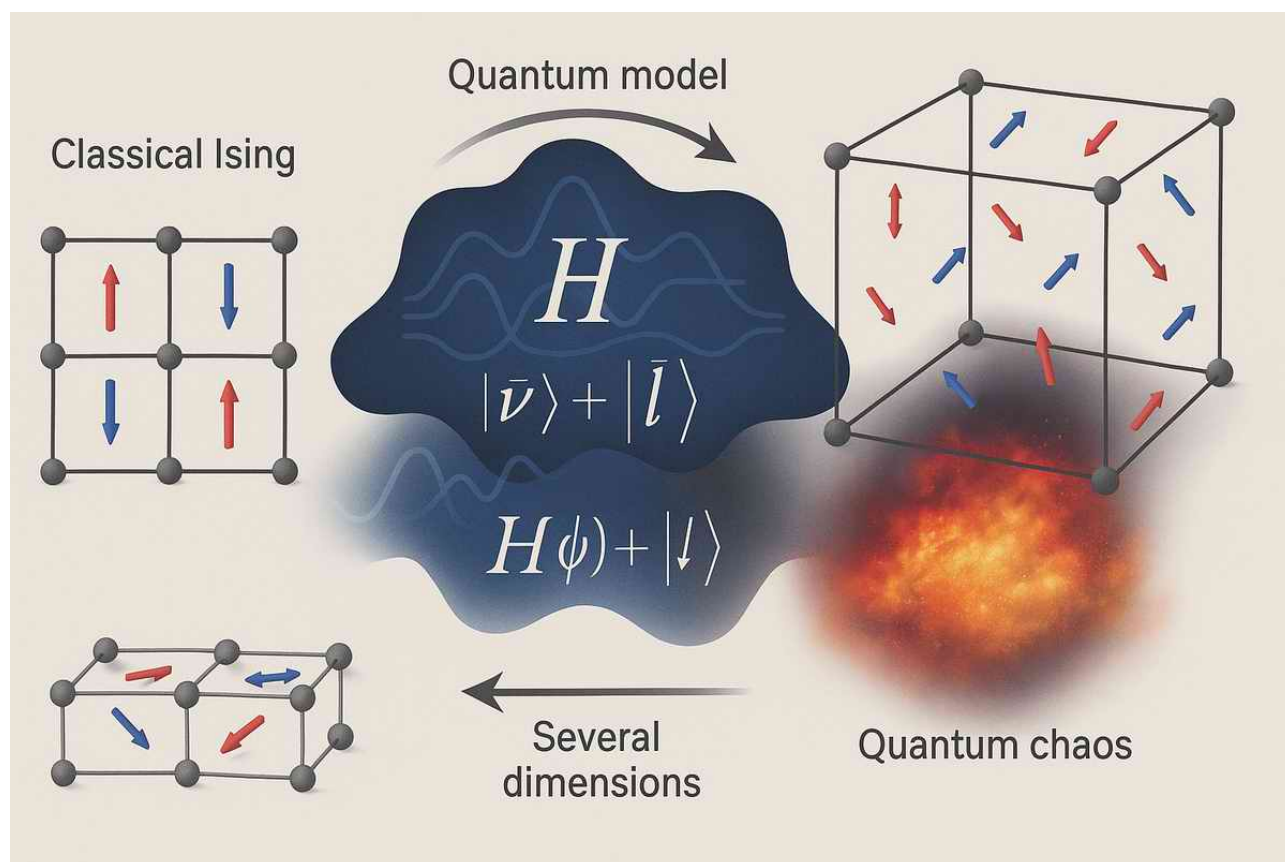


Неразрешимость квантовой модели Изинга доказана в многомерных системах



Дата публикации: 19.09.2025

Фундаментальные открытия в области квантовой механики продолжают переворачивать представления учёных о природе сложных систем. Новая работа исследователя Юи Чибы из центра RIKEN продемонстрировала, что квантовые модели Изинга, используемые для описания квантовых материалов, принципиально не имеют точных решений в двух и более измерениях. Этот результат был опубликован в журнале Physical Review B и уже рассматривается как важный шаг в развитии теоретической физики.

Модель Изинга была создана почти сто лет назад для описания магнитных материалов, где каждый атомный спин может находиться в одном из двух состояний — «вверх» или «вниз». Взаимодействие между соседними спинами позволяет системе стремиться к минимуму энергии, что на макроскопическом уровне приводит к фазовым переходам, например, к утрате магнетизма при нагревании. В классическом варианте модель оказалась удивительно мощным инструментом, объяснив множество явлений в статистической физике.

Квантовая версия модели, учитывающая суперпозицию и квантовые флуктуации, открыла новые возможности для моделирования экзотических материалов и потенциально перспективных квантовых вычислительных систем. Однако именно эта версия оказалась значительно сложнее. В одномерных квантовых моделях Изинга уже было доказано отсутствие локальных сохраняющихся величин, кроме энергии. Теперь Чиба распространил это доказательство на более высокие измерения и установил, что в двумерных и многомерных системах ситуация остаётся неизменной.

Отсутствие локально сохраняющихся величин означает, что такие модели не могут быть решены строго, и физикам приходится полагаться на приближённые или численные методы. Более того, это свойство напрямую связано с проявлением квантового хаоса и термализации — процессов, когда система с течением времени стремится к равновесию независимо от начальных условий. Таким образом, квантовые модели Изинга оказываются естественной ареной для изучения хаотических явлений в многотельной физике.

Интересно, что путь к этому результату оказался гораздо проще, чем ожидалось. Само доказательство сводилось к решению системы линейных уравнений без привлечения сложных математических аппаратов. Простота вычислительной схемы делает открытие ещё более удивительным, ведь, несмотря на десятилетия активного изучения моделей Изинга, подобное обоснование появилось лишь сейчас.

Практическое значение этого результата выходит далеко за рамки чистой теории. Понимание неразрешимости многомерных квантовых моделей помогает выработать новые подходы к вычислительным симуляциям, которые будут необходимы для изучения квантовых материалов и разработки квантовых компьютеров. В будущем это может позволить более точно прогнозировать свойства новых веществ, управлять динамикой многотельных систем и даже создавать новые алгоритмы, учитывающие закономерности квантового хаоса.

Таким образом, работа Чибы не только закрыла один из ключевых вопросов фундаментальной физики, но и обозначила направление для новых исследований, где строгие решения заменяются гибридом аналитических методов и вычислительных экспериментов. Именно в этом сочетании сегодня рождаются самые важные открытия на стыке квантовой теории и технологий будущего.

Ссылка: «Доказательство отсутствия локально сохраняющихся величин в двумерных и многомерных квантовых моделях Изинга» [DOI:](#)

10.1103/physrevb.111.195130.