

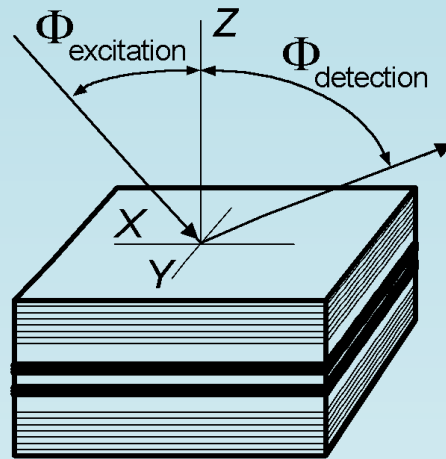
Динамическое сжатие экситон-поляритонных конденсатов в полупроводниковых микрорезонаторах

В. Д. Кулаковский, С. С. Гаврилов и Н. А. Гиппиус

ИФТТ РАН, Черноголовка

Введение

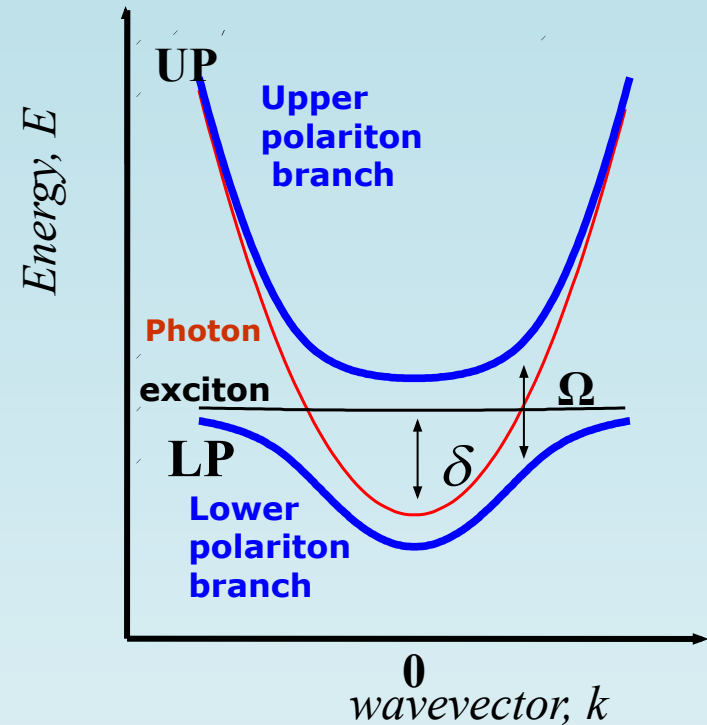
- *Planar microcavity with a few quantum wells embedded in the maxima of an electric field in the active layer*



Top Bragg mirror

Active layer with QWs

Bottom Bragg mirror



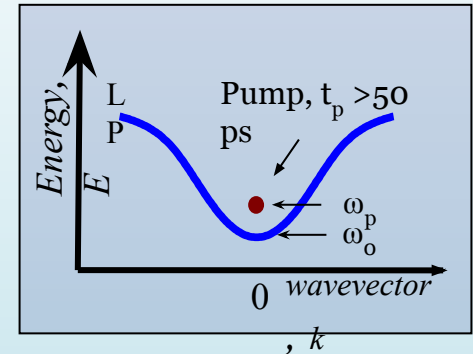
Спектроскопия с высоким угловым разрешением :

Концентрация поляритонов с любым импульсом \mathbf{k} может быть возбуждена и измерена независимо путем выбора углов возбуждения и наблюдения $\Phi \Rightarrow$

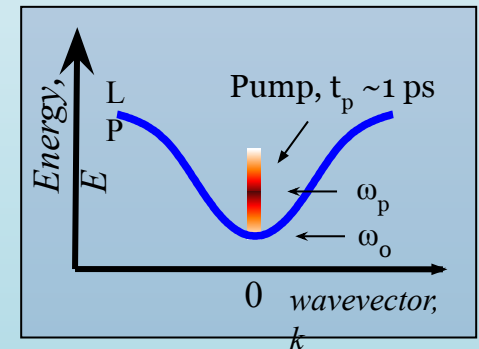
$$\mathbf{k} = \omega/c \sin \Phi .$$

The generated state of LP system under resonant excitation depends on the pulse duration and aperture

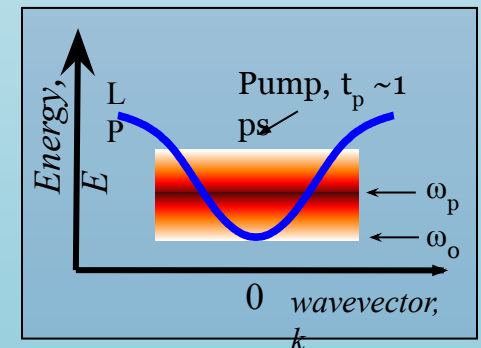
The long pulse with $\Delta E < 0.05$ meV and small aperture ($\Delta\phi < 1-2^\circ$) generates the LP system at ω_p with small Δk . The system demonstrate multistability behavior.



