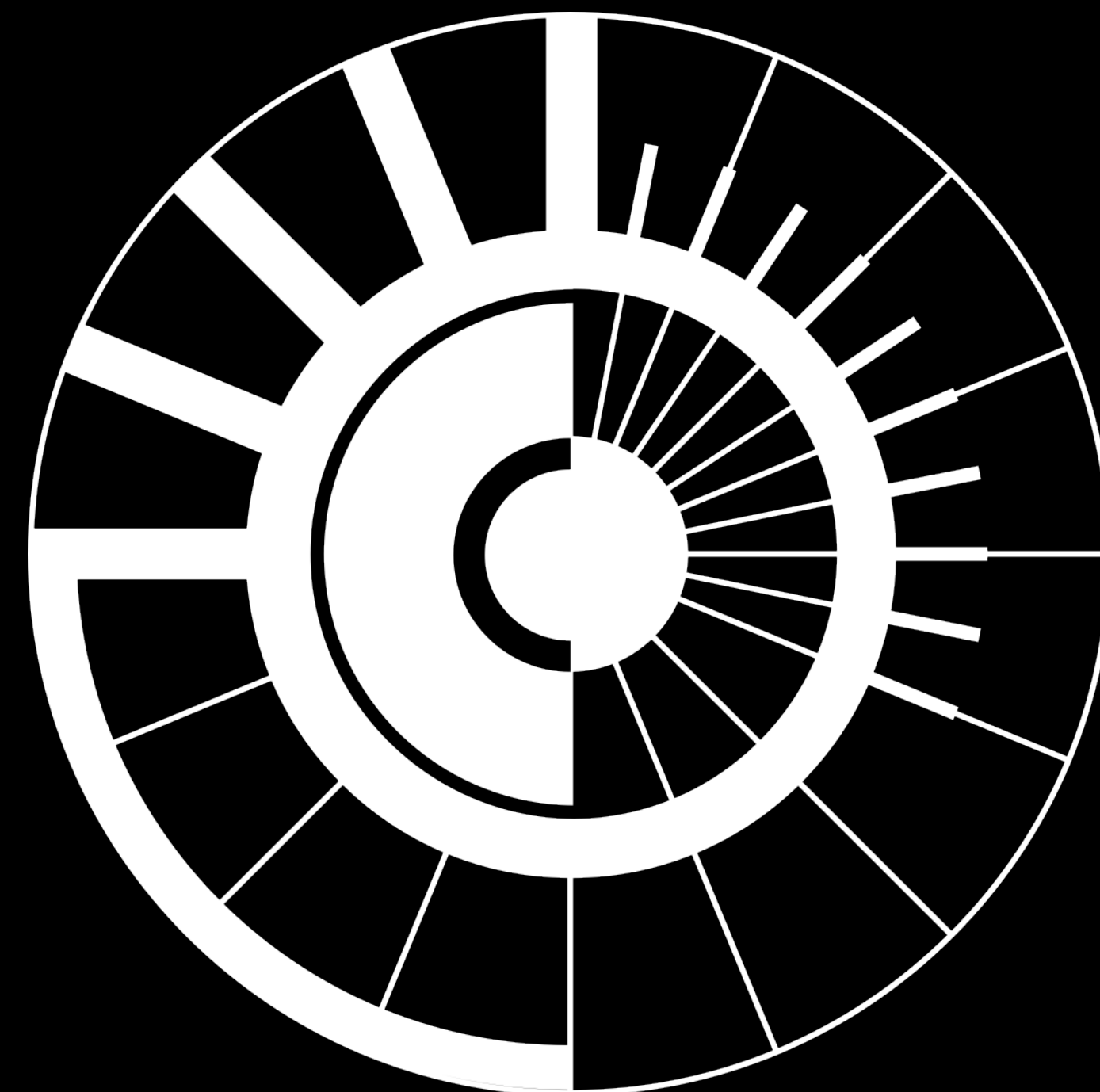


Гибридная фотоника - технологии на стыке
оптики и электроники

СЕРГЕЙ АЛЯТКИН

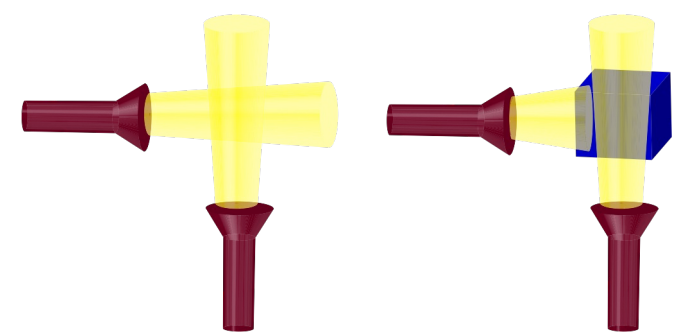
СТАРШИЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ
РУКОВОДИТЕЛЯ
ЛАБОРАТОРИИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СИМПОЗИУМ
«СОЗДАВАЯ БУДУЩЕЕ»



