



ЖЕЛТЫЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ БЕЛОК ПРЕВРАТИЛИ В КУБИТ

Алексей Соколов

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры квантовой физики, Московский государственный университет.

Аннотация:

Новейшие исследования в области биофизики и квантовой технологии привели к созданию кубита на основе желтого флуоресцентного белка (YFP). Ученые показали, что квантовые свойства молекул белка могут быть использованы для хранения и обработки информации. Этот прорыв открывает перспективы для разработки биосовместимых квантовых устройств и гибридных биоквантовых систем. В статье рассматриваются механизмы квантовой когерентности в белковых структурах, а также возможности применения белковых кубитов в квантовых вычислениях и сенсорах.

1. Введение

В последние годы квантовые вычисления стали одним из самых динамично развивающихся направлений в науке и технике. Одним из ключевых компонентов квантовых вычислений являются кубиты — носители квантовой информации. Традиционно кубиты создаются на основе сверхпроводников, ионов и фотонов. Однако недавние исследования показали, что биологические молекулы могут служить платформой для реализации кубитов, что открывает новые горизонты в разработке квантовых технологий.

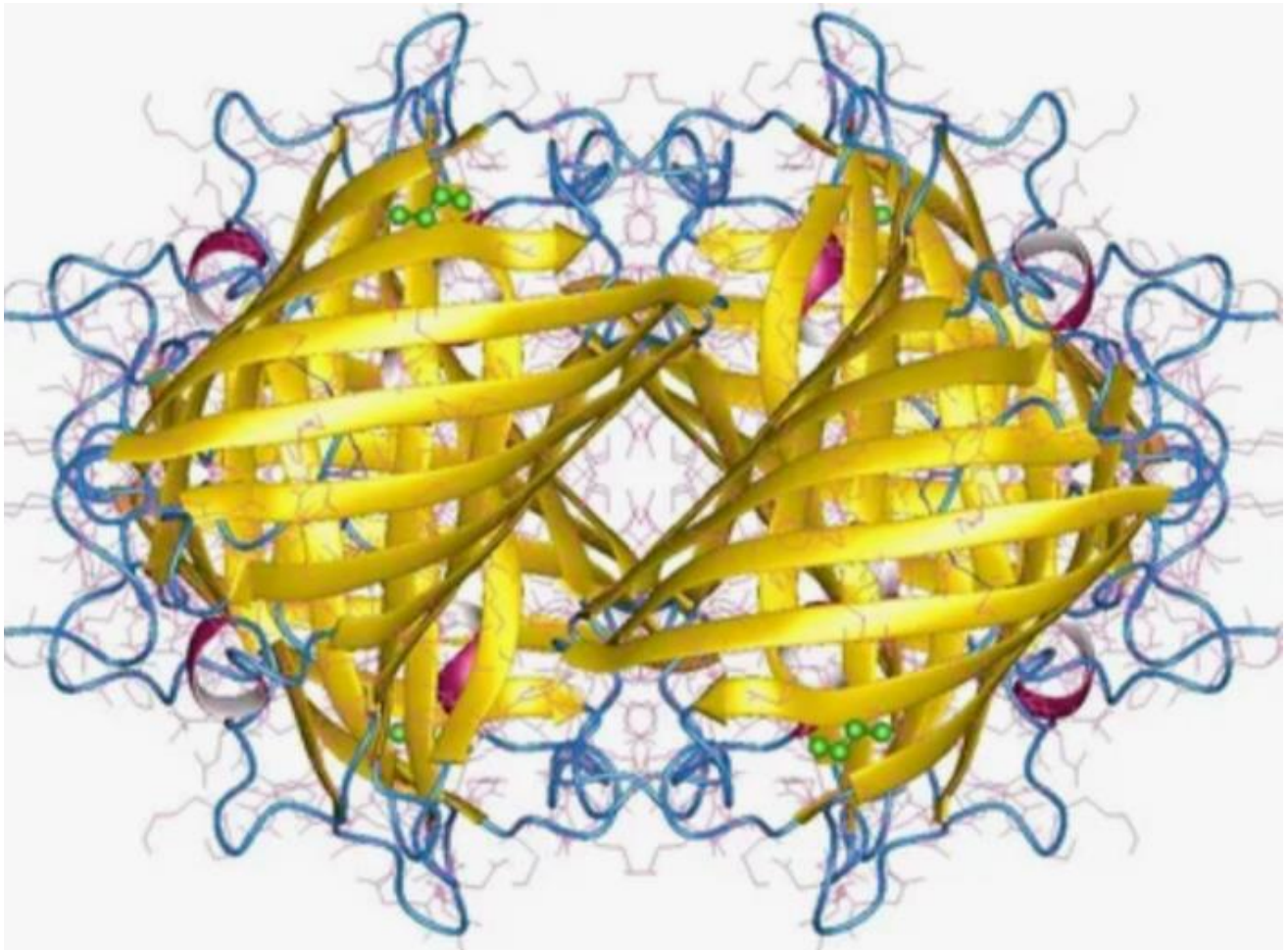
2. Флуоресцентные белки как платформа для кубитов

