

## АВТОБИОГРАФИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Сергей Владимирович Козырев

### Данные:

*Дата/Место рождения:* 14 Апреля, 1968, Смоленск, Россия.  
*Адрес/Телефон:* Математический Институт имени В.А.Стеклова РАН  
улица Губкина 8, Москва, ГСП-1, 119991, Россия  
7/499/135-14-49  
*e-mail* kozyrev@mi.ras.ru

### Образование и ученая степень:

1985, ФМШ №18 при МГУ имени М.В.Ломоносова  
1991, Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова,  
Физический факультет  
1994, Аспирантура Математического Института имени В.А.Стеклова  
1996, Кандидат физ.-мат. наук, Математический Институт имени В.А.Стеклова  
2006, Доктор физ.-мат. наук, Математический Институт имени В.А.Стеклова

### Место работы:

2004 – настоящее время Отдел математической физики,  
Математический Институт имени В.А.Стеклова РАН  
1996–2003 Отдел строения вещества,  
Институт Химической Физики имени Н.Н.Семенова РАН

### Публикации:

Более 40 работ. Ссылки на часть основных публикаций приведены ниже.

### Конференции, международное сотрудничество

Член оргкомитета и приглашенный докладчик на многих международных конференциях. Занимался научной работой в университетах Рима, Векшо (Швеция), Нагои (Япония), Бонна (Германия).

### Научные интересы:

Научные интересы в основном связаны с математической физикой,  $p$ -адическим и ультраметрическим анализом и их приложениями, квантовой теорией, квантовой вероятностью.

## $p$ -АДИЧЕСКИЙ И УЛЬТРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРИЛОЖЕНИЯ

Ультраметрический и  $p$ -адический анализ — новая быстро развивающаяся область математики, приложения которой простираются от физики планковских масштабов и теории струн до приложений к неупорядоченным системам и биофизике.

Перечислим основные результаты, полученные при участии автора. Для иллюстрации приведены характерные формулы.

- **$p$ -Адическая теория всплесков**

Построена теория  $p$ -адических всплесков (вейвлетов) и описано применение  $p$ -адических всплесков к спектральному анализу  $p$ -адических псевдодифференциальных операторов [1]:

$$\psi(x) = \chi(p^{-1}x)\Omega(|x|_p), \quad D^\alpha\psi(x) = p^\alpha\psi(x).$$

Построено отображение поля  $p$ -адических чисел на вещественную полупрямую, переводящее базис  $p$ -адических всплесков в базис известных вещественных всплесков Хаара.

Показано, что орбита функции общего положения из пространства  $D_0(\mathbb{Q}_p)$  основных функций  $p$ -адического аргумента с нулевым средним является жёстким фреймом [2].

Введён новый широкий класс  $p$ -адических псевдодифференциальных операторов, недиагонализуемых преобразованием Фурье, но диагональных в базисе  $p$ -адических всплесков, и рассчитан их спектр [3].

Методы теории всплесков в  $p$ -адическом случае демонстрируют даже большую эффективность чем в вещественном.

- **Анализ на локально компактных ультраметрических пространствах**

Развит анализ всплесков и псевдодифференциальных операторов на общих локально компактных ультраметрических пространствах:

$$Tf(x) = \int_X T(\sup(x, y))(f(x) - f(y)) d\nu(y), \quad T\Psi_{I_j} = \lambda_I\Psi_{I_j}.$$

Для введения теории всплесков и псевдодифференциальных операторов оказалось возможным обойтись без групповой структуры — общие ультраметрические пространства не имеют никакой структуры группы [4], [5], [6].

Используя ультраметрическую теорию всплесков, построено точное решение задачи Коши с начальным условием в  $D_0(X)$  для некоторого нелинейного интегрального уравнения на локально компактном ультраметрическом пространстве [7].

