

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт физики высоких энергий»
Национального Исследовательского Центра «Курчатовский институт»
(ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт»)

25 марта 2016 г.

Заседание Диссертационного совета
Д 201.004.01 при Институте физики
высоких энергий (Протвино)
Протокол № 2-2016

Стенограмма заседания диссертационного совета Д 201.004.01

Защита диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Жохова Романа Николаевича

"Фазовые переходы под влиянием внешних условий в низкоразмерных
моделях теории поля".

Специальность 01.04.02 - теоретическая физика.

Протвино 2016

Председательствующий: заместитель председателя диссертационного совета Д 201.004.01 д.ф.-м.н., профессор, Зайцев Александр Михайлович.

Секретарь: ученый секретарь диссертационного совета Д 201.004.01 к.ф.-м.н., Рябов Юрий Григорьевич.

Всего членов совета: 22 человека. Присутствует: 21 человек.

На заседании присутствовали следующие члены Диссертационного совета Д 201.004.01:

1. Тюрин Н.Е., доктор ф.-м.н., 01.04.02 – председатель Диссовета;
2. Рябов Ю.Г., к.ф.-м.н, 01.04.23 - учёный секретарь Диссовета;
3. Арбузов Б.А., доктор ф.-м.н., 01.04.02;
4. Балакин В.Е., доктор ф.-м.н., 01.04.20;
5. Герштейн С.С., доктор ф.-м.н., 01.04.02;
6. Денисов С.П., доктор ф.-м.н., 01.04.23;
7. Зайцев А.М., доктор ф.-м.н., 01.04.23; заместитель председателя;
8. Зайцев Ю.М., доктор ф.-м.н., 01.04.23;
9. Иванов С.В., доктор ф.-м.н., 01.04.20;
10. Мочалов В.В., доктор ф.-м.н., 01.04.23;
11. Качанов В.А., доктор ф.-м.н., 01.04.23;
12. Образцов В.Ф., доктор ф.-м.н., 01.04.23;
13. Петров В.А., доктор ф.-м.н., 01.04.02;
14. Петрухин А.А., доктор ф.-м.н., 01.04.23;
15. Пронько Г.П., доктор ф.-м.н., 01.04.02;
16. Саврин В.И., доктор ф.-м.н., 01.04.02;
17. Сенько В.А., доктор ф.-м.н., 01.04.20;
18. Ткаченко Л.М., доктор ф.-м.н., 01.04.20;
19. Трошин С.М., доктор ф.-м.н., 01.04.02;
20. Фещенко А.В., доктор ф.-м.н., 01.04.20;
21. Чесноков Ю.А., доктор ф.-м.н., 01.04.20.

Диссертационный совет Д 201.004.01 утвержден приказом по Федеральной службе по надзору в сфере образования и науки № 105/нк от “11” апреля 2012 г. (вносились изменения приказами Минобрнауки России № 92.нк от 18 февраля 2013 года и № 421/нк от 28 апреля 2015 года) в составе 22 человек.

На заседании присутствуют 21 член диссертационного совета из 22, из них 7 докторов наук по специальности теоретическая физика. Кворум имеется. На заседании также присутствует официальный оппонент Арбузов Андрей Борисович, доктор физико-математических наук. Официальный оппонент Эминов Павел Алексеевич, доктор физико-математических наук, отсутствует по уважительной причине.

Рябов Ю.Г.:

Жохов Роман Николаевич, 1989 года рождения, в 2012 году закончил Московский Государственный Университет, работает младшим научным сотрудником в отделе теоретической физики нашего института. Диссертация выполнена в нашем институте. Научный руководитель: Клименко Константин Григорьевич.

Диссертационный совет 25 декабря 2015 года принял к защите диссертацию Романа Николаевича Жохова и утвердил официальными оппонентами: Арбузова Андрея Борисовича, гражданина РФ, доктора физико-математических наук, заместителя директора лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова, Эминова Павла Алексеевича, гражданина РФ, доктора физико-математических наук, профессора кафедры высшей математики факультета информатики МГУПИ.

