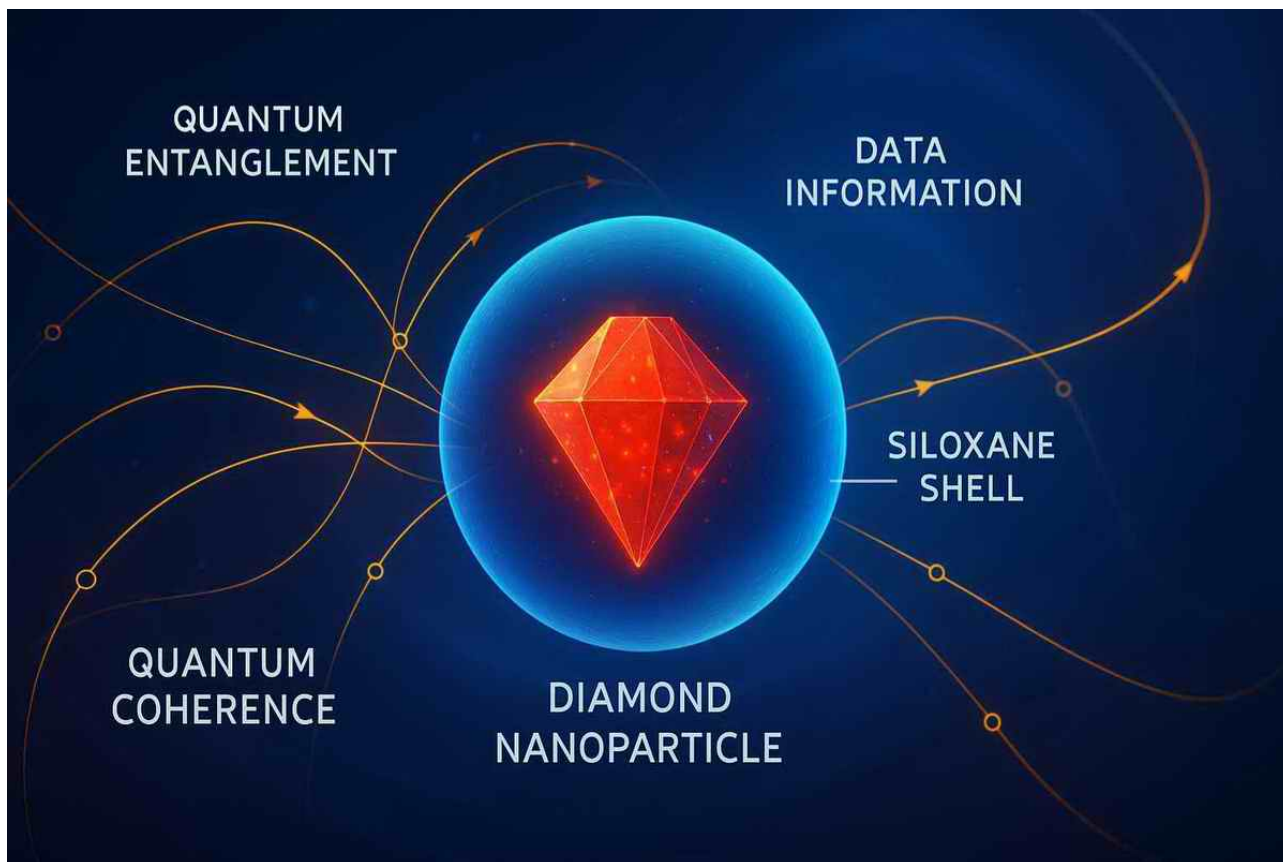


Алмазный квантовый датчик нового поколения раскрывает тайны нанофизики и живых клеток



Дата публикации: 09.06.2025

В самом сердце нового научного прорыва сошлись квантовая физика, молекулярная инженерия и технология телевизоров с квантовыми точками. Исследовательская команда из Чикагского университета и Университета Айовы представила инновационный алмазный биосенсор, способный функционировать внутри живых клеток и сохранять высокую квантовую когерентность. Это открытие не только продвигает диагностику на молекулярном уровне, но и помогает разгадать одну из главных загадок в области квантовых наноматериалов.

Основой нового устройства стал крошечный nanoалмаз, содержащий спиновые центры — своеобразные квантовые кубиты, чувствительные к внешнему магнитному и электрическому полю. В идеальных условиях такие датчики могут точно считывать изменения внутри клетки, фиксируя ранние признаки заболеваний, таких как рак. Однако до сих пор при попытке уменьшить размер алмазов до масштаба, подходящего для внутриклеточного применения, наблюдалось резкое снижение квантовой когерентности —

ключевого параметра, определяющего чувствительность и точность датчика.

Чтобы решить эту проблему, учёные обратились к технологии QLED-дисплеев. В них используются квантовые точки, окружённые специально сконструированными оболочками, защищающими от нестабильных поверхностных состояний и усиливающими свечение. Перенеся эту идею в область квантовых **биосенсоров**, команда разработала силиконовую (силоксановую) оболочку, которая не только устраняет разрушительные эффекты на поверхности алмаза, но и делает наночастицу «невидимой» для иммунной системы.

Результаты оказались неожиданно сильными. Новый сенсор показал увеличение спиновой когерентности почти в четыре раза, повышение флуоресценции в 1,8 раза и значительный рост стабильности заряда. Эти показатели ранее считались недостижимыми для алмазов на наноуровне. Эксперименты подтвердили: покрытие не просто защищает алмаз от внешней среды — оно изменяет его внутренние квантовые свойства. Через механизм перераспределения электронов между алмазом и оболочкой уменьшается шум от дефектов, нарушающих когерентность.

Дополнительный анализ, выполненный с привлечением теоретиков, позволил объяснить наблюдаемый эффект с фундаментальной точки зрения. Впервые были определены конкретные участки поверхности, ответственные за деградацию квантового сигнала. Это даёт исследователям новый инструмент не только для проектирования биосенсоров, но и для создания стабильных квантовых элементов в квантовых компьютерах, микроскопах и других системах, работающих на грани классического и квантового мира.

В результате разработан не просто улучшенный сенсор — появился новый класс наноматериалов с прогнозируемыми и настраиваемыми квантовыми характеристиками. Такие датчики смогут работать в условиях, где ранее квантовые устройства быстро теряли функциональность: в живых клетках, тканях, микроокружении опухолей или даже в устройствах искусственного интеллекта, взаимодействующих с органической средой.

Благодаря сочетанию передовой квантовой инженерии, биомедицинской экспертизы и вдохновения из бытовых технологий, проект открывает дорогу к следующему поколению медицинской диагностики и биофизических исследований. Клетка, способная принимать в себя квантовый прибор, становится не объектом наблюдения, а полноценным участником нового научного эксперимента, где границы между физикой, биологией и инженерией стираются во имя понимания самых тонких процессов жизни.

Ссылка: «Инженерная когерентность спинов в нанокристаллах алмаза типа «ядро-оболочка» DOI: [10.1073/pnas.2422542122](https://doi.org/10.1073/pnas.2422542122).