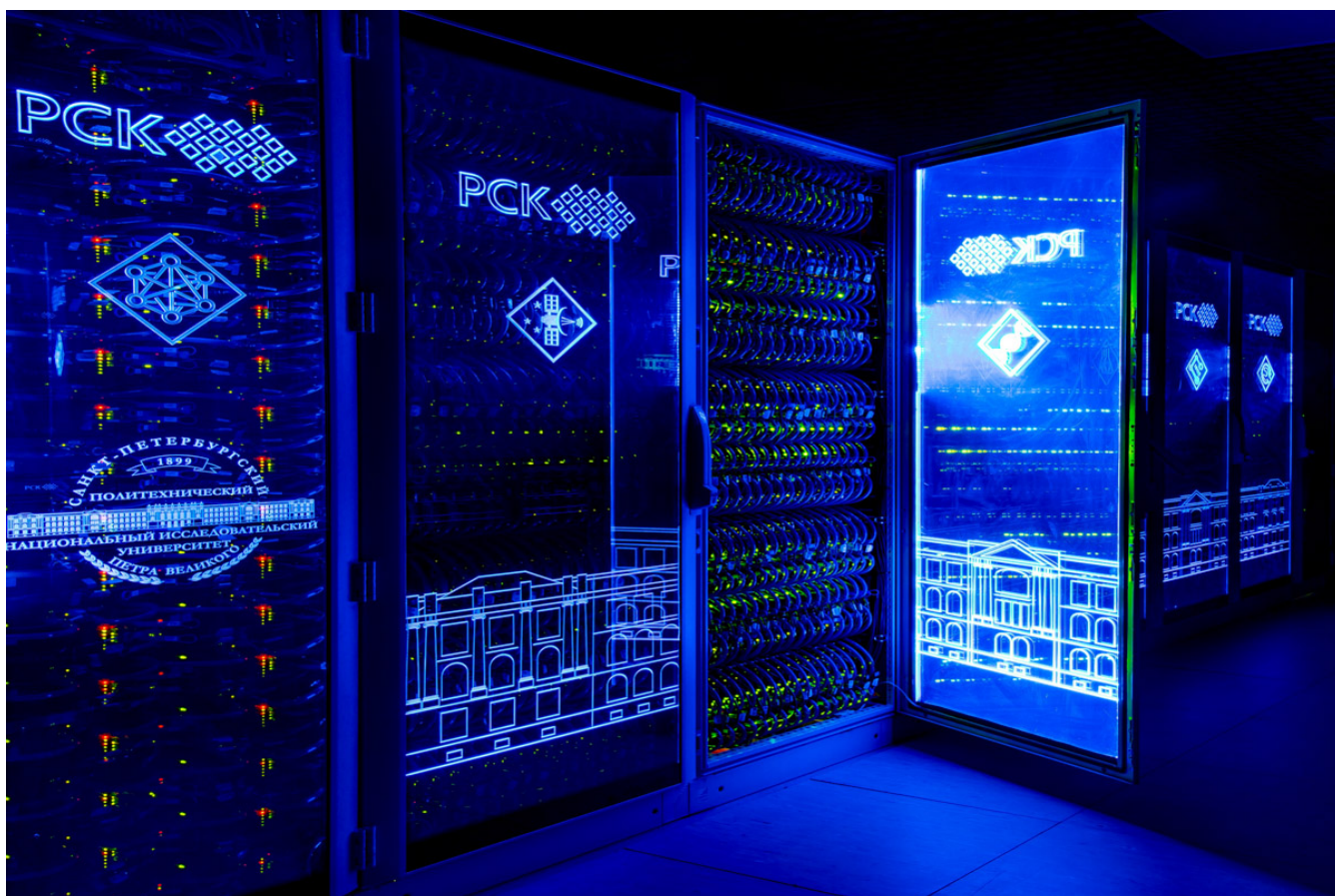


Сверхточная диагностика заболеваний: в Политехе улучшают квантовый оптический магнитометр

Улучшенную цифровую модель квантового оптического магнитометра создали специалисты Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Технология особенно актуальна для медицинской диагностики как отдельных органов человека, так и организма в целом. Исследование является важным этапом в создании способа упрощения и улучшения знакомой каждому энцефалографии и кардиографии. Подобные технологии также используются в гироскопии и навигации, геологии и физике космоса. Работа поддержана программой стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» Минобрнауки.



