

## СПИНТРОНИКА: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ РОСТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Главным фактором цифровой трансформации является быстрый рост вычислительных мощностей. Благодаря ему появилась возможность реализации целого ряда технологий: искусственный интеллект, обработка больших данных, высокоскоростная передача данных и все связанные технологии – связь, облачные вычисления и хранилища данных, интернет вещей.

Рост вычислительных мощностей определяется двумя группами технологий:

- Тактовая частота процессора: за два десятилетия выросла более чем в тысячу раз и на сегодня приближается к теоретическому пределу для кремниевой электроники.
- Параллелизация вычислений. Создание многоядерных процессоров – главный инструмент для роста скорости вычислений. Позволяет добиться высокой производительности: параллельная организация вычислений используется в суперкомпьютерах, но такой подход имеет ограничения для персональных и мобильных устройств.

Принципиальной проблемой для классической электроники является ее низкая устойчивость к радиации, что резко ограничивает ее применение в космосе, требует использования специальных микросхем, дорогих и медленных по сравнению с обычной электроникой. Для эффективного освоения космоса необходим новый класс устройств, обладающих быстродействием на уровне современных компьютеров, но устойчивых к радиации.

Решением этой проблемы может стать магнитоэлектроника или «спинтроника» – новое направление в развитии электронной техники. Принципиальное отличие спинтроники заключается в использовании для передачи информации не потока электронов, а спиновых свойств электрона. Понятие «спин» - квантовое и не имеет аналогов в макромире. Спин отвечает

за магнитный момент частиц, а магнитное поле может менять направление спина.

Важно, что электрон может иметь только два противоположных значения спина. Таким образом формируется естественная основа для передачи двоичной информации. Управление спином требует значительно меньших энергозатрат, в сравнении с управлением потоком электронов, и может осуществляться с очень высокой скоростью. Кроме того, спинтроника строится не на основе полупроводников, чувствительных к ионизирующим излучениям, а на основе комплексов ферромагнетик/парамагнетик. Радиация не оказывает существенного влияния на такие классы материалов. Эти свойства определяют ключевые преимущества спинтроники.



В перспективе устройства на основе спинтроники могут обеспечить рост скорости обработки данных на несколько порядков. При этом за счет низкого энергопотребления сохранятся высокие потребительские свойства, будет обеспечена экономичность подобных устройств. Разработчики спинтроники на сегодняшний день нашли решения для всех ключевых элементов устройств: логических вентилях, транзисторов, ячеек памяти, устройств записи и считывания информации. Главной проблемой на сегодняшний день является низкая степень надежности при использовании имеющихся материалов.

Ключевое направление научного поиска, которое должно обеспечить возможность широкого внедрения спинтроники, – разработка типов ферро- и парамагнетиков. Такая работа активно идет во всем мире, но удовлетворительных для внедрения в массовое производство результатов пока не получено.

Разработка материалов для спинтроники – перспективная ниша для малого бизнеса, стартапов, создаваемых при крупных отраслевых научных центрах. Эффективность таких разработок зависит от широкого внедрения технологий компьютерного моделирования химических процессов и веществ. Это моделирование труднореализуемо на классических компьютерах и требует использования последних достижений в области искусственного интеллекта и квантовых вычислений. Различные отрасли цифровизации эффективно поддерживают развитие друг друга, формируют новые возможности, технологии, применимые как на земле, так и в космосе.