

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертацию **Расковалова Антона Александровича**,
“НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ В МАГНЕТИКАХ СО СПИРАЛЬНОЙ И
ПОЛОСОВОЙ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ”, представленную в диссертационный совет
24.2.431.01 в Челябинском государственном университете на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика

Я познакомился с Расковаловым Антоном Александровичем около 20-ти лет назад. Тогда он заметно выделялся из студентов кафедры физики и прикладной математики УрФУ сочетанием аналитических способностей с желанием активно работать в области теоретической и математической физики, и я предоставил ему такую возможность. В наших первых совместных работах (2010-2012 гг.) было проанализировано взаимодействие солитонов с бегущей волны прецессии в ферромагнетике, когда взаимосвязь солитонов с фоном не малой амплитуды нельзя исследовать пертурбативными методами. На основе этих результатов в 2012 г. студент, а затем и аспирант, А.А. Расковалов успешно и досрочно защитил кандидатскую диссертацию.

За время работы в Институте физики металлов (2012-2025 гг.) им выполнен цикл работ, который лег в основу его докторской диссертации. Расковаловым А.А. проведено успешное исследование нелинейной динамики спиральных структур магнетиков и мультиферроиков в рамках универсальной модели sine-Gordon . Осуществлены теоретическое описание и анализ солитонов, сильно связанных с доменной структурой легкоосного ферромагнетика в рамках модели Ландау – Лифшица, а также изучены возможности генерирования в доменной структуре солитонов с требуемыми свойствами. На основе проведенного анализа решена задача аналитического описания солитонов в доменной структуре двухосного ферромагнетика в физически выделенном случае, когда доменная структура устойчива относительно малых возмущений. Указанные задачи объединены общей техникой исследования: методом обратной задачи рассеяния – наиболее развитым из методов современной математической физики.

Кроме того, Расковаловым А.А. исследовано взаимодействие солитонов легкоплоскостного ферромагнетика с однородным основным состоянием с границей образца. Эта задача представляется особенно актуальной в силу того, что ее результаты могут быть использованы для планирования и постановки эксперимента по отражению солитонов от границы. Ее решение оказалось возможным благодаря удачному применению метода обратной задачи рассеяния в совокупности с “методом изображений”, обычно используемым при решении краевых задач электростатики.

Решение упомянутых выше задач в совокупности представляет существенно достижение в области исследования квазиодномерных магнитных солитонов в интегрируемых моделях. За годы работы Расковалов А.А. вырос в сложившегося специалиста, проявившего интерес к областям нелинейной физики, требующим упорного труда, высокой квалификации и большой внутренней работы.

Наличие сильно нелинейного периодического фонового состояния среды существенно осложняет построение требуемых решений даже в случаях интегрируемых уравнений. Из-за наличия периодической доменной структуры лежащая в основе метода задача Римана решается не в комплексной плоскости спектрального параметра, а на римановой поверхности, топологически эквивалентной тору, и отличается от таковой для солитонов на однородном фоне. У матричных функций задачи Римана появляются дополнительные «блоховские» множители при сдвигах на периоды по спектральному параметру и пространственной координате. Получаемые в итоге солитоны выражаются в терминах хорошо изученных эллиптических функций, а потому допускают подробный анализ. Однако, следует отметить, что в справочниках по эллиптическим функциям зачастую нет готовых формул, а потому автору диссертации приходилось самостоятельно

получать сложную сеть вспомогательных тождеств – свою для каждой задачи, – и только потом на ее основе переходить к окончательному решению и анализу результатов.

Среди полученных в диссертации результатов особенно стоит отметить следующие:

1. В спиральных (полосовых доменных) структурах солитоны являются не только зародышами перемagnetичивания материала, но служат и элементарными переносчиками макроскопических сдвигов полосовой структуры. Образование, движение и упругие столкновения солитонов сопровождаются трансляциями доменной структуры. В отличие от случая дислокаций в кристаллах, сдвиг полосовых доменов, вызванный солитонами, не зависит от периода доменной структуры, а определяется исключительно строением ядер солитонов.

2. Солитон неотделим от доменной структуры. Пульсации его ядра вызывают локализованные на солитоне малоамплитудные колебания соседних доменных границ структуры, которые могут захватывать несколько доменов. «Разрушение» солитонов в полосовой структуре легкоосного ферромагнетика может сопровождаться возвратно поступательными перемещениями небольшой группы доменных границ вдоль структуры вместе с вращениями намагниченности в нескольких соседних доменах. Такие возбуждения являются магнитными аналогами «солитонов Кузнецова – Ма» и «солитонов Перегринна» над неустойчивыми состояниями в оптоволокнах или водных бассейнах.

3. В диссертационной работе убедительно показано, что даже при наличии неоднородного сильно нелинейного основного состояния среды существует замечательное разделение переменных, при котором энергия и другие интегралы движения любого локализованного распределения намагниченности в спиральной или доменной структуре записываются в виде сумм независимых вкладов от солитонов и диспергирующих волн.

Результаты работ Расковалова А.А. опубликованы в высокорейтинговых российских и международных журналах, включенных в перечень ВАК и входящих в базы данных Web of Science и Scopus, материалы обсуждались на международных и всероссийских конференциях. Положения диссертации, вынесенные на защиту, представляют существенный вклад в область теоретической физики. Работа Расковалова А.А. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора наук. Полагаю, что диссертант заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Доктор физико-математических наук
главный научный сотрудник сектора теории нелинейных явлений
лаборатории квантовой теории конденсированного состояния
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института физики металлов имени М.Н. Михеева
Уральского отделения Российской академии наук (ИФМ УрО РАН)

ВК

Киселев Владимир Валерьевич

620137, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 18, ИФМ УрО РАН.
kiseliev@imp.uran.ru