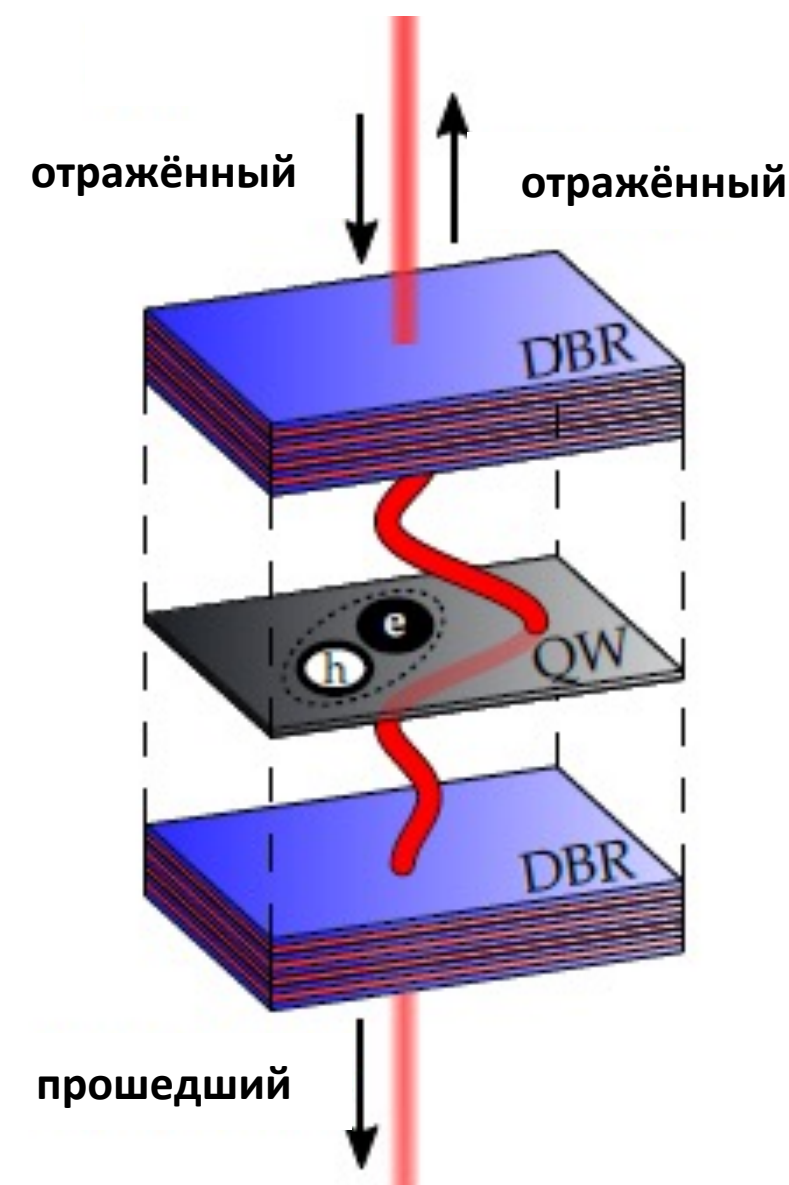
ПУТЕШЕСТВИЕ ВО ВРЕМЕНИ.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОСТ
К БУДУЩЕМУ

СИЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ



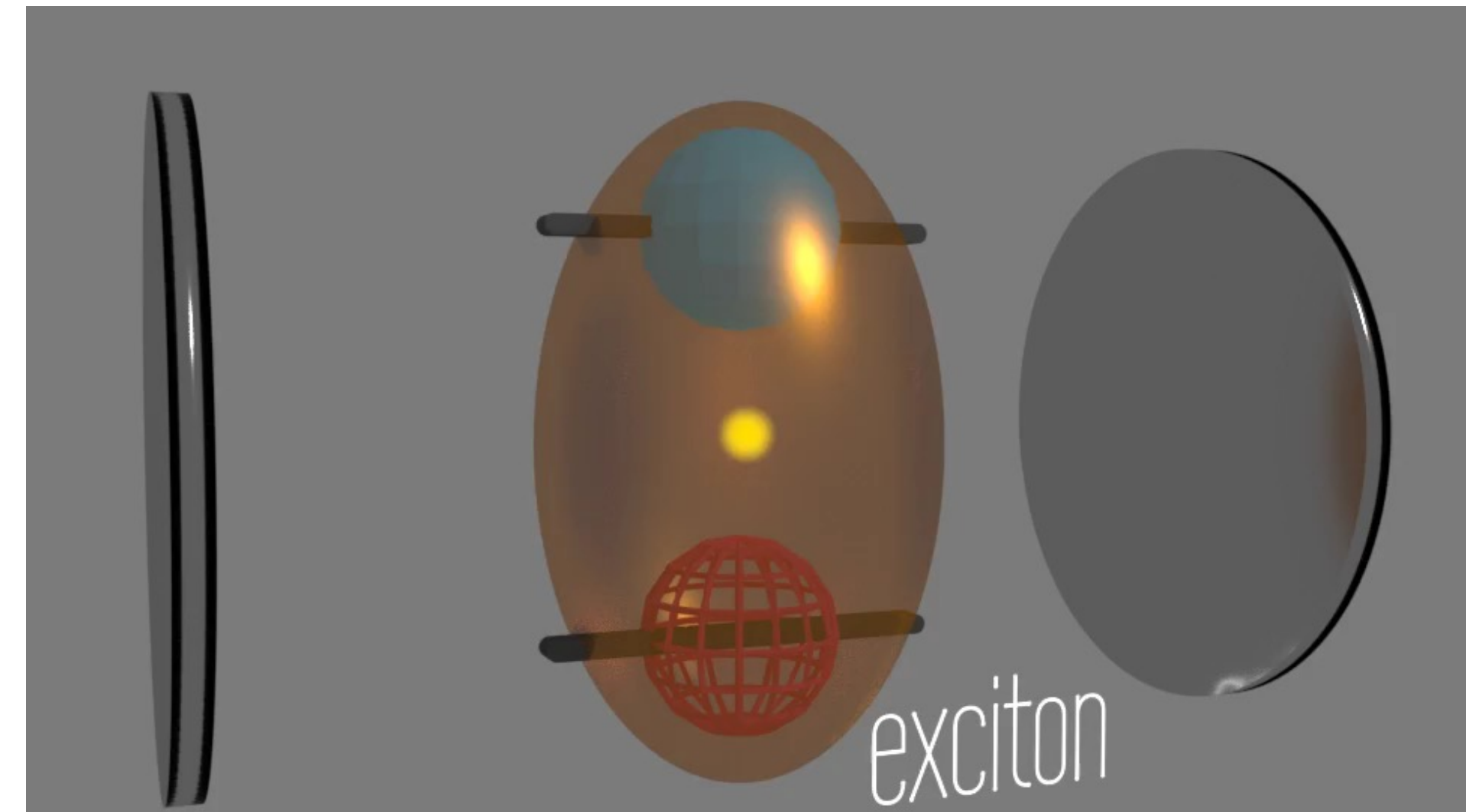
Контроль света с помощью света?

Микрорезонатор с активной средой (квантовая яма)



$\Omega_R \gg \gamma_C, \gamma_X$
 Ω_R — сила связи
 γ_C — скорость распада фотонов
 γ_X — скорость распада экситонов

C. Weisbuch *et al.*, Phys. Rev. Lett. **69**, 3314 (1992)



$$|\text{ПОЛЯРИТОН} \rangle = \alpha |\text{ФОТОН} \rangle + \beta |\text{ЭКСИТОН} \rangle$$

$|\alpha|^2 \rightarrow$ фотонная компонента

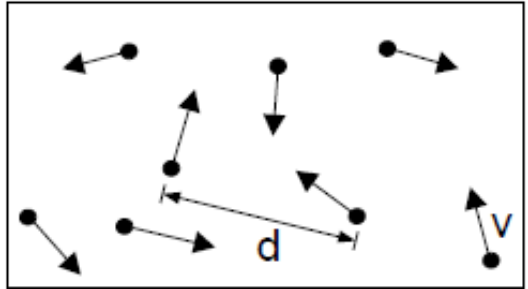
- Низкая эффективная масса ($10^{-4} - 10^{-5}$) $m_{\text{элект}}$
- Короткое время жизни (~ 10 пс)
- Возможность оптических измерений системы

$|\beta|^2 \rightarrow$ экситонная компонента

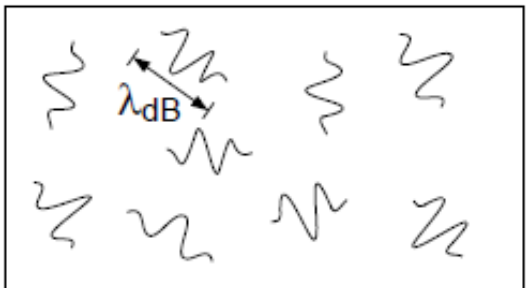
- Сильные нелинейные взаимодействия
- Возможность контроля над взаимодействием