The short laser pulses with $\Delta E \sim 1-3$ meV and small aperture ($\Delta\phi < 1-2^\circ$) generate the LP condensate at $k \sim 0$ whose density and blueshift increase with pump intensity.



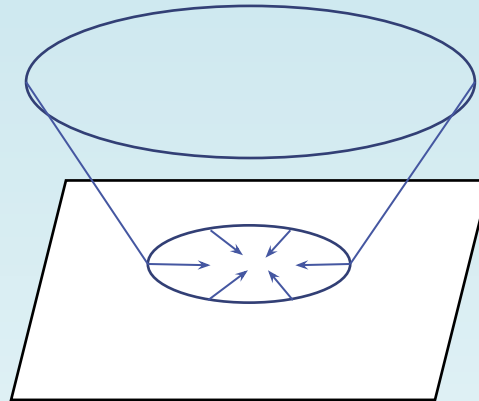
The short laser pulses with $\Delta E \sim 1-3$ meV and large aperture ($\Delta\phi > 10-15^\circ$) generate the LP system in a wide k range.



Введение

Цель - исследовать возможность резонансного возбуждения поляритонной системы в состоянии, обеспечивающем ее динамическое сжатие в основное состояние конденсата на дне поляритонной зоны после окончания импульса.

Идея – использовать для резонансной накачки поляритонов сходящийся лазерный луч и расположить МР до фокуса: В этом случае все возбуждаемые поляритоны должны двигаться к центру пятна.