Совет утвердил в качестве ведущей организации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. В деле имеются все документы. Все документы соответствуют требованиям ВАК о присуждении ученых степеней.

Зайцев А.М.: Спасибо. Так, есть вопросы? Нет вопросов. Роман Николаевич, Вам слово.

Жохов Р.Н.:

Здравствуйте. Моя диссертация посвящена фазовым переходам в низкоразмерных теориях поля. Буквально два слова об актуальности этих моделей. Результаты, полученные в рамках низкоразмерных моделей, в том числе моделей с четырехфермионным взаимодействием, могут быть очень полезны для лучшего понимания явлений, которые могут возникать в реальном (3+1)-мерном мире. Так, например, низкоразмерная модель Гросса-Неве обладает некоторыми общими основными свойствами с КХД, такими как перенормируемость, размерная трансмутация, динамическое нарушение киральной симметрии, асимптотическая свобода. Еще одной важной причиной исследования этих моделей является то, что существует целый ряд систем конденсированного состояния вещества, которые могут быть описаны этими моделями. Они имеют (квази)двумерную структуру, и их возмущения описываются уравнением Дирака нежели уравнением Шредингера. К таким системам относится, например, графен. Также в диссертации исследуются низкоразмерные модели с одним компактифицированным измерением, которые могут описывать углеродные нанотрубки.

Перейдем к основному содержанию диссертации. В диссертации исследуется $(2+1)$ -мерная модифицированная модель Гросса-Неве, так называемая модель Ходоса, при конечной температуре и ненулевом химическом потенциале. Построена фазовая диаграмма и изучена фазовая структура модели. Лагранжиан этой модели имеет следующий вид (показывает указкой). То, что вы видите на первой строке, это по сути модель Гросса-Неве с фермион-антифермионным каналом взаимодействия. То, что вы видите на второй строке, это дополнительный член, он является более хитрым и описывает фермион-фермионный канал взаимодействия. Два слова о представлении гамма матриц. Можно, конечно, использовать неприводимое обычное представление для гамма матриц, которое в случае $(2+1)$ -мерного пространства времени задается просто матрицами Паули. В данном случае удобно работать с приводимым представлением для гамма матриц, которое задается следующей формулой, которую вы может видеть (показывает указкой). Почему это удобно? Ну, во-первых, в таком представлении очень удобно определить гамма пять матрицу, так чтобы все было похоже на $(3+1)$ -мерный случай, во-вторых, в таком виде уравнение Дирака появляется при эффективном описании возбуждений в графене. Удобно работать не с исходным, а с эквивалентным Лагранжианом, ввести вспомогательные бозонные поля, для которых уравнения движения имеют следующий вид (показывает указкой). Далее я расскажу о том, какими симметриями обладает данная модель. Изучение возможности нарушения этих симметрий и составляет основную часть диссертации. Во-первых, модель инвариантна относительно дискретного кирального преобразования. Киральная симметрия определяется следующим образом (показывает указкой). Также видно, что, если поле сигма приобретает ненулевое вакуумное среднее, то киральная симметрия нарушается. Другая симметрия - симметрия относительно непрерывной группы $U(1)$. И если поле дельта приобретает ненулевое вакуумное среднее, то $U(1)$ симметрия нарушается. При исследовании модели было показано, что в системе возникают три фазы: симметричная фаза, где оба конденсата равны нулю и симметрии не нарушены, фаза с нарушенной киральной симметрией, суть из названия очевидна, то есть здесь конденсат сигма отличен от нуля, а конденсат дельта равен нулю, и фаза с ненулевым сверхпроводящим конденсатом, где конденсат сигма равен нулю, а конденсат дельта отличен от нуля. Основным результатом нашего исследования является то, что увеличение химического потенциала в системе приводит систему в фазу с ненулевым сверхпроводящим конденсатом. На этих картинках видно, что, если система была в сверхпроводящей фазе, то она в ней и остается при увеличении

химического потенциала, если она была в симметричной фазе, то она сразу же переходит в сверхпроводящую фазу, если система находилась в фазе с нарушенной киральной симметрией, то происходит фазовый переход первого рода и также система оказывается в сверхпроводящей фазе. Очевидно, что при увеличении температуры все симметрии модели должны восстановиться, так и происходит. Но отличие $(2+1)$ -мерного случая от $(1+1)$ -мерного случая в том, что вот эта кривая фазового перехода между сверхпроводящей и симметричной фазой ведет себя не таким образом, а вот таким (докладчик показывает указкой на графиках), то есть даже при больших температурах мы всегда можем увеличивать химический потенциал и получить ненулевой сверхпроводящий конденсат.