КОНДЕНСАЦИЯ И “ОПТИЧЕСКАЯ ПЕЧАТЬ” ПОЛЯРИТОНОВ

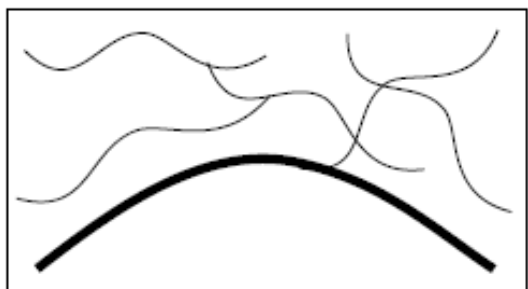
атомы



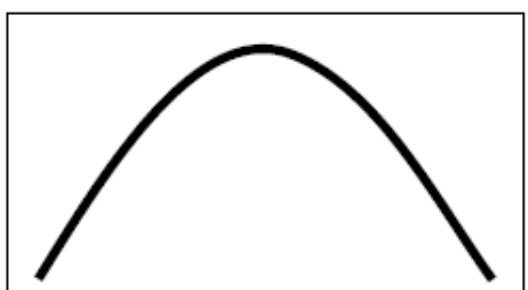
Высокая T : тепловая скорость V
(бильярдные шары)



Низкая T : длина волны де Бройля
 $p = h/\lambda_{dB}$ (волновые пакеты)



$T = T_c$: $\lambda_{dB} \approx d$
(переналожение волн)