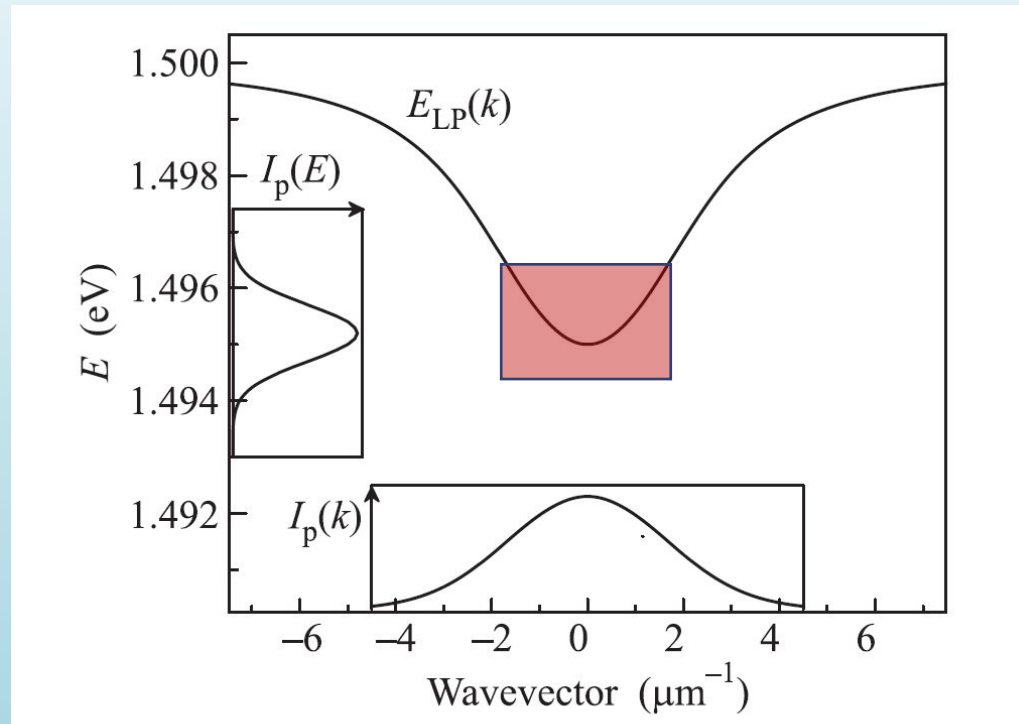


Режим фотовозбуждения

Возбуждение гауссовым пучком в широкой области k

$$\hbar\omega_p = E_{LP}(k=0) + 0.2 \text{ мэВ}$$

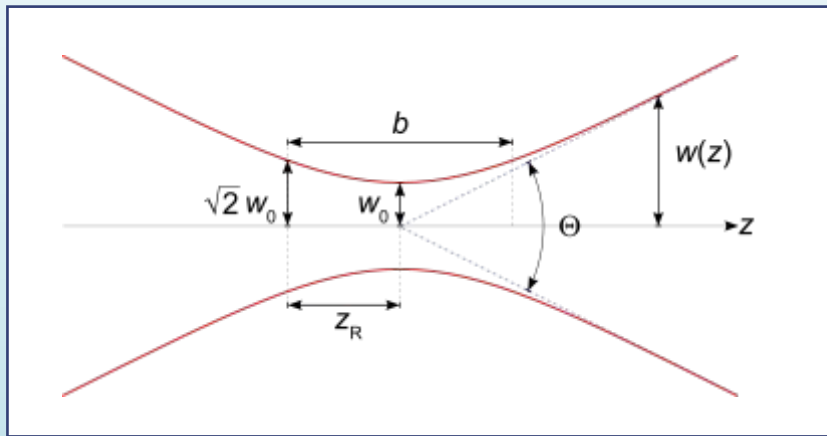
$$2\theta = 28^\circ$$



Когерентный лазерный луч возбуждает **когерентную** поляритонную систему с широким набором квазиимпульсов

Гауссов пучок

$$E(r, z) = \frac{w_0}{w(z)} e^{-i\omega_0 t + ikz - i\phi(z)} e^{-(1/w^2(z) - ik/2R(z))r^2},$$



$$\Theta = 2\theta$$

θ – угол дифракции основной моды

$w_0 = \lambda/\pi \operatorname{tg} \theta$, минимальный радиус гауссова пучка

$$w(z) = w_0 [1 + (\lambda z / \pi w_0^2)^2]^{1/2}$$

$R(z) = z [1 + (\pi w_0^2 / \lambda z)^2]$ · радиус кривизны волнового фронта

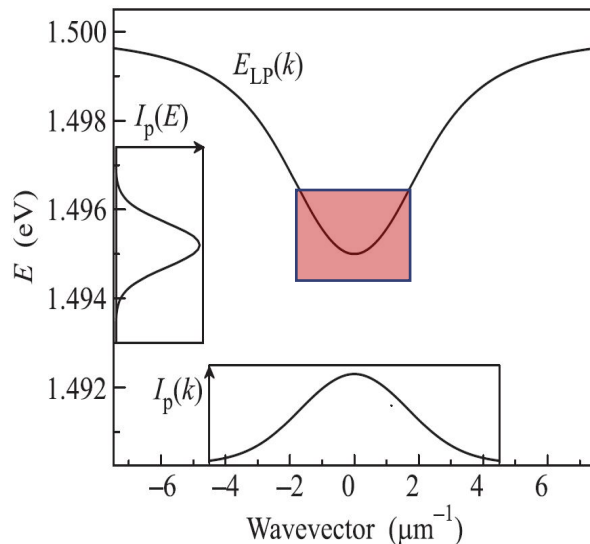
$\phi(z) = \operatorname{arctg}(\lambda z / \pi w_0^2)$ – разность фаз между лазерным пучком и плоской волной той же частоты.

Модель и параметры

Скалярное уравнение Гросса-Питаевского

$$i\hbar d\psi/dt = (E_{LP} - i\gamma + \alpha\psi^*\psi)\psi + f,$$

$$f \sim E(r, z) = \frac{w_0}{w(z)} e^{-i\omega_0 t + ikz - i\phi(z)} e^{-(1/w^2(z) - ik/2R(z))r^2}$$