В диссертации также исследуется данная модель под влиянием внешнего параллельного плоскости системы магнитного поля. То есть, естественно, оно рассматривается как внешний параметр. Лагранжиан этой модели очень похож на то, что я рассказывал раньше. Здесь только вводится дополнительное зеемановское взаимодействие с магнитным полем, соответствующий ню-член, который (ню-параметр) пропорционален параллельному магнитному полю. В этом случае было выяснено, что параллельное магнитное поле также приводит к сверхпроводящей фазе (с ненулевым сверхпроводящим конденсатом) в системе. И оно, в общем, оказывает влияние на систему очень похожим образом, как и химический потенциал. Вот видно, что этот график симметричен относительно замены μ и B (показывает указкой). При увеличении каждого из этих параметров система переходит в сверхпроводящую фазу. Также, при одновременном действии этих двух параметров, было обнаружено, что в системе могут реализовываться две фазы с нарушенной киральной симметрией, которые отличаются просто термодинамическими характеристиками, такими как плотность числа частиц и намагниченность. В одной фазе они равны нулю, а в другой отличны от нуля. Ну и здесь происходит дополнительный фазовый переход (показывает указкой).

В диссертации также была исследована уже обычная модель Гросса-Неве под влиянием внешнего наклонного к плоскости системы магнитного поля. Сейчас я кратко поясню, в чем здесь новизна. До этого исследовалось влияние только перпендикулярной компоненты магнитного поля и было обнаружено, что имеет место так называемый эффект магнитного катализа, который заключается в том, что внешнее магнитное поле приводит к тому, что в системе нарушается киральная симметрия. Но было обнаружено, что, если учесть обе компоненты, то есть рассмотреть произвольно наклонное

магнитное поле, то эффект магнитного катализа наблюдается только при не слишком больших модулях магнитного поля и небольших углах наклона. А при увеличении величины магнитного поля или его наклоне, система переходит в симметричную фазу. Это основной результат этой части исследования. Также был обнаружен интересный эффект, то, что при нулевом химическом потенциале можно наблюдать при малых значениях перпендикулярной компоненты магнитного поля осцилляции намагниченности. Вот здесь показан график намагниченности в зависимости от перпендикулярной компоненты магнитного поля (показывает указкой). Видно, что поведение осциллирующее. Интересно, что такие вещи обычно наблюдаются при ненулевом химическом потенциале, здесь же химический потенциал равен нулю. Здесь же это генерируется наклоном внешнего магнитного поля.

Также в диссертации, как я уже говорил в начале, на первом слайде, была исследована модель Гросса-Неве с одним компактифицированным пространственным измерением. Что было сделано? Рассматривалась модель Гросса-Неве по сути на цилиндре, то есть одно измерение являлось компактифицированным, а внешнее магнитное поле было направлено вдоль оси этого цилиндра. Также, так как одно измерение является компактифицированным, то нужно наложить граничные условия. Вот они были заданы в таком виде (показывает указкой). Альфа равно нулю соответствует периодическим граничным условиям, альфа равна одной второй - антипериодическим. Но могут быть, особенно в графене, другие значения альфа, поэтому мы рассматривали произвольное альфа. При периодических граничных условиях левый график соответствует нулевому магнитному полю, правый - ненулевому (показывает указкой). Более светлая - это фаза с нарушенной киральной симметрией, более темная - фаза с восстановленной киральной симметрией. Здесь, на графике, на этой оси - обратная температура (бета), на другой оси - длина компактифицированного измерения L . Если мы включаем достаточно большое магнитное поле, то симметрия может восстанавливаться при малых L даже при больших бета, то есть при малых температурах, и в принципе даже при нулевых. Также видно, что есть область значений L , где при незначительных изменениях L в системе происходит несколько повторяющихся фазовых переходов из фазы с нарушенной киральной симметрией в фазу с восстановленной киральной симметрией, и наоборот. Такое же поведение сохраняется и при антипериодических граничных условиях, я имею в виду вот эти взаимопереходы между фазами (показывает указкой). Здесь при