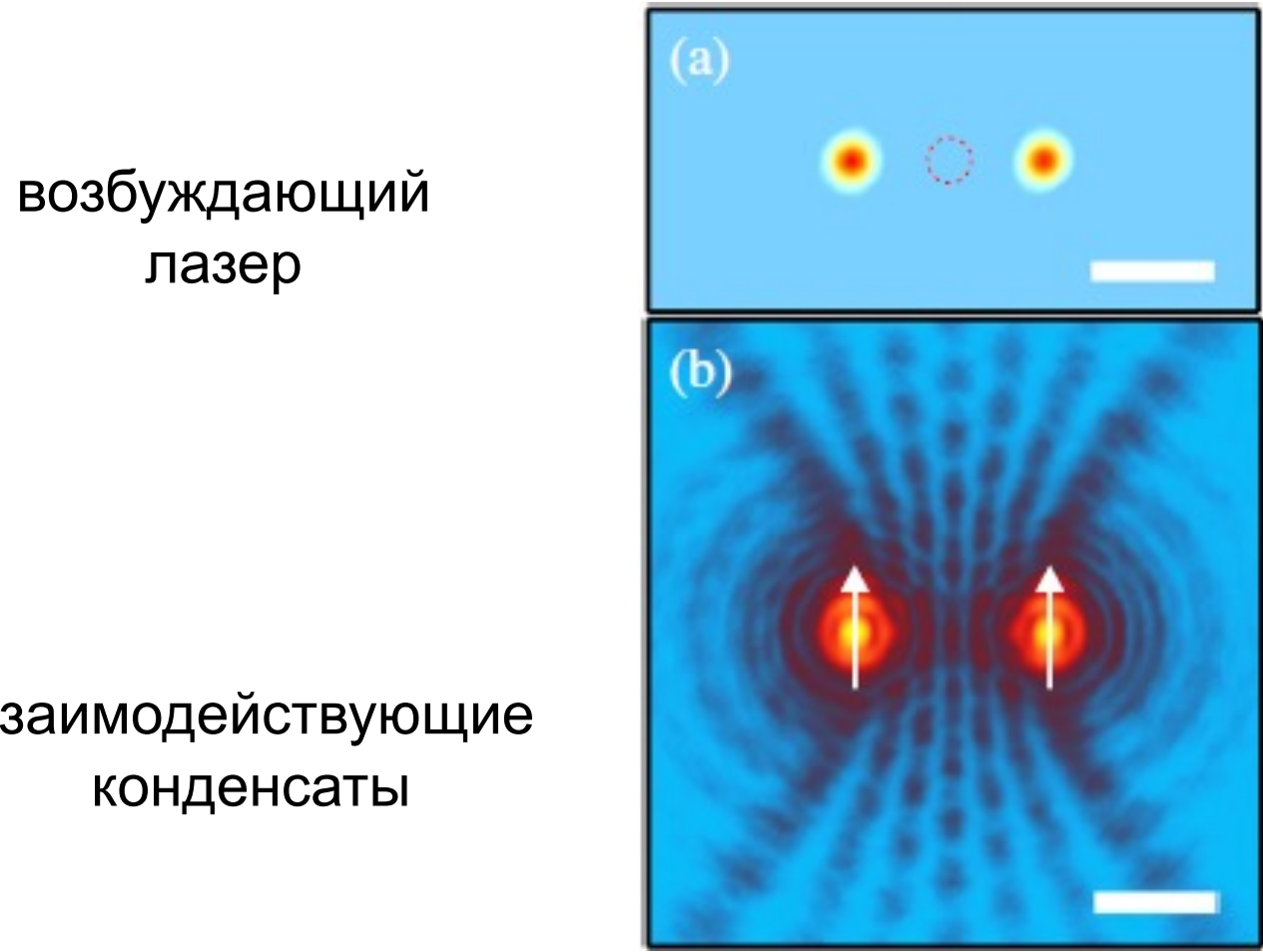
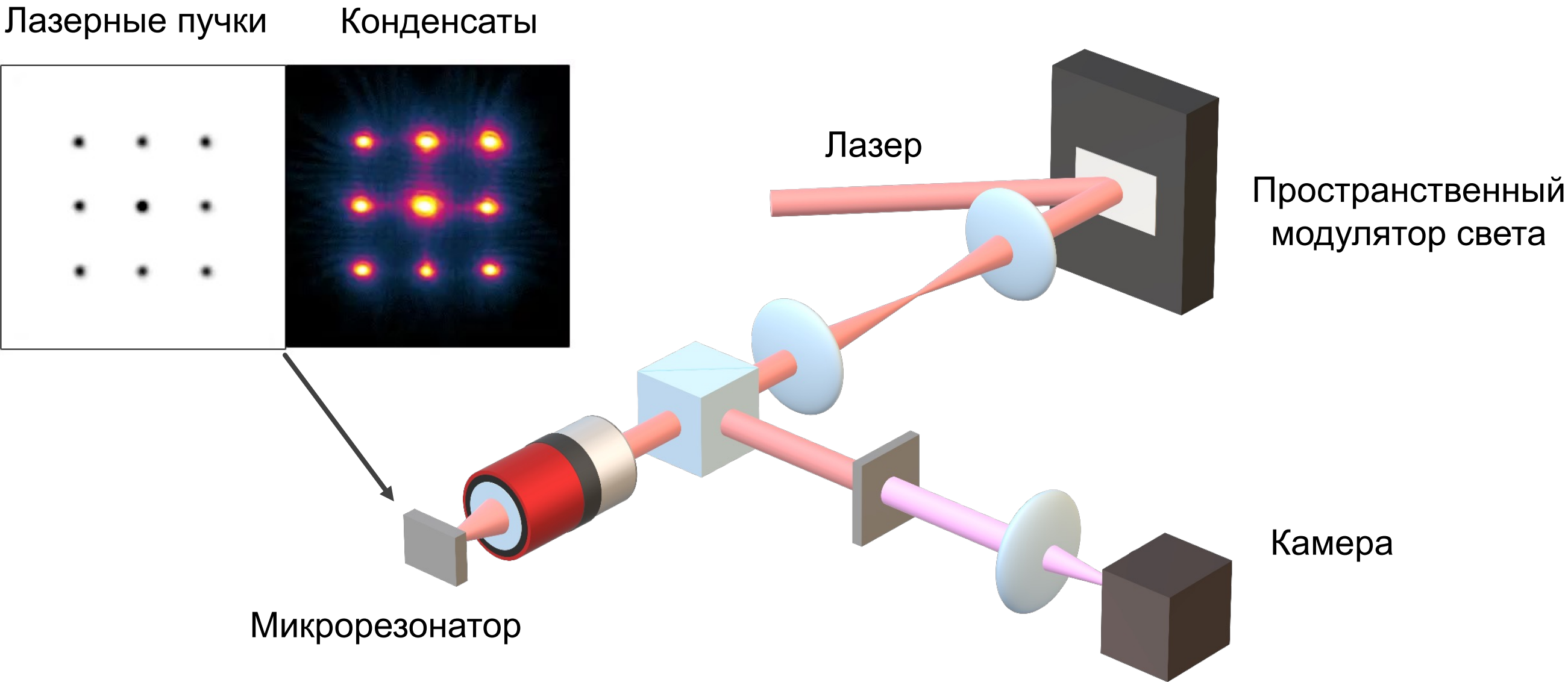
$T = 0$: конденсат Бозе-Эйнштейна
(когерентное состояние)

$\lambda_{dB} \sim \frac{1}{\sqrt{mT}}$

Нобелевская премия по физике (2001 г)

3

Конденсация экситон-поляритонов (2006 г)