$$\gamma = 0.01 \text{ мЭВ}$$

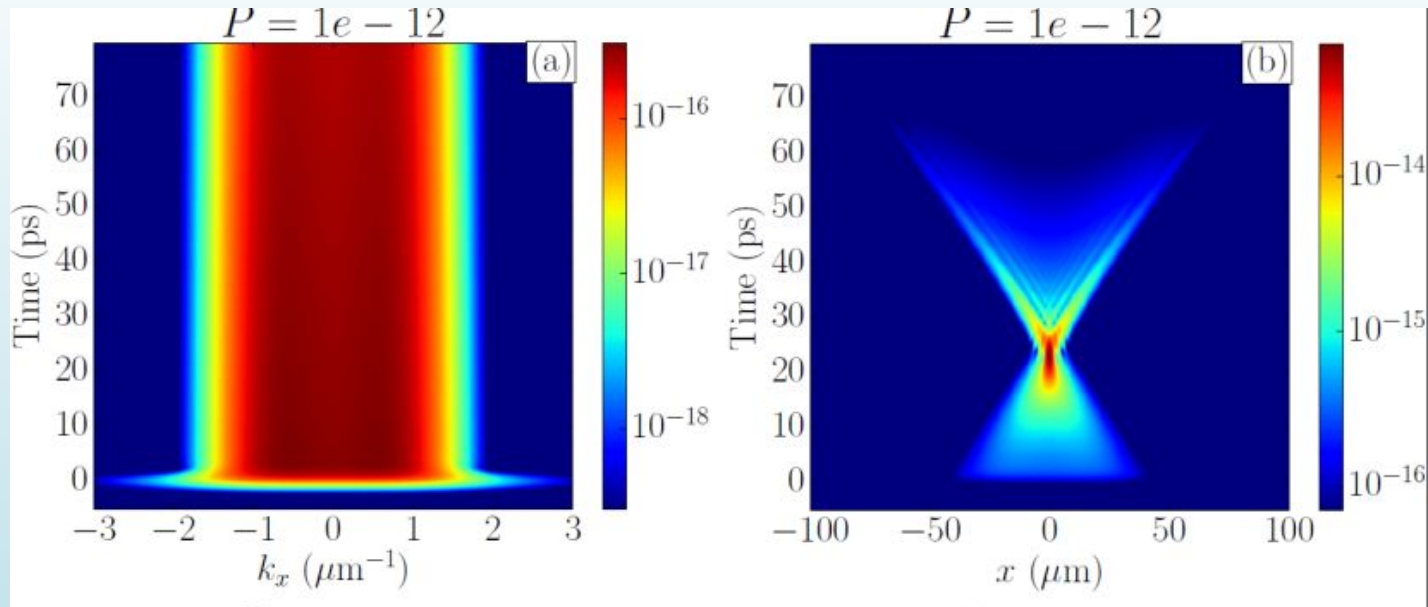
$$R = 10 \text{ мЭВ}$$

$$\hbar\omega_p = E_{LP}(k=0) + 0.2 \text{ мЭВ}$$

$$2\theta = 28^\circ$$

$$z = -250 \text{ мкм} \Rightarrow \text{диаметр пятна } D = 100 \text{ мкм}$$

Динамика поляритонной системы очень малой плотности



Поляритоны

Свет

Динамика
распределения
в k пространстве

$I(k) \sim \text{const}$

$I(k) = \text{const}$

Динамика
распределения
в r - пространстве

$I(r)$ изменяется
после перетяжки

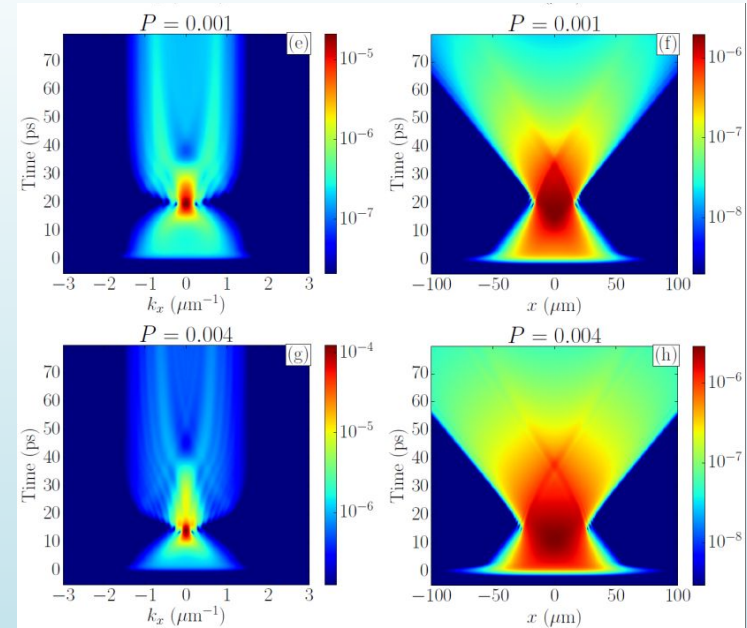
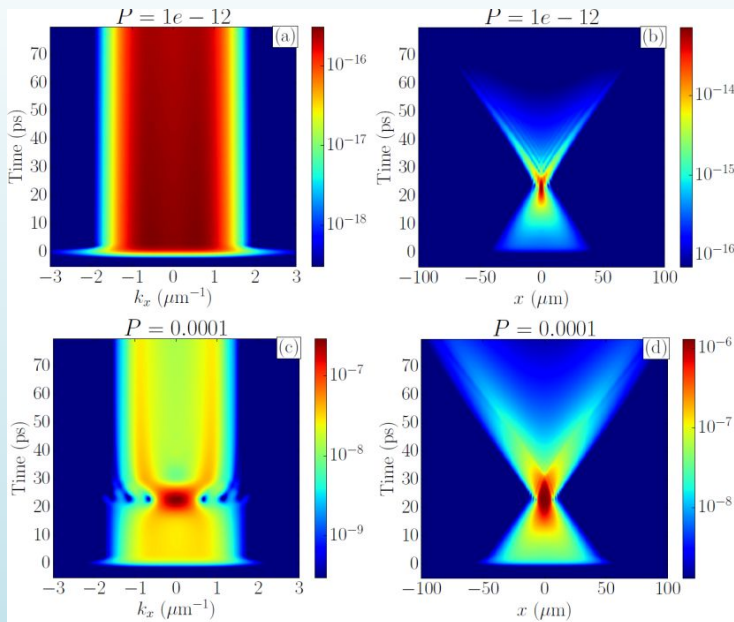
$I(r) = \text{const}$

