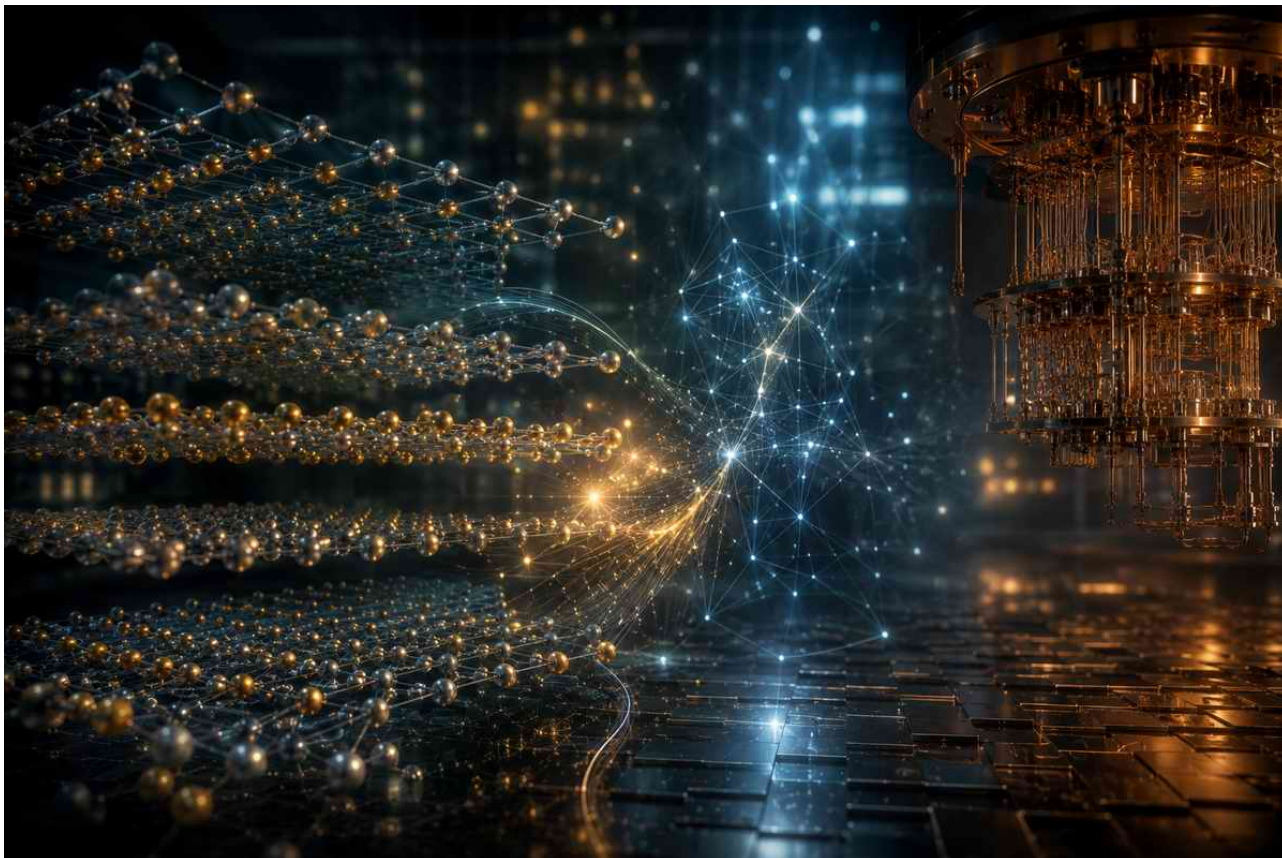


Искусственный интеллект раскрыл скрытые квантовые эффекты: учёные ускоряют создание материалов будущего



Дата публикации: 11.06.2026

Квантовые материалы считаются одним из самых перспективных направлений современной физики и материаловедения. Именно с ними связывают будущее квантовых компьютеров, сверхбыстрой электроники, новых систем связи и энергоэффективных технологий. Однако поиск таких материалов остаётся чрезвычайно сложной задачей. Многие квантовые эффекты возникают только при взаимодействии огромного количества атомов, а их моделирование требует колоссальных вычислительных ресурсов. Новые исследования учёных из Вашингтонского университета показывают, что искусственный интеллект и квантовые вычисления способны кардинально изменить подход к созданию материалов следующего поколения.

Результаты двух недавних научных работ демонстрируют, что современные алгоритмы машинного обучения уже позволяют обнаруживать ранее скрытые квантовые явления, которые невозможно было эффективно исследовать традиционными методами. Одновременно квантовые компьютеры начинают

использоваться не только как объект исследований, но и как полноценный инструмент для изучения фундаментальных свойств материи.

Квантовые материалы отличаются от обычных веществ тем, что их поведение определяется законами квантовой механики. В таких системах могут возникать сверхпроводимость, квантовая запутанность, необычные магнитные состояния и другие эффекты, не имеющие аналогов в классической физике. Именно эти свойства делают квантовые материалы потенциальной основой для создания принципиально новых технологий.

