

# СYlinks и СYgluons: взаимодействия в мета-квантовых вычислениях

Евгений Монахов  
LCC "VOSCOM ONLINE" Research Initiative  
ORCID: 0009-0003-1773-5476

2025

## Аннотация

Предлагается формальное описание структур *СYlinks* и *СYgluons*, которые задают взаимодействия в рамках концепции Мета-СY квантовых вычислений. СYlinks представляют собой связи между СYбитами, определяемые вложениями в подпространства Калаби–Яу (СY), тогда как СYgluons описывают взаимодействия между самими связями, аналогично глюонам в квантовой хромодинамике (QCD). Приведены математические определения, операторные формализмы, план исследований и перспективы вычислительных приложений.

## 1 Введение

В рамках Мета-СY квантовых вычислений СYбиты являются квантовыми состояниями, определёнными на многообразиях Калаби–Яу. Для построения вычислений необходимо их взаимодействие. Эти взаимодействия не ограничиваются парными связями, но могут сами образовывать сети более высокого порядка динамики. Мы называем такие структуры СYlinks (прямые связи) и СYgluons (взаимодействия между связями).

## 2 Определение СYlinks

Пусть  $M$  — многообразие Калаби–Яу, дискретизированное в виде графа  $G = (V, E)$ . Для двух СYбитов в точках  $p_i, p_j \in M$  определим СYlink как оператор

$$H_{link}(i, j) = w_{ij} \psi^\dagger(p_i) \psi(p_j) + h.c., \quad (1)$$

с весом

$$w_{ij} = f(\text{dist}_M(p_i, p_j), \mathcal{T}_{ij}), \quad (2)$$

где  $\mathcal{T}_{ij}$  кодирует топологические данные вложенного подпространства.

## 2.1 Форма через графовый лапласиан

Полный гамильтониан связей может быть записан как:

$$H_{links} = \sum_{(i,j) \in E} w_{ij} (\psi^\dagger(p_i) \psi(p_j) + h.c.). \quad (3)$$

Это обобщает стандартные взаимодействия по смежности на СУ-зависимые веса.

## 3 СYgluons: взаимодействия между связями

СYlinks сами могут взаимодействовать, образуя связи более высокого порядка. Определим оператор СYgluon, действующий на две связи  $(i, j)$  и  $(k, l)$ :

$$H_{gluon}((i, j), (k, l)) = g_{ijkl} \psi^\dagger(p_i) \psi(p_j) \psi^\dagger(p_k) \psi(p_l), \quad (4)$$

где

$$g_{ijkl} = g(\mathcal{T}_{ij}, \mathcal{T}_{kl}, \text{Hom}(M)). \quad (5)$$

Здесь  $g_{ijkl}$  зависит от пересечений СУ-подпространств и гомологических связей.

### 3.1 Полный гамильтониан

Глобальный гамильтониан системы имеет вид:

$$H = \sum_i H_{CYbit}(i) + \sum_{(i,j)} H_{link}(i, j) + \sum_{(i,j),(k,l)} H_{gluon}((i, j), (k, l)). \quad (6)$$

## 4 План исследований

### 4.1 Этап I: формализм СYlink

1. Определить явные  $w_{ij}$  для простых СУ (торы  $T^n$ , КЗ).
2. Вычислить спектры гамильтонианов СYlinks.
3. Установить связь  $w_{ij}$  с топологией СУ.

### 4.2 Этап II: структуры СYgluons

1. Ввести  $g_{ijkl}$  на основе пересечений СУ-подпространств.
2. Проверить согласованность с калибровочными симметриями.
3. Изучить аналогию с цветовыми зарядами QCD.

### 4.3 Этап III: объединённая динамика

1. Смоделировать сети СУбитов с СYlinks и СYgluons.
2. Изучить устойчивость и свойства коррекции ошибок.
3. Исследовать возникающие вычислительные фазы.

## 5 Перспективы

- **Вычислительная мощность:** CYlinks и CYgluons дают новые структуры взаимодействия, усиливающие выразительные возможности.
- **Коррекция ошибок:** связи CYgluon могут стабилизировать логические состояния через избыточность более высокого порядка.
- **Физическая аналогия:** формальное сходство с теориями калибровочных полей указывает на возможное расширение к CY-группам калибровки.

## 6 Заключение

CYlinks и CYgluons расширяют модель Мета-CYбитов, вводя структурированные взаимодействия между CYбитами и между их связями. Это создаёт основу для новых квантовых вычислительных архитектур, опирающихся на геометрию Калаби-Яу.

## Цитирование (BibTeX - EN)

```
@misc{CY_links_gluons_2025,  
  author      = {Evgeny Monakhov and LCC "VOSCOM ONLINE" Research Initiative},  
  title       = {CYlinks and CYgluons: Interactions in Meta-Quantum Computing},  
  year        = {2025},  
  publisher    = {Zenodo},  
  doi         = {10.5281/zenodo.17050353},  
  url         = {https://doi.org/10.5281/zenodo.17050353},  
  orcid       = {0009-0003-1773-5476},  
  url_orcid   = {https://orcid.org/0009-0003-1773-5476},  
  organization = {https://voscom.online/}  
}
```