Диаметр перетяжки

$D=1$ мкм

$D=0.7$ мкм

Изменение динамика поляритонной системы с ростом накачки



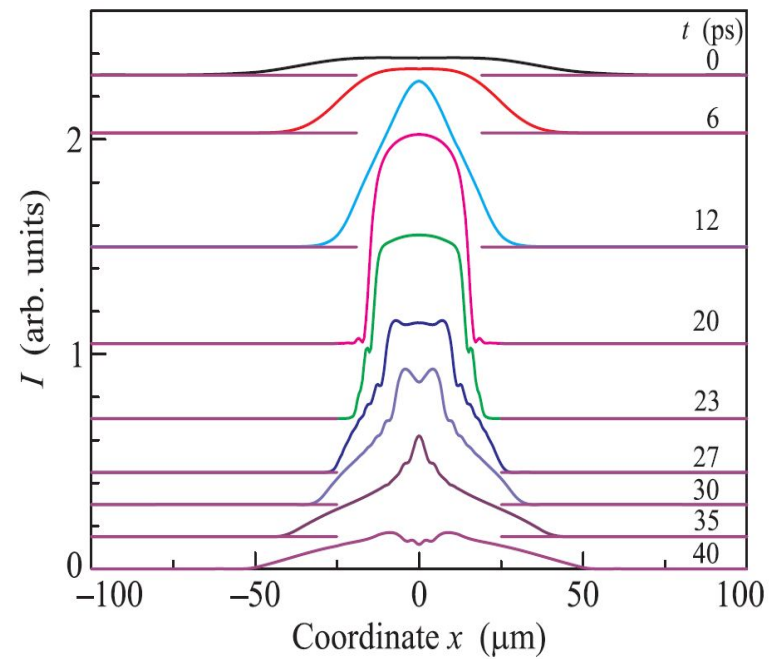
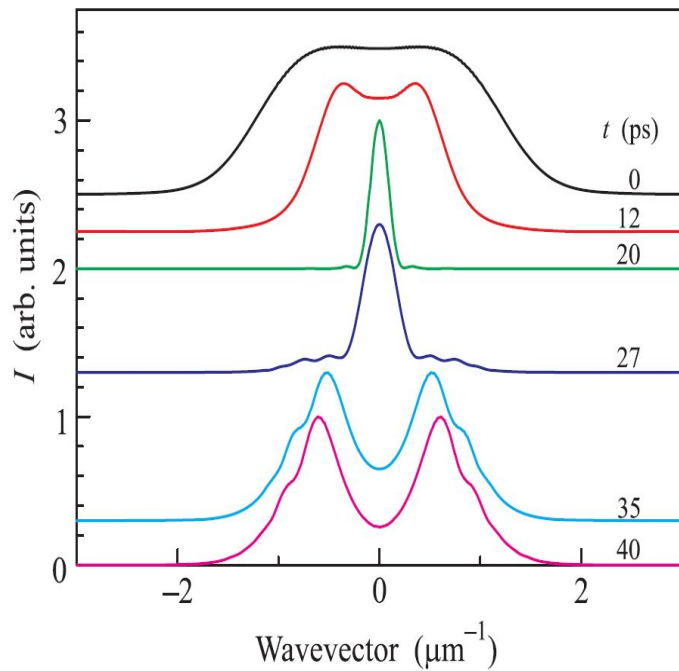
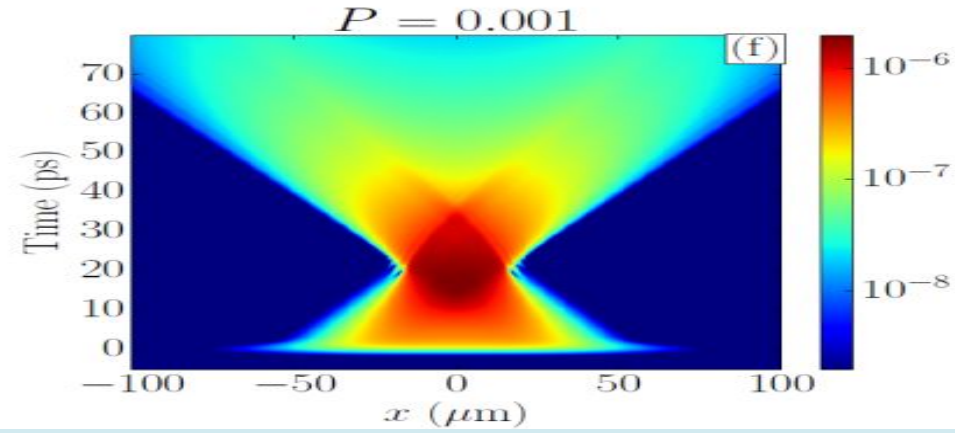
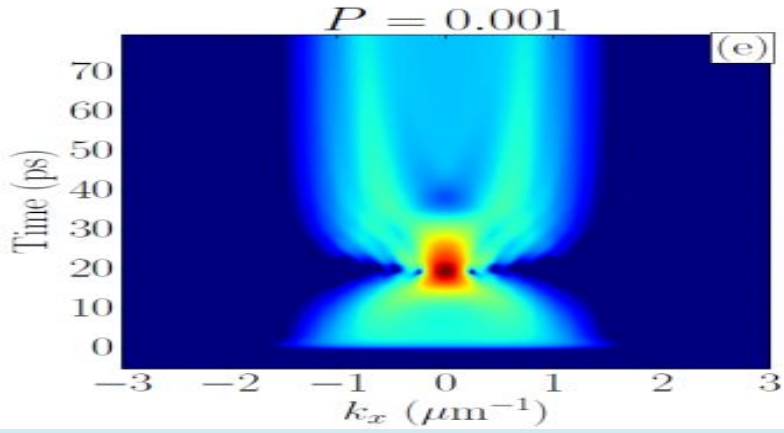
В области перетяжки