антипериодических граничных условиях имеет место такой интересный, ну достаточно, конечно, очевидный факт, что обратная температура и L , то есть длина компактифицированного измерения, влияют на систему практически одинаково. Очевидно, что при антипериодических граничных условиях L по сути становятся второй температурой (эффективно, математически).

Теперь перейдем к основным выводам. Было показано, что в модифицированной модели Гросса-Неве, то есть в модели Ходоса, как химический потенциал, так и параллельное внешнее магнитное поле приводят к тому, что в системе возникает фаза с ненулевым дифермионным конденсатом. Также было исследовано влияние произвольно направленного внешнего магнитного поля и было исследовано, существует ли в этом случае эффект магнитного катализа или нет. Было обнаружено, что он имеет место только при небольших значениях модуля магнитного поля и при небольших наклонах, а при увеличении любых этих параметров никакого эффекта магнитного катализа не наблюдается. Также, как я уже говорил, имеет место эффект осцилляции намагниченности при нулевом химическом потенциале. И еще одним выводом, о котором я уже говорил в конце моего доклада, является то, что в случае компактифицированного измерения есть области радиуса компактифицированного измерения, такие, что при незначительном изменении радиуса компактифицированного измерения происходит несколько последовательных фазовых переходов из фазы с нарушенной киральной симметрией в фазу с восстановленной киральной симметрией. Если рассматривать результаты в контексте приложения к физике конденсированного состояния вещества, (конечно же, учесть, что там есть скорость Ферми, а не скорость света, которая в триста раз меньше), и если проделать все численные оценки для значений магнитного поля, при которых происходят фазовые переходы, то оказывается, что они не такие большие и имеют лабораторные значения. Спасибо за внимание. Вот я кратко постарался изложить.

Зайцев А.М: Спасибо. Есть вопросы к докладчику?

Петров В.А: Все эти фазовые переходы, события, они как бы являются функциями внешних условий: температура, магнитное поле, угол наклона и так далее. Я вот одного не очень понимаю, каким образом извне можно управлять химическим потенциалом, чтобы сделать его нулевым, ненулевым? (С микрофоном) вопрос касается того, как можно управлять химическим потенциалом, с температурой и внешними полями так более-

менее все ясно несведущему человеку, а вот как изменить химический потенциал?

Жохов Р.Н.: Химический потенциал по сути это дополнительная сопряженная переменная для числа частиц, меняя число частиц в системе, если вот вы систему накачиваете, ну как температуру подогреваете, так же можете изменять число частиц.

Петров В.А.: Химический потенциал это, если я добавлю одну частицу, то он мне скажет, насколько изменилась энергия в системе.

Жохов Р.Н.: Да.

Петров В.А.: А сам химический потенциал при этом?

Жохов Р.Н.: Ну непосредственно руками, прибором мы не можем даже померить химический потенциал, нет же прибора, который меряет химический потенциал. Это важный параметр, как обычно делается в статистической физике.

Петров В.А.: Понятно.

Зайцев А.М.: Еще вопросы?

Петров В.А.: Еще один вопрос. Химический потенциал, поскольку входит в Лагранжиан, Гамильтониан и поскольку всегда или во всяком случае часто встает вопрос о перенормировке, тоже является параметром, как и другие параметры в Лагранжиане, и он тоже является объектом для перенормировки?

Жохов Р.Н.: Ну в принципе, да. В нашей работе мы работали, на самом деле я об этом не упоминал, в ведущем порядке $1/N$ разложения. У нас он не перенормировался, то есть достаточно было перенормировать только константу связи.

Петров В.А.: То есть он является в этом смысле инвариантным?

