

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. В. А. Стеклова РАН
STEKLOV MATHEMATICAL INSTITUTE
of the Russian Academy of Sciences

119991, Москва, ул. Губкина, д. 8. Тел.: (499) 135-22-91. Факс: (499) 135-05-55
8 Gubkina, Moscow, Russia, 119991. Tel.: (499) 135-22-91. Fax: (499) 135-05-55
E-mail: steklov@mi.ras.ru <http://www.mi.ras.ru>

№ 11102-

Отзыв ведущей организации на диссертацию
Зенкевича Егора Андреевича

Спектральная дуальность в калибровочных теориях, конформных
теориях поля и интегрируемых системах,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

«ОТЗЫВ УТВЕРЖДАЮ»
Директора Математического
Института им. В.А. Стеклова
доктор физ.- мат. наук
член-корреспондент РАН

Д.О. Орлов

03 декабря 2015г.

Исследование дуальностей между различными теориями представляет собой, по-видимому, одно из основных направлений развития современной теоретической физики. Работа диссертанта посвящена исследованию примеров дуальности специального типа, в которой константы связи двух теорий не обязательно находятся в обратной зависимости друг от друга. Это оказывается весьма существенным обстоятельством, обеспечивающим возможность произвести вычисления на обеих сторонах соответствия, проверить и во многих случаях строго доказать связь между двумя системами. Работа посвящена исследованию связей между суперсимметричными калибровочными теориями и двумерными конформными теориями поля, поскольку они нетривиальны, но при этом для многих наблюдаемых известны точные ответы, содержащие как пертурбатив-

ные, так и непертурбативные вклады. Также, в этот подход естественным образом вплетаются интегрируемые системы, которые связаны с описанием некоторых наблюдаемых, как в калибровочных теориях, так и в двумерных конформных теориях поля.

Основное направление исследования – это $N = 2$ суперсимметричные калибровочные теории, связанные с классическими интегрируемыми системами Зайберга–Виттена. В диссертации получено и исследовано пертурбативное решение уравнения Бакстера для XXX спиновой цепочки Гейзенберга с N узлами. В первых нескольких порядках разложения по константе связи и квазиклассического разложения проверено, что периоды решения воспроизводят инстантонные поправки к препотенциалу $N = 2$ суперсимметричной калибровочной теории с калибровочной группой $SU(N)$ и $2N$ гипермультиплетами в фундаментальном представлении. Для $N = 2$ совпадение также проверено для пертурбативной части во всех порядках квазиклассического разложения. Для $gl(K)$ XXX спиновой цепочки Гейзенберга с N узлами доказана ее точная эквивалентность (спектральная дуальность) редуцированной модели Годена с алгеброй $gl(N)$ и $K + 2$ отмеченными точками на сфере как в классическом, так и в квантовом случае. Выяснена связь между параметрами дуальных систем.

К другим важным результатам работы относится доказательство спектральной дуальности между $gl(K)$ XXZ спиновой цепочкой с N узлами и $gl(N)$ XXZ спиновой цепочкой с K узлами в классическом пределе. Выведено новое выражение для квантовых гамильтонианов тригонометрической модели Годена. Доказаны тождества нормального упорядочения для производящих операторов квантовых гамильтонианов XXX цепочек и тригонометрических моделей Годена. Доказана точная эквивалентность между тригонометрической и редуцированными моделями Годена. Получены выражения для обобщенных полиномов Макдональда. Выведены петлевые уравнения для q -деформированного β -ансамбля. Вычислены средние от нескольких низших обобщенных полиномов Макдональда. Проверено, что средние воспроизводят пятимерные функции Некрасова для группы $SU(2)$. Доказана спектральная дуальность для четырехточечных конформных блоков q -деформированной алгебры Вирасоро, а также для функций Некрасова для группы $SU(2)$. Выяснена связь между частями q -деформированного конформного блока и элементами частями статсуммы топологических струн на торическом многообразии Калаби-Яу.