ARTICLES

PUBLISHED ONLINE: 25 SEPTEMBER 2017 | DOI: 10.1038/NMAT4971

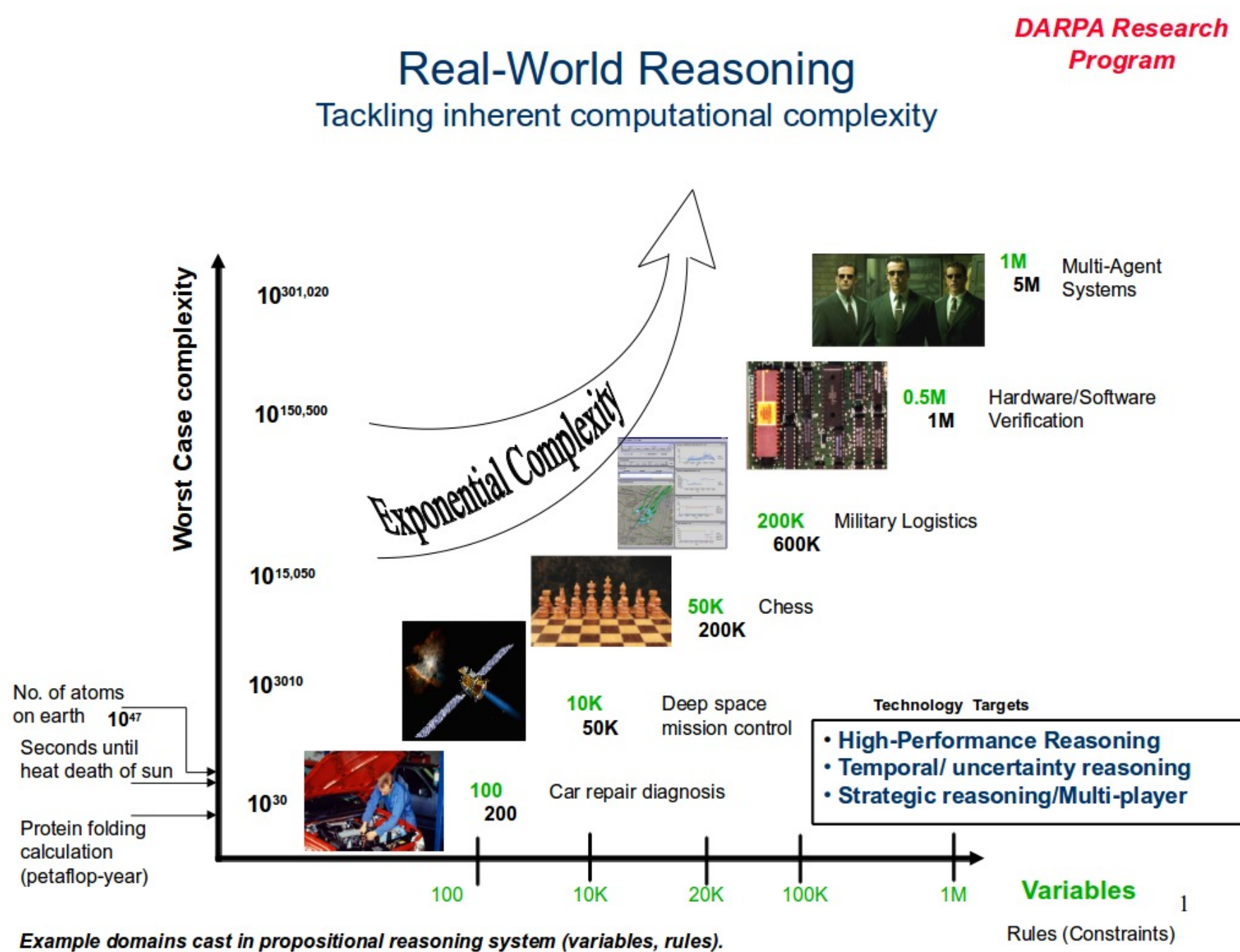
nature materials

Realizing the classical XY Hamiltonian in polariton simulators

Natalia G. Berloff^{1,2*}, Matteo Silva³, Kirill Kalinin¹, Alexis Askitopoulos³, Julian D. Töpfer³, Pasquale Cilibrizzi³, Wolfgang Langbein⁴ and Pavlos G. Lagoudakis^{1,3*}