- **$p$ -Адические и ультраметрические методы в теории спиновых стёкол**

Разработаны приложения к статистической физике неупорядоченных систем. Для матрицы Паризи в теории нарушения репличной симметрии спиновых стёкол построена  $p$ -адическая параметризация [8]:

$$Q_{ab} = q(|a - b|_p).$$

Построено обобщение анзаца Паризи в методе реплик, найдено бесконечное семейство новых репличных решений [9], [10], [11].

- **$p$ -Адические модели динамики белка**

Для класса моделей межбассейновой кинетики, использующихся для описания динамики макромолекул, построено эквивалентное им ультраметрическое псевдодифференциальное уравнение. В простейшем случае такое уравнение принимает вид  $p$ -адического уравнения теплопроводности [8]

$$\frac{\partial f(x, t)}{\partial t} + D_x^\alpha f(x, t) = 0, \quad \alpha \sim \frac{1}{T}.$$

Предложено использовать такое уравнение для описания динамики белка. Для модели связывания миоглобина с СО – “модели атома водорода для биофизики” такое уравнение даёт хорошее совпадение с экспериментом [12].

- **$p$ -Адические модели генетического кода**

Построена модель генетического кода на 2-адической плоскости [13]. В этой модели почти всё вырождение генетического кода описывается локальным постоянством отображения в двумерной 2-адической метрике. Вместо формулы в данном пункте мы поместим таблицу аминокислот на 2-адической плоскости для митохондриального генетического кода:

$\frac{\text{Lys}}{\text{Asn}}$	$\frac{\text{Glu}}{\text{Asp}}$	$\frac{\text{Ter}}{\text{Ser}}$	Gly
$\frac{\text{Ter}}{\text{Tyr}}$	$\frac{\text{Gln}}{\text{His}}$	$\frac{\text{Trp}}{\text{Cys}}$	Arg
$\frac{\text{Met}}{\text{Ile}}$	Val	Thr	Ala
$\frac{\text{Leu}}{\text{Phe}}$	Leu	Ser	Pro

Рассматриваемые приложения ультраметрического и  $p$ -адического анализа являются различными примерами сложных систем из физики и молекулярной биологии. Например, такая характерная модель сложной системы, как модель динамики белка в рассматриваемом подходе описывается точно решаемым уравнением ( $p$ -адическим уравнением теплопроводности). Приведенные выше результаты изложены в монографии [14].

## Список литературы

- [1] *С.В.Козырев* Теория всплесков как  $p$ -адический спектральный анализ // Известия РАН Серия Мат. 2002. Т.66. N2. С.149–158, arXiv:math-ph/0012019
- [2] *S.Albeverio, S.V.Kozyrev* Frames of  $p$ -adic wavelets and orbits of the affine group, arXiv:0801.4713
- [3] *С.В.Козырев*  $p$ -Адические псевдодифференциальные операторы и  $p$ -адические всплески // Теор.и мат. физика. 2004. Т.138. №3. С.383–394; arXiv:math-ph/0303045