Все результаты диссертации новы и интересны и уже получили признание международного научного сообщества. Они прошли всестороннюю апробацию в виде докладов на многочисленных представительных научных форумах, включая международные конференции Кварки-12 и Кварки-14 и доклад на семинаре Отдела Теоретической Физики МИАН. Все результаты, выносимые на защиту, своевременно опубликованы в престижных научных журналах. Результаты работы имеют существенное практическое значение для теоретических исследований дуальностей в суперсимметричных калибровочных теориях, проводящихся в ИИИ РАН, МИАН, ИТЭФ, Математическом Факультете ВШЭ, ОИЯИ и ФИАН. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Работа написана достаточно прозрачным языком, насколько это возможно в представляемой технически и концептуально сложной области современного знания. Многочисленные опечатки не снижают общего высокого впечатления, оставляемого представленным на защиту текстом. В заключение следует отметить, что диссертационная работа полностью отвечает всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней , утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №. 842, а сам автор, Зенкевич Егор Андреевич, заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико - математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании отдела теоретической физики Математического института им. В.А. Стеклова РАН 2 декабря 2015 года.

Отзыв составил
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
отдела теоретической физики МИАН

А.К. Погребков

Зав. отделом теоретической физики МИАН,
доктор физико-математических наук,
академик РАН

А.А. Славнов

Данные об организации

1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Математический институт им. В.А.Стеклова Российской академии наук

2) Москва

3) 119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8, +7 (495) 984 81 41, steklov@mi.ras.ru, <http://www.mi.ras.ru>

4) Список основных публикаций работников ведущей организации по тематике диссертации в рецензируемых журналах за последние 5 лет:

1. J. E. Andersen, L. O. Chekhov, P. Norbury, R. C. Penner, Models of discretized moduli spaces, cohomological field theories, and Gaussian means // *J. Geom. Phys.*, 98 (2015), 312–339
2. A. Zabrodin, A. Zotov, Classical-quantum correspondence and functional relations for Painlevé equations // *Constr. Approx.*, 41:3 (2015), 385–423
3. N. A. Slavnov, Scalar products in $GL(3)$ -based models with trigonometric R-matrix. Determinant representation // *J. Stat. Mech. Theory Exp.*, 2015, no. 03, P03019
4. G. Aminov, H. W. Braden, A. Mironov, A. Morozov, A. Zotov, Seiberg-Witten curves and double-elliptic integrable systems // *JHEP*, 01 (2015), 033
5. Zengo Tsuboi, Anton Zabrodin, Andrei Zotov, Supersymmetric quantum spin chains and classical integrable systems // *JHEP*, 05 (2015), 086
6. Maxim Kazarian, Peter Zograf, Virasoro constraints and topological recursion for Grothendieck's dessin counting // *Lett. Math. Phys.*, 105:8 (2015), 1057–1084
7. S. Pakuliak, E. Ragoucy, N. A. Slavnov, Zero modes method and form factors in quantum integrable models // *Nuclear Phys. B*, 893 (2015), 459–481
8. Jan Ambjørn, Leonid O. Chekhov, The matrix model for dessins d'enfants // *Ann. Inst. Henri Poincaré D*, 1:3 (2014), 337–361
9. G. Aminov, S. Arthamonov, A. Smirnov, A. Zotov, Rational top and its classical r-matrix // *J. Phys. A*, 47:30 (2014), 305207
10. A. Gorsky, A. Zabrodin, A. Zotov, Spectrum of quantum transfer matrices via classical many-body systems // *JHEP*, 01 (2014), 070
11. L. Chekhov, B. Eynard, S. Ribault, Seiberg-Witten equations and non-commutative spectral curves in Liouville theory // *J. Math. Phys.*, 54:2

(2013), 022306

12. S. Belliard, S. Pakuliak, E. Ragoucy, N. A. Slavnov, Bethe vectors of $GL(3)$ -invariant integrable models // J. Stat. Mech. Theory Exp., 2013, no. 2, P02020