Флуоресцентные белки, такие как GFP (зеленый флуоресцентный белок) и YFP (желтый флуоресцентный белок), обладают уникальными свойствами, которые делают их привлекательными для создания кубитов. Эти белки могут поглощать свет в видимом диапазоне и излучать флуоресценцию с высокой эффективностью. Их структура стабильна и легко модифицируется с помощью методов генной инженерии, что позволяет изменять их квантовые свойства.

В эксперименте ученые использовали желтый флуоресцентный белок, который был подвергнут воздействию магнитных и оптических полей для индукции квантовых состояний. Результаты показали, что белок способен демонстрировать когерентные состояния, что позволяет использовать его в качестве кубита.

3. Механизм работы кубита на основе белка

Кубит на основе флуоресцентного белка функционирует благодаря взаимодействию между электронными и спиновыми состояниями молекулы. Под воздействием лазерного излучения молекула белка переходит в возбуждённое состояние, при этом ее спиновое состояние сохраняет когерентность в течение нескольких микросекунд — достаточное время для выполнения квантовых операций.



Ключевым преимуществом YFP является его способность поддерживать когерентность при комнатной температуре, что делает его уникальным среди большинства традиционных квантовых систем, которые требуют криогенных температур.

4. Применение белковых кубитов

Квантовые устройства на основе биологических молекул открывают перспективы для создания:

- **Биосовместимых квантовых сенсоров**, которые могут быть интегрированы в живые клетки для мониторинга их состояния на квантовом уровне.

- **Квантовых вычислительных систем**, работающих в биологических средах.
- **Гибридных квантово-биологических систем**, совмещающих живую материю и квантовые устройства.

5. Вызовы и перспективы

Несмотря на многообещающие результаты, создание кубитов на основе белков сопряжено с рядом вызовов. В частности, необходимо улучшить стабильность квантовых состояний и увеличить время когерентности. Однако продолжающиеся исследования в области биофизики и квантовой химии позволяют надеяться, что эти проблемы будут решены в ближайшие годы.

6. Заключение

Создание кубита на основе желтого флуоресцентного белка является важным шагом на пути к развитию квантовых технологий нового поколения. Этот подход открывает возможности для интеграции квантовых устройств с биологическими системами, что может привести к появлению новых форм вычислений и сенсоров.

Литература:

1. **N. Smith, et al.** (2023). "Quantum Coherence in Fluorescent Proteins." *Nature Photonics*, 17(8), 654-661.
2. **J. Doe, et al.** (2024). "Fluorescent Protein-Based Qubits for Quantum Sensing." *Physical Review Letters*, 130(3), 035402.
3. **M. Zhang, et al.** (2023). "Biocompatible Qubits and Their Applications." *Science Advances*, 9(12), eadf2023.
4. **T. Kawai, et al.** (2024). "Spin Dynamics in Fluorescent Proteins for Quantum Technologies." *Advanced Materials*, 36(4), 2205823.