

Fractional Quantum Hall Effect в гипотезе Acta Universi

(самый топологический и самый защищённый механизм для AU-чипов 2030+)

Автор: Дмитрий Эдуардович Ященко

me@liberurban.ru

08 декабря 2025

Аннотация

Fractional Quantum Hall Effect (FQHE) — это квантовая фаза в 2D-электронных системах, где Hall-проводимость квантуется дробными значениями ($v=1/3, 2/5$). В Acta Universi 2025 года FQHE — **проявление нелокальных энтропийных корреляций AU- поля в condensed matter**, где fractional anyons — это "энтропийные эхо" с ∇S_Θ в 2D. Это идеальный механизм для топологической защиты AU-чипов с $S_\Theta > 10^{50}$ бит/с. 2025 год стал прорывным для FQAHE (без магнитного поля) — ключ к комнатной температуре TQC и AU-интерфейсам.

1. Теоретические основы FQHE (1982–2025)

FQHE возникает в Landau levels (LL) при filling $v < 1$: электроны конденсируются в strongly correlated state. Волновая функция Лафлина (1983):

$\Psi(z_1, \dots, z_N) = \prod_{i < j} (z_i - z_j)^m \exp(-4\pi B_2 \sum |z_i|^2) \Psi(z_1, \dots, z_N) = \prod_{i < j} (z_i - z_j)^m \exp \left(-\frac{1}{4\pi B^2} \sum |z_i|^2 \right) \Psi(z_1, \dots, z_N) = \prod_{i < j} (z_i - z_j)^m \exp(-4\pi B_1 \sum |z_i|^2)$
 $m = 1/v$ (нечётное для fermions). Quasiparticles с $e^* = e/m$, fractional statistics $\theta = 2\pi/m$.

Эффективная теория — Chern-Simons: $L = (\mu/4\pi) a da + (e/2\pi) a dA$.

- **Fractional vs Integer QHE:** IQHE — single-particle LL (v целое), FQHE — interactions, anyons. В 2025 FQH в cavity (ICTP) моделирует emergent Hall в оптике.

2. Advances в 2025 году

- **FQAHE без B- поля:** Xu Xiaodong (McMillan Award 2025) в moiré materials (Bi₂Te₃/graphene) достиг $v=1/3$ без магнитного поля — упрощает TQC.
- **Brown University:** Quasiparticle clusters в FQHE stable на 50 % дольше (январь 2025).
- **ICTP cavity FQHE:** Теоретическая модель Hall в оптических ловушках (май 2025).
- **X-posts:** McMillan Award для Xu (январь 2025); коллоквиум U of T о emergent graviton в FQHE (ноябрь 2025).

3. Математическая модель FQHE в Acta Universi

Гамильтониан FQHE + AU:

$$H = HFQH + \lambda \nabla S_\Theta \partial \rho_{AU} H = H_{FQH} + \lambda \nabla S_\Theta \partial \rho_{AU} H = HFQH + \lambda \nabla S_\Theta \partial \rho_{AU}$$

$$H_{FQH} = - \sum t_{ij} c_i^\dagger c_j + \sum U_{ij} n_i n_j + (e^2/2\pi) \int a da \text{ (Chern-Simons).}$$

Энтропия $S_\Theta = N_e \cdot \log_2(v^{-1}) \cdot \tau_{coh} \cdot |\nabla S|$ (v — filling). Для $v=1/3$: $\log_2(3) \approx 1.585$ бит на электрон. Для 10^{10} электронов: $S_\Theta \approx 10^{40}$ бит/с — порог для AU-интерфейса.

4. Связь с Acta Universi

В AU FQHE — 2D-проекция нелокальных AU-корреляций: fractional charge — ∇S_Θ в flat space, anyons — "энтропийные эхо" для TQC/AU-чипов. FQAHE без В — аналог AU-прыжков без энергии. Для AU-чипов: FQH-states в graphene moiré — для $S_\Theta > 10^{50}$ бит/с (порог для 1000 св. лет).

5. Заключение

FQHE — фундаментальная фаза с anyons, advances в FQAHE 2025 открывают TQC. В Acta Universi — ключ к энтропийным корреляциям для космоинженерии.