- * Δk – уменьшается, Δr – растет с увеличением накачки
- ** $\Delta k \Delta r \sim \text{const} \sim 6$, т.е. соответствует когерентному излучателю.
- *** в r -пространстве – распределение имеет плоскую вершину и
- резкие края

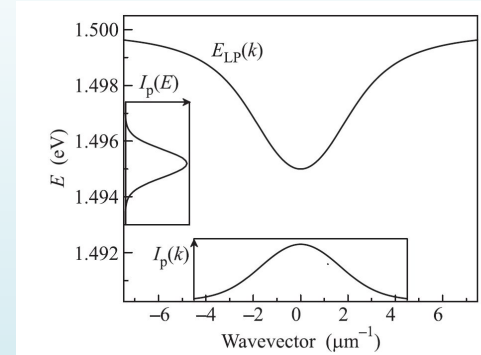
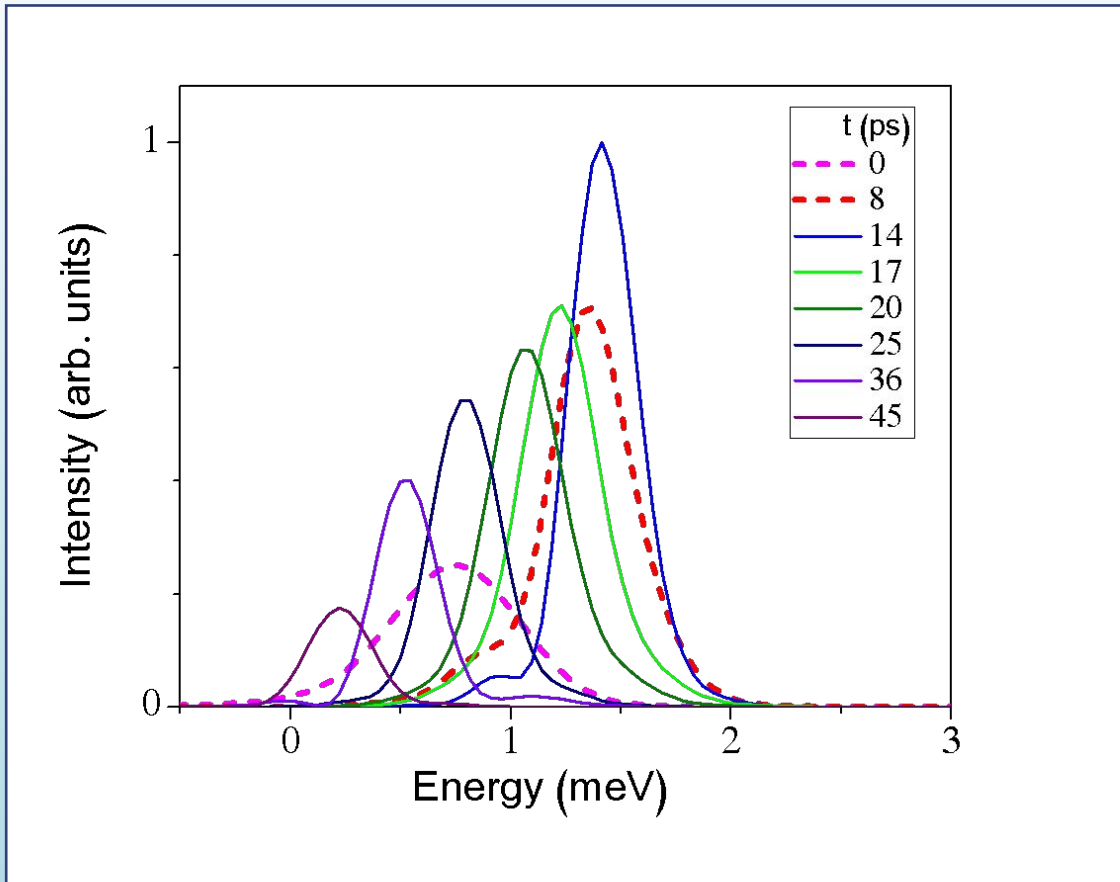
После перетяжки в течение нескольких пс нет ожидаемых

