ноября 2015 г.

Отзыв составил профессор кафедры теоретической физики ЯрГУ им. П.Г. Демидова доктор физ.-мат. наук, профессор



Александр Васильевич Кузнецов

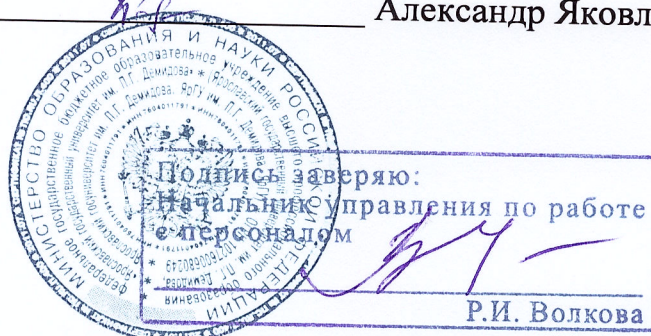
Тел.:(4852)797766,  
эл. почта: avkuzn@uniyar.ac.ru

Отзыв одобрен на заседании кафедры теоретической физики ЯрГУ им. П.Г. Демидова, протокол № 5 от 15 января 2016 г.

Заведующий кафедрой теоретической физики кандидат физ.-мат. наук, доцент



Александр Яковлевич Пархоменко



Контактная информация:

Полное официальное наименование учреждения: ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»

Адрес: 150003, г. Ярославль, ул. Советская, д.14

тел: +7 (4852)72-82-56, 79-77-02

факс: +7 (4852)25-57-87

email: [rectorat@uniyar.ac.ru](mailto:rectorat@uniyar.ac.ru)