Жохов Р.Н.: Ну да. По крайней мере, в нашем приближении. Если уходить куда-нибудь next to leading order, то может быть, конечно, возможно.

Петров В.А.: Спасибо.

Зайцев А.М.: Вопросы есть? Замечания? Нет. Спасибо. Теперь позвольте предоставить слово научному руководителю Константину Григорьевичу Клименко.

Клименко К.Г.: зачитывает отзыв научного руководителя.

Я стал научным руководителем Жохова Романа Николаевича после того, как он закончил в 2012 году обучение на кафедре теоретической физики физфака МГУ и успешно выдержал вступительные экзамены в аспирантуру ИФВЭ. За четыре года учебы в аспирантуре Роман в совершенстве овладел как современным математическим аппаратом теоретической физики, так и методами численных расчетов на компьютере. Будучи по совместительству младшим научным сотрудником теоретического отдела ИФВЭ, Роман проявил себя как высококвалифицированный и инициативный специалист с широким научным кругозором, способный самостоятельно ставить и решать различные теоретические задачи. В настоящее время сфера его научных интересов тесно связана с квантовыми теориями поля, находящимися под влиянием различных внешних условий, таких как температура, магнитные поля и т.д. В перспективе это направление исследований предоставляет ему возможность заниматься теоретическими вопросами физики ион-ионных столкновений, кварк-глюонной плазмы, космологии. За время работы в ОТФ ИФВЭ Романом Николаевичем в соавторстве опубликовано четыре научных работы. Две из них в "Physical Review D", одна в "Modern Phys Letters" и одна в "Вестнике Московского университета", все журналы из списка ВАК. В подготовку этих работ он внес существенный, если не основной, вклад. Именно на основе этих работ Жоховым и была написана кандидатская диссертация, которая выполнена на стыке таких областей науки, как квантовая теория поля и физика конденсированного состояния вещества. Дело в том, что диссертация посвящена влиянию таких внешних факторов, как температура, магнитные поля и т. д. на фазовые превращения в планарных теориях поля с четырехфермионным взаимодействием. В настоящее время принято считать, что такие теоретико-полевые модели эффективно описывают низкоэнергетические физические процессы в материалах с планарной кристаллической структурой: высокотемпературные купратные и керамические сверхпроводники, графен, и т. д. К наиболее интересным наблюдаемым явлениям, которые предсказываются в диссертации, я бы отнес, во-первых, эффект осцилляций намагниченности, появляющийся в планарной системе с изменением наклона внешнего магнитного поля даже при нулевом химическом потенциале. Во-вторых, это возможность фазового перехода системы из диамагнитного в парамагнитное состояние также при изменении наклона или величины магнитного поля. В-третьих, рост параллельного плоскости системы магнитного поля может привести к появлению парамагнитной сверхпроводимости. Результаты диссертации своевременно опубликованы в журналах, докладывались на международных и всероссийских конференциях и семинарах. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, которые предъявляются ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор, несомненно, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Зайцев А.М.: Спасибо. Теперь мы должны перейти оглашению заключения организации, где выполнялась работа, отзыву ведущей организации и отзывам, поступившем на диссертацию.

Рябов Ю. Г.: Заключение нашей организации ИФВЭ, в которой была выполнена работа, было принято на заседании научного семинара отдела теоретической физики, на котором присутствовало 18 научных сотрудников, из них 14 докторов и 4 кандидата физико-математических наук. Результаты голосования: «за» - 18 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел.

По итогам обсуждения принято следующее заключение: Работа Жохова рассматривает влияние внешних условий, таких как температура, химический потенциал, внешнее магнитное поле, на фазовые переходы в (2+1)-мерной модели Гросса-Неве и модели Ходоса. Модель Ходоса обобщена на случай (2+1)-мерного пространства-времени. В рамках (2+1)-мерной модели Гросса-Неве с учетом спина электрона рассмотрено влияние на систему внешнего произвольно наклонного магнитного поля.

