

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ ДЛЯ КВАНТОВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ

А.В. КОРОЛЕВ, А.В. КРИВОШЕЕВА, А.Л. ДАНИЛЮК

Необходимость обработки информации на квантовом уровне диктуется перспективностью применения квантовых каналов связи, обладающих существенно более высокой пропускной способностью и защищенностью, которые основаны на принципиально иных свойствах квантовых систем. Принципиальное преимущество квантовых каналов связи по сравнению с классическими заключается в их качественно более высоком уровне защиты: совершенный квантовый канал имеет, в принципе, абсолютную защиту, поскольку любая попытка вмешательства в систему сразу же обнаруживается (квантовый канал связи можно разрушить, но невозможно вскрыть). В то же время на пути создания эффективных систем обработки квантовой информации стоит ряд трудных проблем, связанных с декогеренцией квантовых состояний и синхронизацией квантовых операций. Основным элементом квантового канала связи является квантовый вычислительный кластер.

В данной работе рассмотрены структуры и модели двух квантовых вычислительных кластеров на основе кремния. Первый содержит в качестве ансамблевых кубит квантовые шнуры индия (спин  $9/2$ ) на поверхности кремния, не содержащего электрических затворов и примесей. Преимущество подобной системы состоит в возможности организации кроме логических операций NOT, CNOT, AND, XOR, CCNOT также дополни-

тельных функций и ячеек памяти. Во втором кластере в качестве ансамблевых кубит используются наноразмерные слои  $\text{CaF}_2$ , разделенные слоями кремния, очищенными от магнитного изотопа  $^{29}\text{Si}$ . Разделение резонансных частот между квантовыми шнурами индия и между слоями  $\text{CaF}_2$  осуществляется с помощью градиента магнитного поля, создаваемого тонкопленочной магнитной головкой, а поляризация ядерных спинов – путем возбуждения электронов парамагнитных центров в кремнии. Обсуждаются результаты расчетов количественных показателей разделения резонансных частот ансамблевых кубит и подавления декогеренции квантовых состояний, а также расстояния между ансамблевыми кубитами и градиента магнитного поля.