Проблема заключается в том, что многие интересные эффекты появляются лишь тогда, когда атомы организованы в сложные структуры и взаимодействуют на больших расстояниях. Материал, который выглядит вполне обычным при анализе нескольких атомных слоёв, может демонстрировать совершенно новые свойства при увеличении масштаба структуры. Предсказать такие переходы крайне сложно.

На протяжении последних десятилетий материаловеды активно использовали суперкомпьютеры для моделирования атомных систем. Благодаря этим вычислениям удалось открыть множество перспективных материалов и объяснить механизмы их работы. Однако даже самые мощные современные суперкомпьютеры сталкиваются с ограничениями при моделировании огромных квантовых структур.

Именно здесь на помощь приходит искусственный интеллект. В новом исследовании учёные обучили модели машинного обучения анализировать поведение сложных многослойных материалов. После обучения алгоритм смог быстро прогнозировать свойства систем, состоящих из десятков атомных слоёв, без необходимости проводить чрезвычайно затратные расчёты для каждого нового варианта.

Особое внимание исследователи уделили дителлуриду молибдена — материалу, который привлекает внимание физиков благодаря своим необычным электронным свойствам. Учёные виртуально наслаивали кристаллические листы друг на друга различными способами и анализировали возникающие структуры. Оказалось, что при определённых конфигурациях появляются новые коллективные квантовые эффекты, отсутствующие в небольших образцах материала.

Интересно, что некоторые из обнаруженных явлений проявлялись только после формирования крупных многослойных структур. Подобные эффекты практически невозможно заметить при традиционном моделировании ограниченных участков кристалла. Искусственный интеллект позволил

заглянуть в те области пространства параметров, которые ранее были недоступны из-за вычислительных ограничений.

Полученные результаты имеют важное практическое значение. Вместо многолетнего перебора тысяч возможных материалов исследователи получают возможность быстро отбирать наиболее перспективные кандидаты для дальнейших лабораторных экспериментов. Это существенно сокращает время и стоимость разработки новых технологий.

Параллельно учёные исследовали возможности квантовых компьютеров для решения задач материаловедения. В отличие от обычных компьютеров, которые работают с битами, принимающими значения ноль или один, квантовые компьютеры используют кубиты, способные находиться одновременно в нескольких состояниях благодаря принципу суперпозиции.

Такая особенность делает квантовые вычислительные системы особенно эффективными для моделирования квантовых процессов. Фактически они используют те же физические принципы, которые лежат в основе поведения изучаемых материалов. Поэтому некоторые задачи, практически невыполнимые на классических компьютерах, оказываются естественными для квантовых вычислителей.

В ходе исследования учёные использовали квантовый компьютер для изучения одного из наиболее необычных состояний материи — состояния Лафлина. Это экзотическая квантовая фаза, возникающая при определённых условиях в электронных системах и связанная с эффектами дробного квантового Холла. Подобные состояния представляют огромный интерес для фундаментальной физики и потенциальных квантовых технологий.

Особенно важным выглядит тот факт, что искусственный интеллект и квантовые вычисления способны эффективно дополнять друг друга. Алгоритмы машинного обучения могут быстро анализировать большие объёмы данных и выявлять перспективные направления поиска. Квантовые компьютеры, в свою очередь, способны моделировать сложные квантовые процессы и генерировать новую информацию для дальнейшего обучения ИИ.

Фактически формируется новый научный подход, в котором искусственный интеллект, квантовые симуляции и экспериментальные исследования работают как единая система. Такой подход позволяет создавать своеобразный цикл самосовершенствования: ИИ предлагает перспективные материалы, квантовые компьютеры уточняют их свойства, а результаты используются для дальнейшего совершенствования алгоритмов.

По мнению специалистов, подобные технологии могут радикально ускорить

создание материалов для квантовой электроники, сверхпроводников нового поколения, энергоэффективных процессоров и высокочувствительных датчиков. Многие из этих разработок способны оказать такое же влияние на технологический прогресс XXI века, какое полупроводники оказали на развитие компьютерной индустрии в XX столетии.

Следующим этапом станет расширение обучающих наборов данных и создание универсальных моделей, способных работать с гораздо более широким спектром материалов. Исследователи также планируют объединить возможности искусственного интеллекта и квантовых вычислений в единую гибридную платформу, которая сможет автоматически искать и анализировать перспективные квантовые структуры.

Современное материаловедение переживает период стремительных изменений. Если ещё несколько лет назад моделирование сложных квантовых систем считалось практически недостижимой задачей, то сегодня искусственный интеллект и квантовые компьютеры постепенно превращают её в повседневный исследовательский инструмент. Именно эти технологии могут открыть путь к материалам, которые станут основой будущих поколений вычислительных систем, энергетических установок и электронных устройств.

Ссылка: «Послойная стратификация и перестройка зон в скрученном многослойном MoTe_2 » DOI: [10.1073/pnas.2532550123](https://doi.org/10.1073/pnas.2532550123).