Актуальность темы диссертации обусловлена возможностью применения квантово-полевых низкоразмерных теорий поля к изучению планарных систем физики конденсированного состояния вещества, в частности графена. Важными результатами диссертационной работы... Здесь идет перечисление результатов, о которых нам соискатель говорил. Основные результаты работы опубликованы в ведущих научных изданиях и представлены на авторитетных международных конференциях. Результаты работы Жохова представляют интерес как для теоретиков, так и для экспериментаторов, работающих на стыке квантовой теории поля и физики конденсированного состояния вещества. Результаты работы могут быть использованы для изучения планарных систем физики конденсированного состояния вещества. Диссертация Жохова Романа Николаевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

Ведущая организация, которой является Московский Государственный Университет, дала положительное заключение на диссертацию Романа Николаевича Жохова.

На первых трех страницах перечисляется содержание диссертации.

Далее идет Заключительная часть:

Диссертация не лишена недостатков. Например, иногда одни и те же физические величины в разных главах обозначаются по-разному. Так, в третьей и пятой главах химические потенциалы фермионов с противоположными проекциями спина почему-то обозначаются одной и той же буквой с разными индексами. То же самое происходит с термодинамическим потенциалом, в выражение для которого в одних главах множитель числа цветов N включен, а в других отсутствует. К недостаткам можно также отнести отсутствие подробного обсуждения уравнения Дирака в трехмерном пространстве-времени, которое постоянно используется в работе. В приложении автор приводит только вид матриц Дирака для трехмерного пространства, хотя было бы полезно обсудить свойства этого уравнения более подробно.

Однако, сделанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и никак не влияют на основные выводы и значимость полученных результатов.

Диссертация Жохова Романа Николаевича "Фазовые переходы под влиянием внешних условий в низкоразмерных моделях теории поля" полностью соответствует предъявляемым к кандидатским диссертациям требованиям "Положения о присуждении ученых степеней", а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация обсуждена и одобрена на семинаре Отдела теоретической физики высоких энергий НИИЯФ МГУ 21 октября 2015 г.

И подпись соответствующая.

Зайцев А.М.: Спасибо. Так, Вы хотите что-нибудь ответить?

Жохов Р.Н.: Замечания все понятны.

Зайцев А.М.: На замечание по поводу Дирака?

Жохов Р.Н.: Ну да, у меня есть приложение, где приводятся гамма матрицы, но можно было подробнее обсудить какие-то еще вещи, чтобы было удобнее.

Зайцев А.М.: А с обозначениями то что?

Жохов Р.Н.: С обозначениями да. В одном месте используется $\mu_{1,2}$, в другом - стрелочки вверх, вниз. Разные, да неудобно. Согласен с замечаниями.

Зайцев А.М.: Спасибо. Да, дальше перейдем к официальным оппонентам. Слово предоставляется Андрею Борисовичу Арбузову.

Арбузов А.Б.: Уважаемые коллеги. Я, можно сказать, с удовольствием ознакомился, изучил диссертацию Романа Жохова. И с вашего позволения я скажу об актуальности, о том, что мне понравилось и потом буквально зачитаю те замечания, которые я вынес в отзыв.

На мой взгляд, диссертация, действительно, актуальна, поскольку современные исследования в области физики твердого тела для низкоразмерных систем имеют огромный прогресс в настоящее время и результаты диссертации явно интересны и могут найти там приложение. Более того, возможна обратная задача. Химики сейчас умеют по заказу делать такие материалы, которые будут по сути воспроизводить тот Лагранжиан, который мы им напишем, и, возможно, ну естественно в каких-то пределах, те Лагранжианы, которые использовались в диссертации, тоже могут быть реализованы в виде каких-то специфических химических соединений, естественно, в первую очередь речь идет о высокотемпературных сверхпроводниках, но возможны и другие. Приложения к графену и наносоединениям на основе графена также, естественно, интересны. Второе основное направление значимости приложений диссертации это, конечно, фазовые переходы в реальных системах квантовой хромодинамики, то есть при столкновении тяжелых ионов, возможно в ранних стадиях вселенной. Там, конечно, системы не $(2+1)$ не $(1+1)$, но подобие наблюдается. И мы пока не знаем, как происходят фазовые переходы в квантовой хромодинамике, и нам надо готовиться, разрабатывать разные сценарии, и вот какие-то сценарии фазовых переходов при температуре, при химическом потенциале, при магнитном поле, что также важно для столкновения тяжелых ионов, в диссертации исследовано. Поэтому актуальность не вызывает сомнений.