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ПОЛЯРИТОНИКИ

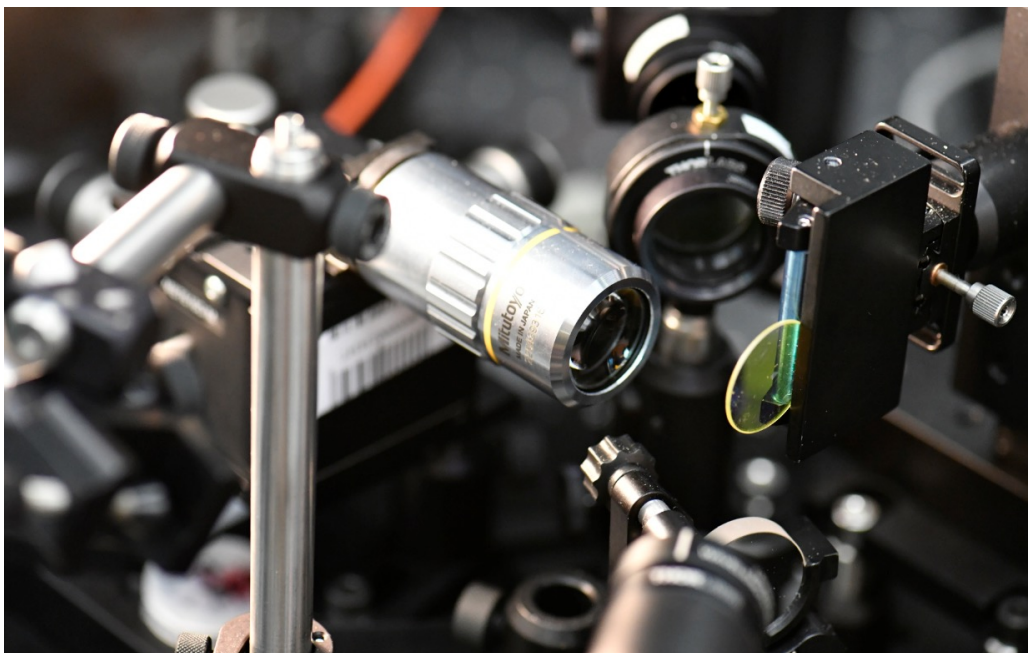
АНАЛОГОВЫЙ СИМУЛЯТОР НА ОСНОВЕ РЕШЕТОК КОНДЕНСАТОВ



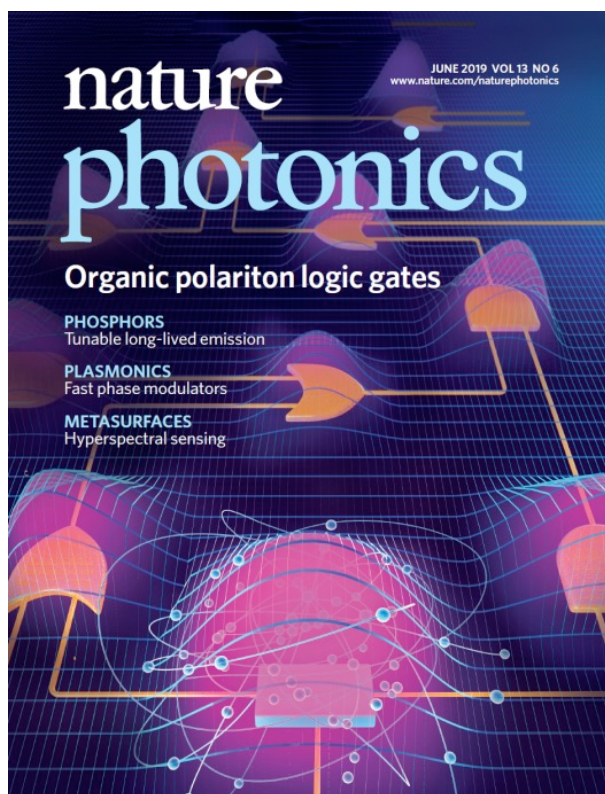
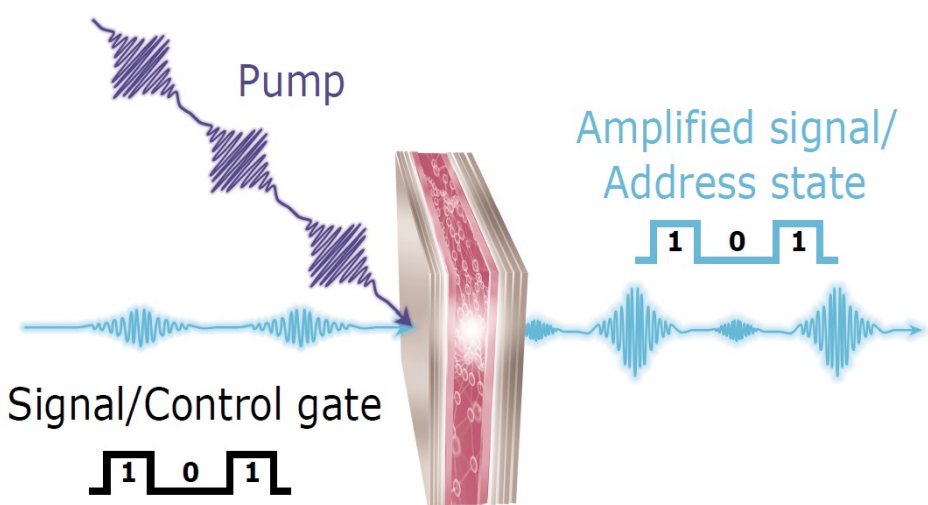
- ✓ отображение задачи минимизации на спиновые модели
- ✓ отображение параметров физической системы на спиновые модели
- ✓ корректные начальные условия для физической системы
- ✓ считывание решения и интерпретация