- [4] *С.В.Козырев, А.Ю.Хренников* Псевдодифференциальные операторы на ультраметрических пространствах и ультраметрические всплески // Известия РАН, серия Мат. 2005. Т.69. No 5. С.135–150. arXiv:math-ph/0412062
- [5] *А.Ю.Хренников, С.В.Козырев* Wavelets on ultrametric spaces// Applied and Computational Harmonic Analysis. 2005. V.19. P. 61-76.
- [6] *С.В.Козырев* Всплески и спектральный анализ ультраметрических псевдодифференциальных операторов // Математический Сборник. 2007. Т.198. N.1. С.103–126. arXiv:math-ph/0412082
- [7] *С.В.Козырев* К ультраметрической теории турбулентности, Теор.и мат. физика. 2008. Т.157. No 3. arXiv:0803.2719
- [8] *V.A.Avetisov, A.H.Bikulov, S.V.Kozyrev* Application of  $p$ -adic analysis to models of spontaneous breaking of replica symmetry // J. Phys. A: Math. Gen. 1999. V.32. N 50. P.8785–8791, arXiv:cond-mat/9904360
- [9] *А.Ю.Хренников, С.В.Козырев* Replica symmetry breaking related to a general ultrametric space I: replica matrices and functionals // Physica A. 2006. V.359. P.222-240. arXiv:cond-mat/0603685
- [10] *А.Ю.Хренников, С.В.Козырев* Replica symmetry breaking related to a general ultrametric space II: RSB solutions and the  $n \rightarrow 0$  limit // Physica A. 2006. V.359. P.241-266. arXiv:cond-mat/0603687
- [11] *А.Ю.Хренников, С.В.Козырев* Replica symmetry breaking related to a general ultrametric space III: The case of general measure // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2007. V.378. N.2. P.283-298. arXiv:cond-mat/0603694
- [12] *V.A.Avetisov, A.H.Bikulov, S.V.Kozyrev, V.A.Osipov*  $p$ -Adic Models of Ultrametric Diffusion Constrained by Hierarchical Energy Landscapes // J. Phys. A: Math. Gen. 2002. V.35. N 2. P.177–189, arXiv:cond-mat/0106506
- [13] *А.Ю. Хренников, С.В. Козырев* Genetic code on the dyadic plane // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2007. V.381. P.265-272. arXiv:q-bio.QM/0701007
- [14] *С.В.Козырев* Методы и приложения ультраметрического и  $p$ -адического анализа: от теории всплесков до биофизики. Современные проблемы математики. Выпуск 12. МИАН, Москва, 2008, <http://www.mi.ras.ru/spm/pdf/012.pdf>.

## СТОХАСТИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ

Стохастический предел квантовой теории (разработанный Л.Аккарди, Ю.Г.Лу и И.В.Воловичем) — это новый подход к полуклассическому пределу в квантовой теории, где квантовое поле приближается квантовым шумом. В совместных работах с Л.Аккарди и И.В.Воловичем методом стохастического предела были исследованы различные квантово-механические модели. В частности, были исследованы квантовая электродинамика (в том числе вне рамок дипольного приближения), проблема полярона, спин–бозонный гамильтониан (описывающий взаимодействие двухуровневого атома с квантовым полем, в том числе без использования приближения вращающейся волны), квантовая динамика систем многих частиц (пример — модель Изинга, взаимодействующая с полем фононов).

Часть полученных результатов:

- Были найдены различные режимы поведения для спин–бозонной модели (включая режим осцилляций без убывания) [1]. Модели спин–бозонного взаимодействия для системы многих взаимодействующих частиц изложены в [2].
- Было предложено новое доказательство явления (впервые обнаруженного Л.Аккарди, Ю.Г.Лу и И.В.Воловичем) возникновения новой статистики для коллективных степеней свободы квантового поля, взаимодействующего с квантовой частицей [3]. Такие степени свободы описываются некоторой специальной деформацией квантовых бoльцмановских соотношений.
- Описана неэкспоненциальная релаксация для полярона [4].

## Список литературы

- [1] *L. Accardi, S. V. Kozyrev, I. V. Volovich* Dynamics of dissipative two-level system in the stochastic approximation // *Phys.Rev.A.* 1997. V.56. P.2557–2562. arXiv:quant-ph/9706021.
- [2] *L. Accardi, S. V. Kozyrev* Lectures on Quantum Interacting Particle Systems, in: *QP-PQ: Quantum Probability and White Noise Analysis - Vol. 14 "Quantum Interacting Particle Systems"*, World Scientific Publishing 2002
- [3] *L. Accardi, S. V. Kozyrev, I. V. Volovich* Dynamical  $q$ -deformation in quantum theory and the stochastic limit // *J.Phys.A.* 1999. V.32. P.3485–3495. arXiv:q-alg/9807137
- [4] *L. Accardi, S. V. Kozyrev, I. V. Volovich* Non-Exponential Decay for Polaron Model // *Physics Letters A.* 1999. V.260. N.1-2. P.31–38. arXiv:quant-ph/9904084