- * расплывания конденсата и монотонного увеличения Δr и
- ** соответствующего уменьшения Δk

Динамика поляритонной системы при $P=0.001$



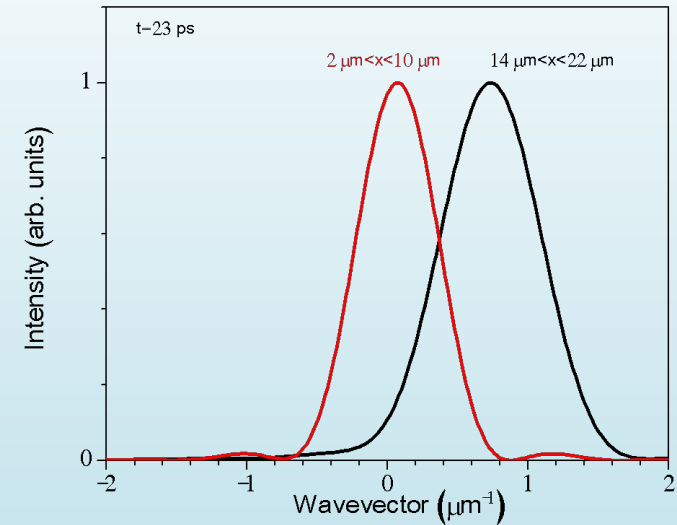
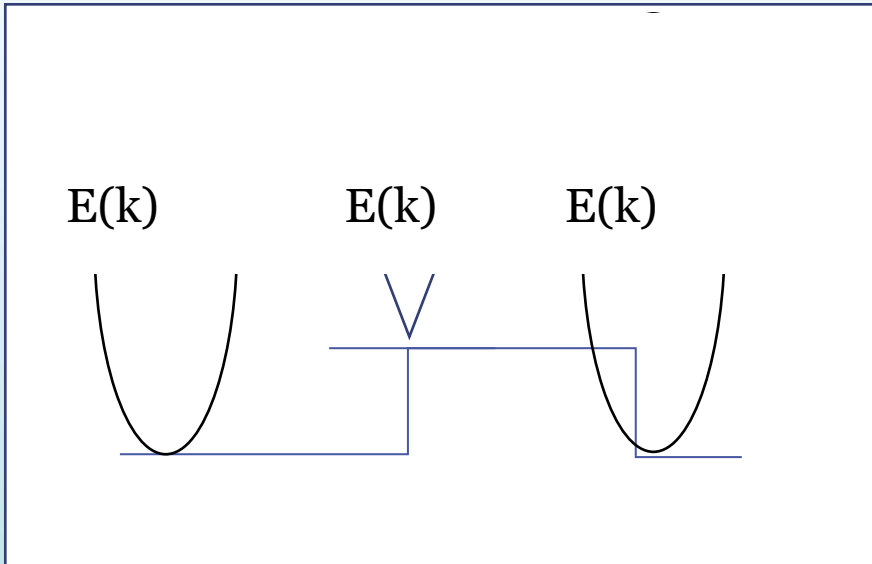
Динамика спектра излучения поляритонов



$$t=0: \quad \langle E \rangle = \langle p^2 \rangle / 2m \quad E = \langle E \rangle * n$$

$$t=14 \text{ пс} \quad E = \alpha/2 * n^2 = \langle E \rangle * n \\ \mu = \alpha n = 2 \langle E \rangle \quad !!!!$$

