

Основным предметом моей Научно-квалификационной работы является изучение интегрируемых структур и их приложений в теории струн. Работа состоит из двух примерно одинаковых по размеру частей. Первая часть рассматривает приложения топологической теории струн для изучения эффективной теории, компактифицированной на многообразии Калаби Яу. Во второй части изучаются интегрируемые деформации нелинейных сигма моделей, который могут иметь применение в AdS/CFT соответствии.

Как хорошо известно, критическая размерность суперструн равна 10. В связи с этим для того, чтобы связать теорию струн с экспериментом необходимо её компактифицировать, т.е. 6 из 10 измерений должны быть достаточно малы и ненаблюдаемы. Математически это означает, что мы должны найти решение теории струн имеющее вид $R^{1,3} \times M_6$. Помимо этого мы наложим дополнительное условие низкоэнергетической суперсимметрии. Прямое вычисление показывает, что в отсутствие материи и в приближении супергравитации, M_6 должно быть многообразием Калаби-Яу.

Оказывается, что из-за наличия суперсимметрии низкоэнергетическое эффективное приближение во многом определяется топологическими свойствами многообразия Калаби-Яу, а не дифференциальными. В частности, для вычисления эффективного действия не требуется знать метрику на Калаби-Яу, а достаточно знать только некоторую топологическую информацию (и комплексную структуру), такую как числа Ходжа и числа пересечений циклов.

Выше сказано относится к таргет-пространству. С точки зрения мирового листа низкоэнергетическое действие определяется свойствами не всей конформной теории, а только ее подсектора[3]. С помощью так называемого твиста Виттена $N=2$ суперконформная теория на мировом листе редуцируется на этот сектор и становится топологической. А свойство Юкавовских констант в таргет-пространстве определяются киральным кольцом этой топологической теории. Корреляционные функции топологической теории задают на пространстве модулей структуру фробениусового многообразия. Одно из свойств фробениусового многообразия это плоскость его метрики. Однако естественные координаты на нем, получаемые из физических соображений, отличаются от плоских координат. В связи с этим возникает проблема нахождения плоских координат, которая является основной частью решения топологической теории.

Недавно Белавиным и др. был предложен новый метод нахождения плоских координат, использующий свойства фробениусового многообразия и осцилляторные интегралы. Однако, данный метод не было строго доказан и является скорее гипотезой. Одной из целей моей работы [2] была проверка этого метода на примере модели Казама-Сузыки $SU(3)_4$. Важным свойством данной модели является наличие в ней иррелевантного оператора. Я вычислил плоские координаты в этой модели (точнее первые несколько членов его разложения по маргинальному и иррелевантному возмущению), используя два способа. Один прямой, используя аксиомы фробениусового многообразия, второй с помощью гипотезы через осцилляторные интегралы. В результаты ответы в точности совпадают, если наложить одно дополнительное условие.

Во второй части работы изучаются деформированные сигма модели. В частности мы предложили дуальное описание к этим моделям, дающие описание теории в сильной связи.

Дуальная теорию удобно понимать как некоторое обобщение моделей Тоды. А именно рассматривается некоторый набор свободных бозонных полей и на этот набор накладывается

дополнительное условие коммутации со скринингами, которые задаются экспонентами свободных полей с произвольными коэффициентами. Далее мы будем искать среди этих теории интегрируемые теории. Это накладывает множество ограничений на скрининги. Решения существуют только для очень специальных наборов. Один из таких наборов связан с классическими алгебрами Ли, и соответствует моделям Тоды. Однако помимо этого существуют и другие решения, которые, в некотором смысле, связаны с супералгебрами Ли и являются чисто квантовыми. Одним из результатов работы[1] была классификация всех таких теорий со токами спина 3.

Кроме этого мы нашли, что существует теория обладающая $O(N)$ симметрией, в которых первый интеграл движения имеет ток спина 4. Теория рассеяния частиц этой теории задается тригонометрической деформацией $O(N)$ R-матрицы. Оказывается, что той же S-матрицей также описывается рассеяние частиц сигма-модели на деформированной сфере. Поэтому естественно попытаться найти некоторую дуальность между этими теориями.

Со стороны модели Тоды связь с сигма-моделью можно увидеть, заметив, что ток спина 4 коммутирует не только со экспоненциальными скринингами, но и со скринингами с предэкспонентами. Используя аналогию с теорией струн, где вертексные операторы с предэкспонентами отвечают гравитонам, можно попробовать найти нелинейное возмущение отвечающие эти скринингам (которые отвечают первому линейному члену этого возмущения). Технически это отвечает доопределению неперенормируемой теории до перенормированной специальными выбором неперенормируемых членов. Это можно сделать в этом случае и результирующая теории в действительности является деформированной сигма моделью. Это один из наших основных результатов[4].

Резюмируя, в моей НКР я изучил применения теории интегрируемых моделей для изучения теории струн. Теория струн является крайне сложной теорией и любые точно решаемые модели могут пролить свет на её физику.

Литература

1. A. Litvinov, L. Spodyneiko, *On W algebras commuting with a set of screenings*, *J. High Energy Phys.*, 1611, 138 (2016); arXiv:[1609.06271](https://arxiv.org/abs/1609.06271), WoS: [000388988600004](https://www.wos.org/wos/record.do?doi=000388988600004), Scopus: [2-s2.0-84996836494](https://www.scopus.com/record/display.url?doi=2-s2.0-84996836494).
2. A. Belavin, L. Spodyneiko, *Flat structures on Frobenius Manifolds in the case of irrelevant deformations*, *J. Phys. A* 49, 495401 (2016); arXiv:[1608.02284](https://arxiv.org/abs/1608.02284), WoS: [000388726100001](https://www.wos.org/wos/record.do?doi=000388726100001), Scopus: [2-s2.0-84999663752](https://www.scopus.com/record/display.url?doi=2-s2.0-84999663752).
3. А.А. Белавин, Л.А. Сподынейко, *Пространственно-временная суперсимметрия в десятимерной теории струн в подходе Геннера*, *ТМФ*, [185\(2\), 329-345](https://www.tmf.ru/issue/185(2)/329-345) (2015) [A.A. Belavin, L.A. Spodyneiko, *Gepner approach to*

space–time supersymmetry in ten-dimensional string theory, [Theor. Math. Phys.](#), 185(2), 1649–1664 (2015)], WoS: [000366113400006](#), Scopus: [2-s2.0-84949220667](#).

4. A. V. Litvinov, L. A. Spodyneiko, On dual description of the deformed $O(N)$ sigma model, готовится к публикации.