Также сразу скажу, у меня не вызывает сомнений личный вклад соискателя. Теперь, что мне в первую очередь понравилось: во-первых, она, действительно, объединена одной темой, т. е. тематика эта не надергана из совершенно разных областей, а тематика выдержана, исследуется единым методом фазовая структура моделей с разными типами четырехфермионных взаимодействий. Ну, тут надо заметить, что эта тематика старая, с работ тех же Намбу и Йона-Лазинио, которые упоминаются в диссертации. Также известная модель Гросса-Неве и другие модели. Много групп ученых занимаются этими моделями, но диссертантом, очевидно, получены новые результаты в этой области, т. е. найдены, может быть, какие-то специфические случаи, но они, действительно, реальные случаи, когда получены новые результаты в конкретных моделях и эти результаты

признаны сообществом и хорошо опубликованы. Значит, мне понравилось то, как написана диссертация, в плане языка, в плане деталей, т.е. достаточно подробно приведены детали, можно было проследить, как формулы выводятся, и что-то есть в приложении.

Перейду к своим замечаниям:

1) При чтении я обнаружил лишь незначительное число опечаток, но одна из них сделана в имени соавтора микроскопического подхода к описанию сверхпроводимости — в фамилии «Шриффер» пропущена буква «р». Эта же досадная опечатка присутствует и в автореферате. Аналогично, заслуживает упоминания неправильная постановка апострофа в имени другого нобелевского лауреата — Джерарда 'т Хоофта.

2) В ряде случаев в рассматриваемых моделях осуществлялся переход к пределу бесконечно большого числа ароматов фермионов N . При этом практически не обсуждается, чему такое приближение соответствует в реальных случаях (то есть, например, графен, КХД, купраты и тому подобное).

3) К достоинствам диссертации можно отнести аккуратное использование научной терминологии, но в некоторых случаях автор допустил использование жаргона, например, термин «сверхпроводящая щель» в подписи к Рис.2.3. Отступаясь, скажу, конечно, что сверхпроводящая не щель, а щель появляется при фазовом переходе в сверхпроводящее состояние.

4) В Главе 3 утверждается, что сколь угодно малое продольное магнитное поле (при $g_1 > 0$ и $g_2 > 0$) переводит систему в сверхпроводящую фазу. Хотелось бы узнать об устойчивости данного перехода по отношению к малым возмущениям других параметров системы.

5) В диссертации по делу цитируется большое количество литературы, однако, как ни странно, отсутствуют ссылки на некоторые основополагающие работы, например, касательно явления размерной трансмутации, а также — предела 'т Хоофта в КХД.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации, которая является законченной научно-исследовательской работой, в которой автор внес существенный вклад в исследование $(2+1)$ -мерных теорий поля. Все результаты являются оригинальными и достоверными, получены с помощью хорошо известных и опробованных методов квантовой теории

поля. Результаты диссертации своевременно опубликованы в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК, известны специалистам и неоднократно докладывались на международных конференциях. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать, что диссертация Романа Николаевича Жохова "Фазовые переходы под влиянием внешних условий в низкоразмерных моделях теории поля" отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

Зайцев А.М.: Спасибо. У Вас есть, что сказать по поводу замечаний?

Жохов Р.Н.: Все замечания правильные и справедливые. Несколько слов можно сказать по поводу замечания о пределе большого N . Во-первых, можно работать в приближении среднего поля, но тогда все не так строго математически и нужно приводить какие-то физические соображения, а в пределе больших N все абсолютно строго. Также, если рассматривать для каких-то конденсированных сред, то можно рассматривать N как число слабосвязанных слоев и тогда можно N устремить к большому числу. Ну, в принципе, да, это такой момент тонкий и недостаточно обоснованный, я согласен. Также я согласен с другими замечаниями.

