ОТЗЫВ

Научного руководителя Д. В. Быкова
на диссертацию Кривороля Вячеслава Александровича
“ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИГМА–МОДЕЛЕЙ”
представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.3 – теоретическая физика

Диссертационная работа посвящена исследованию двумерных и одномерных сигма-моделей с комплексными однородными таргет-пространствами. В частности, в работе представлены альтернативные формулировки (в терминах моделей типа Гросса–Невё или спиновых цепочек) для некоторых сигма-моделей. Существование таких формулировок следует из геометрии специальных таргет-пространств.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и трёх приложений. В главе 1 рассматривается построение квазилинейной формулировки первого порядка (или формулировки Гросса–Невё) для сигма-моделей с таргет-пространствами в виде комплексных (унитарных, ортогональных и симплектических) грассманианов, наделённых так называемой нормальной метрикой и B-полем, построенным по фундаментальной эрмитовой форме этой метрики. Существование такой формулировки с геометрической точки зрения связано с тем, что тотальные пространства кокасательных расслоений над указанными грассманианами являются колчанными многообразиями, то есть могут быть получены как симплектические факторы векторных пространств по действию некоторой матричной (калибровочной) группы. Данная формулировка характеризуется тем, что в ней соответствующие сигма-модели имеют конечное число вершин взаимодействия, что существенно упрощает пертурбативные расчёты. В диссертации этот факт подтверждается вычислением однопетлевой бета-функции.

Вторая глава посвящена N = (2,2) суперсимметричному обобщению квазилинейных формулировок сигма-моделей грассманианов из главы 1. Поскольку нормальная метрика является кэлеровой только для симметрических пространств, такое обобщение построено для всех унитарных грассманианов, а также для минимальных и максимальных ортогональных и максимальных симплектических грассманианов. Этими случаями исчерпываются все эрмитовы симметрические пространства компактных классических групп Ли. Кроме того, для максимальных ортогональных грассманианов, касательное расслоение которых наиболее просто выражается через тавтологическое, построена ещё одна N = (2,2) суперсимметричная формулировка. В ней геометрия фермионных степеней свободы (которые, как известно из теории суперсимметричных сигма-моделей, принимают значения именно в (ко)касательном расслоении) проявляется в явном виде.

В третьей главе рассматривается представление одномерных N = 2 и N = 4 суперсимметричных сигма-моделей с таргет-пространством в виде сферы как предела бесконечного спина некоторых суперсимметричных обобщений двухузловой SU(2)

спиновой цепочки типа XXX. Данное построение не только открывает возможность обобщения на более широкие классы таргет-пространств, где предложенная техника даёт конкретные вычислительные преимущества, но и представляет собой новый пример проявления суперсимметрии в спиновых цепочках, ранее неизвестный. Более того, построенные суперсимметричные спиновые цепочки интересны и с точки зрения самой теории суперсимметрии, поскольку их конструкция использует малоизвестные нелинейные киральные мультиплеты, построенные с помощью некоторых плоских суперсвязностей.

Положения, выносимые В. А. Криворолем на защиту, являются новыми и представляют несомненный интерес для специалистов в области сигма-моделей и суперсимметрии. Все результаты, представленные в диссертации, получены лично автором или при его непосредственном участии. Публикации по теме диссертации включают 4 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в список ВАК и белый список, а также в базы Web of Science и/или Scopus. Результаты диссертации неоднократно докладывались на различных российских и международных конференциях, воркшопах и семинарах, в том числе на следующих: Student Workshop on Integrability (Амстердам, Нидерланды); конференции ОИЯИ «Supersymmetries and Quantum Symmetries», «Problems of Modern Mathematical Physics» и «Advances in Quantum Field Theory» (Дубна); конференции СПбГУ и Математического института имени Эйлера «Models in Quantum Field Theory» и «Integrable Systems and Quantum Theory» (Санкт-Петербург); конференция Института математики имени С. Л. Соболева «Механика, геометрия, интегрируемость» (Новосибирск); международная конференция «Fields and Strings 2025»; семинар отдела теоретической физики МИАН, семинары теоретической группы Лаборатории физики высоких энергий МФТИ, а также семинары Пекинского Института Математических Наук и Приложений (BIMSA) и Математического Научного Центра Яу Университета Цинхуа (Китай).

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Кривороль Вячеслав Александрович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – «теоретическая физика».

Научный руководитель
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник отдела теоретической физики
ФГБУН Математический институт им. В.А. Стеклова РАН
Быков Дмитрий Владимирович
Адрес: 119333, Москва, ул. Губкина, д. 8
Телефон: 89037330797
email: bykov@mi-ras.ru

29 апреля 2026 г.

Подпись Быкова Д. В. заверяю:
Зав. отделом кадров О. Г. Усачева