УЛЬТРАБЫСТРАЯ ПОЛЯРИТОННАЯ ЛОГИКА

Первый органический поляритонный транзистор (при комнатной температуре) на основе полупроводниковых полимеров в микрорезонаторе



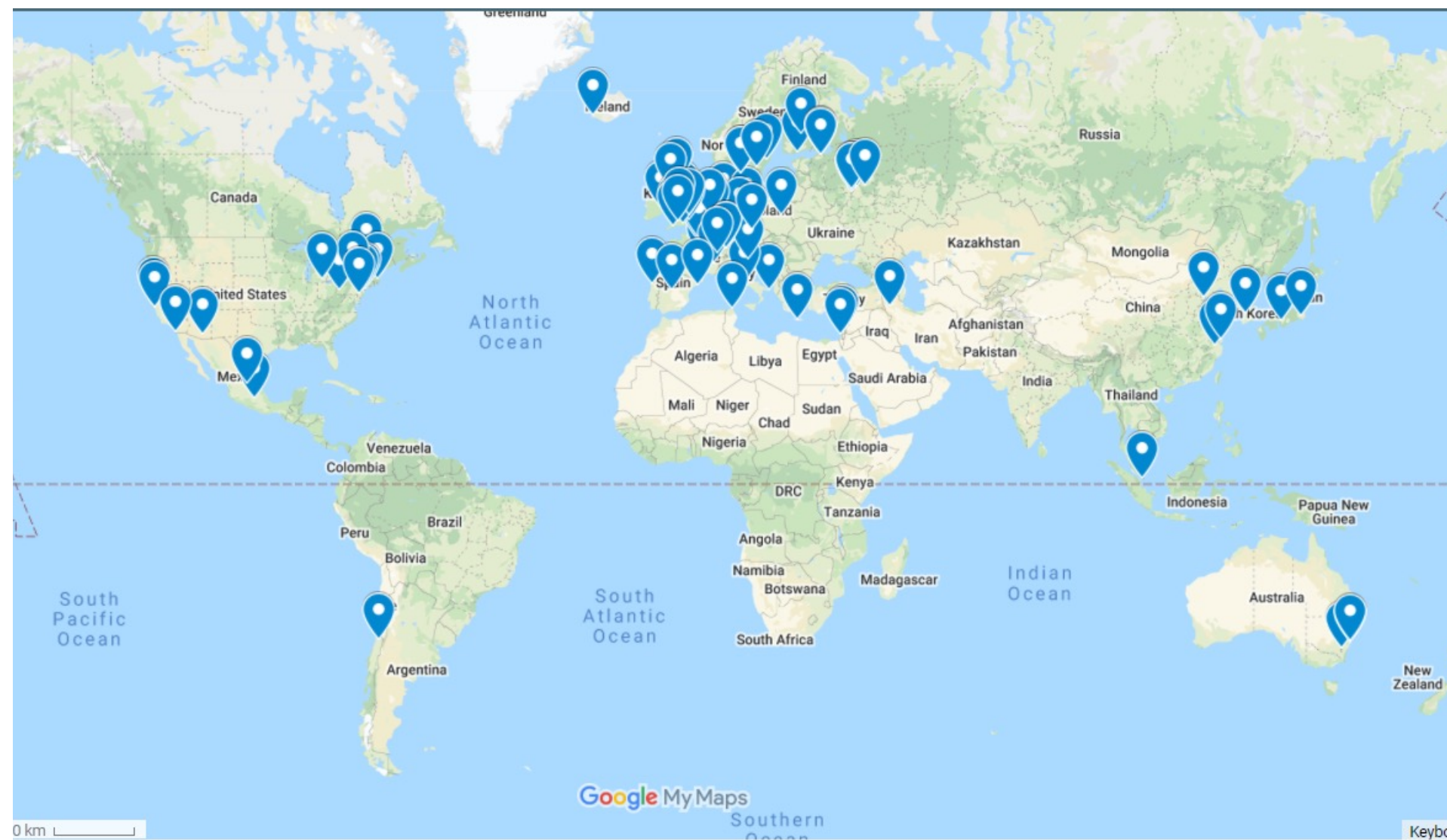
- Рекордный коэффициент усиления (10 дБ/мкм)
- Быстродействие (0,5 пс)
- Однофотонная чувствительность состояния



Nat. Photonics **13**, 378–383 (2019)
Nature **597**, 493–497 (2021)
Nat Commun **15**, 5362 (2024)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Мировая активность в области поларитоники



Лаборатория гибридной фотоники (Сколтех)



Решетки поларитонных конденсатов с управляемым взаимодействием