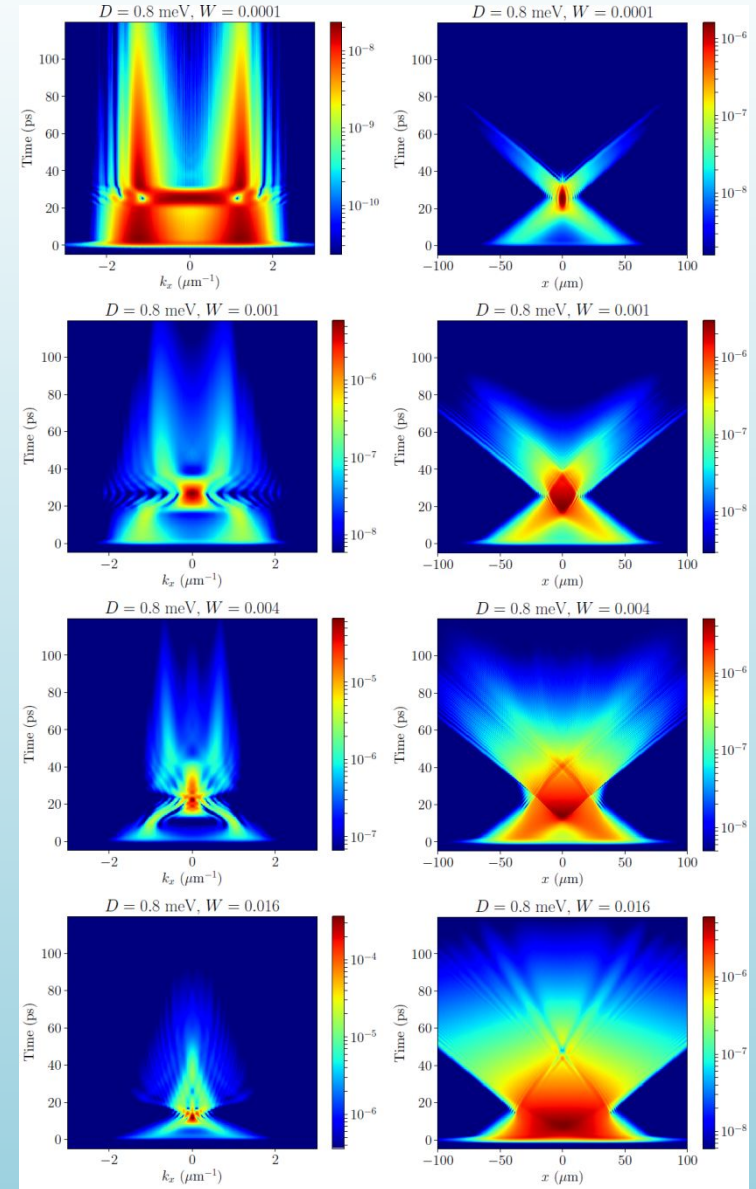
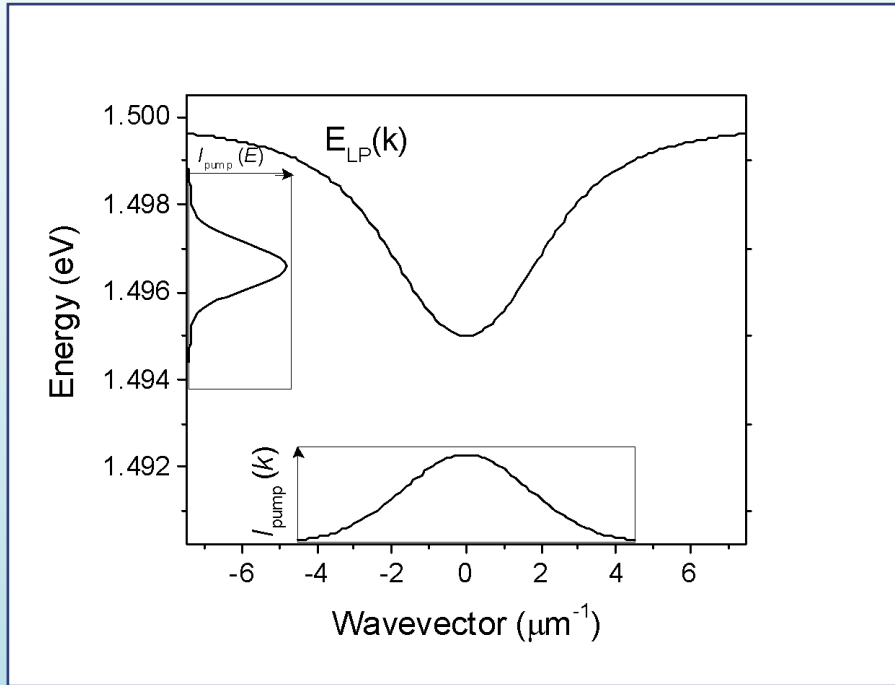
Introduction



Скачок в величине квазиимпульса на границе конденсата ведет к отражению поляритонов на границе и сохранению плотности конденсата в центре.

Утеkanie поляритонов происходит с границы – где Δk велико благодаря большому градиенту плотности.

Возбуждение в области $k > 0$



- **Найден режим резонансного возбуждения поляритонной системы, обеспечивающий ее динамическое сжатие в основное состояние конденсата после окончания импульса**

и

- **исследованы свойства поляритонного конденсата в этом режиме**

Спасибо за внимание