Учёные СПбПУ работают над улучшением характеристик квантового оптического магнитометра. Это позволит качественно изменить проведение энцефалографии и кардиографии. Специалисты создали цифровую модель, которая позволяет работать над уменьшением размеров магнитных датчиков. Это необходимо для увеличения их количества и плотности расположения на голове пациента при снятии энцефалограммы, а также уменьшения их влияния друг на друга. Эта работа уже в ближайшем будущем позволит увеличить информативность магнитной энцефалографии

и упростить процедуру как для врача, так и для пациента.

Работу внутренних органов и мышц в теле человека посредством электрических импульсов контролирует центральная нервная система. Возникающие в головном мозге импульсы создают слабые магнитные поля. Их исследуют с помощью магнитной энцефалографии или кардиографии для оценки состояния здоровья тех или иных систем организма. Учёные ищут способ улучшить качество и информативность этих исследований. Одно из перспективных направлений — улучшение чувствительности датчиков прибора для измерения слабых магнитных полей. Для этого используют магнитные свойства атомов в приборе, который называется оптическим квантовым магнитометром.

Атомы представляют собой «маленькие стрелки компаса» — магнитные моменты, которые начинают вращаться под действием измеряемого магнитного поля с частотой, пропорциональной величине этого поля. При подаче на атомы переменного магнитного поля, частота которого совпадает с частотой вращения магнитных моментов, возникает явление магнитного резонанса — увеличение амплитуды их вращения. Учёные ищут способ такого воздействия на атомы, при котором все они будут выстроены в одном направлении: это позволит детектировать их вращение, а значит, получить информацию о магнитном поле органов человека.

Один атом очень мал и сигнал от него очень трудно зафиксировать приборами, поэтому в одном датчике используется ансамбль атомов, находящихся в стеклянной ампуле, называемой газовой ячейкой. В такой ячейке на один кубический сантиметр приходится 100 миллиардов атомов щелочного металла в газообразной фазе. Если ориентировать их в одном направлении, то сигнал от их вращения уже не так сложно детектировать. Для управления квантовыми свойствами атомного ансамбля и считывания сигнала от него используется несколько лазерных лучей. В нашей работе мы изучаем оптимальный способ воздействия на атомы, а также физические процессы, возникающие после столкновения атомов. Для детального изучения мы создали цифровую модель магнитометра. В ходе наших расчётов определили, как столкновение атомов со стенкой газовой ячейки магнитометра влияет на точность измерений прибора и как можно минимизировать негативное влияние стенок для улучшения его характеристик, — отметил доцент Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ Константин Баранцев.

Как пояснил специалист, полученные результаты имеют высокую практическую значимость ввиду стремительного развития магнитной энцефалографии (МЭГ) — процедуры, позволяющей путем измерения магнитных полей мозга человека анализировать работу его участков, выявлять патологические очаги таких заболеваний, как эпилепсия, болезнь Альцгеймера, рассеянный склероз и др. Магнитные датчики также используются в магниторезонансной томографии сверхслабого поля. Исследуемые датчики магнитных полей на основе газовых ячеек не требуют охлаждения, в отличие от также используемых в МЭГ SQUID-датчиков

на основе явления сверхпроводимости. Это дает значительное преимущество оптическим магнитометрам над SQUID-магнитометрами: уменьшается размер устройства и упрощается его использование. Датчики магнитного поля, помимо медицины, также широко применяются в гироскопии и навигации, геологии и физике космоса.

Главное отличие нашего исследования от работ других научных групп состоит в комплексном подходе: в нашей цифровой модели одновременно учтено влияние как магнитных полей, так и излучения «накачки» атомов с помощью света, влияния стенок газовой ячейки и процессов обмена электронами при столкновениях атомов. Это позволяет исследовать влияние различных эффектов друг на друга и провести оптимизацию параметров. Анализ огромного массива данных был проведён с использованием мощностей Суперкомпьютерного центра “Политехнический”, — добавил Константин Баранцев.

В планах учёных — согласование данных, полученных с помощью цифрового моделирования, с данными экспериментов, проводимыми на базе ФТИ им. Иоффе. Дальнейшие исследования планируется посвятить особому типу магнитометров, основанных на режиме SERF (Spin-exchange relaxation free) — так называемые магнитометры «нулевого поля», в которых полностью подавляется негативное влияние эффекта обмена электронами сталкивающихся атомов и достигаются рекордные значения чувствительности.

Работа поддержана программой стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» Минобрнауки.

Дата публикации: 2024.12.04

[>>Перейти к новости](#)

[>>Перейти ко всем новостям](#)