Зайцев А.М.: Спасибо. Далее позвольте зачитать отзыв Павла Алексеевича Эминова. Он по уважительной причине отсутствует.

Рябов Ю. Г.: Положительный отзыв на диссертацию Романа Николаевича.

Первые две страницы занимает краткое содержание диссертации.

Последняя значимая страница, несущая информацию.

В диссертации приведено много графического материала для анализа фазового портрета исследуемых систем.

В качестве замечания к диссертации можно отметить следующее: В некоторых местах диссертации используются разные обозначения для одних и тех же величин.

Это замечание не умаляет научной ценности полученных автором результатов и не снижает общую высокую оценку диссертации.

Совокупность исследований, проведенных и представленных в диссертации,

можно квалифицировать как новое законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать, что диссертация Романа Николаевича Жохова "Фазовые переходы под влиянием внешних условий в низкоразмерных моделях теории поля" отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Жохов Роман Николаевич, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Подпись.

Зайцев А.М.: Спасибо Юрий Григорьевич. На замечание по поводу обозначений Вы уже отвечали.

Жохов Р.Н.: Да.

Зайцев А.М.: Хорошо, далее перейдем к дискуссии. Есть общие высказывания на эту тему, рассуждения, замечания по поводу важности темы, значения, уровня, достоинства, недостатки. Я по-другому задам вопрос: в отделе теоретической физики обсуждалась эта работа?

Петров В.А.: Да, работа обсуждалась. Отношение к ней очень положительное. Поскольку это совершенно новая тема, он лично внес достаточно существенный вклад, чтобы квалифицированно ознакомить нас, работающих в самых разных областях теоретической физики, с этой тематикой, и он регулярно держит нас в курсе этого нового направления

Зайцев А.М.: Спасибо. Давайте перейдем к следующему пункту, а именно, к заключительному слову.

Жохов Р.Н.: Да, я, во-первых, очень благодарен своему научному руководителю Клименко Константину Григорьевичу, без которого диссертация была бы невозможна.

Также хочу поблагодарить всех коллег из теоретического отдела, вообще в целом теоретический отдел и его руководителя, с которыми я обсуждал на семинаре разные научные вопросы, за хорошую атмосферу, за отличные условия для работы, за возможность посещения конференции, на которой я был и докладывал результаты. Всем спасибо.

Зайцев А.М.: Спасибо. Так, давайте выберем счетную комиссию. Предлагаются Сенько Владимир Александрович, Ткаченко Леонид Михайлович, Зайцев Юрий Михайлович.

Переходим к голосованию.

Объявляется перерыв для проведения тайного голосования.

После перерыва.

Зайцев А.М.: Слово председателю счетной комиссии, который огласит результаты.

Сенько В.А.: Состав счетной комиссии: Зайцев, Ткаченко, Сенько.

Присутствовало на заседании 21 член совета, из них докторов наук по профилю специальности диссертации - 7, роздано было бюллетеней - 21, осталось не розданных бюллетеней - 1, в урне оказалось - 21.

Результаты голосования: "за" - 21, "против" - 0. недействительных - 0.

Зайцев А.М.: Спасибо. Есть замечания к протоколу? Нет. Ну тогда позвольте поздравить коллегу с успешной защитой диссертации.

Протокол счетной комиссии мы должны утвердить открытым голосованием. Кто "за", "против"? Воздержавшихся нет. **Протокол утвержден единогласно.**

Мы должны обсудить проект заключения о научном значении диссертации. Этот проект разложен у вас на столах. И мы должны открытым голосованием утвердить этот проект с учетом замечаний. Кто "за"? Кто против? Воздержавшиеся? **Заключение принято единогласно.**

Спасибо. Тогда, будем считать наше заседание законченным. Поздравляю еще раз и желаю всяческих успехов.

Председатель
Диссертационного совета
доктор физико-математических наук,
профессор



Н.Е. Гюрийн



Ученый секретарь
Диссертационного совета
кандидат физико-
математических наук



Ю.Г. Рябов