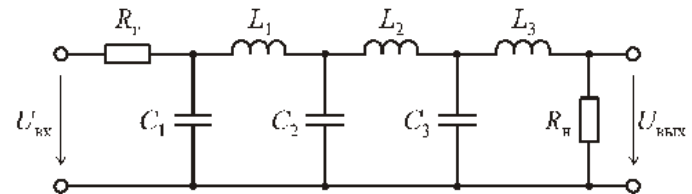


Нелинейная динамика сложных
осцилляторных систем:
решёточная модель
экситонно-поляритонного конденсата

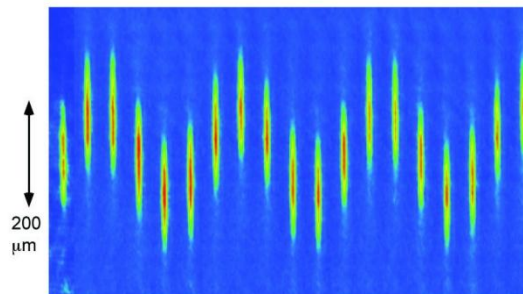
Семинар ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Н.Новгород, 6 ноября 2014 г.

Решеточные колебательные системы

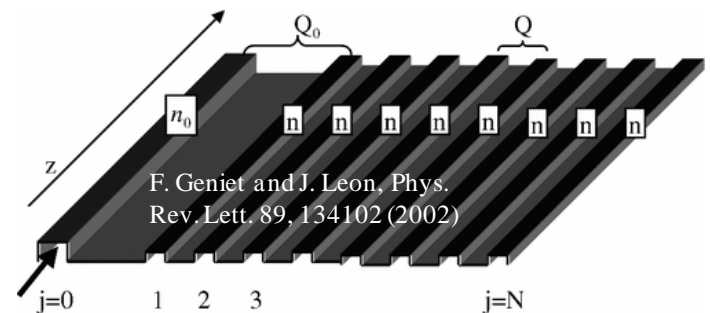
- Многозвенные фильтры в радиоэлектронике
- Микро/наноэлектро-механические системы
- Связанные оптические волноводы
- Бозе-эйнштейновские конденсаты в оптических ловушках



M.K. Zhalalutdinov et al.
Appl. Phys. Lett. 88,
143504 (2006)



10 milliseconds per frame



F. Geniet and J. Leon, Phys.
Rev. Lett. 89, 134102 (2002)

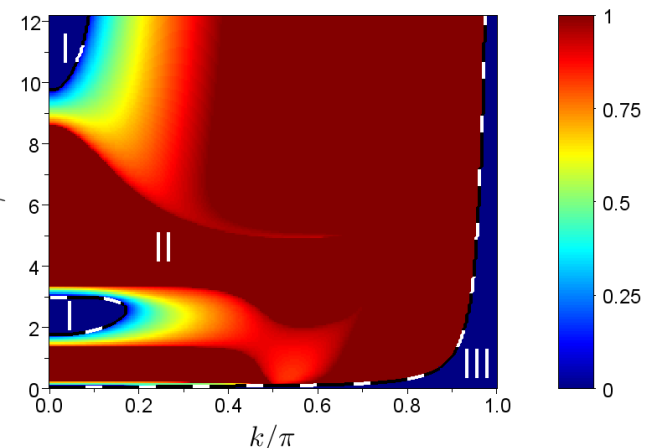
ЭКСИТОННО-ПОЛЯРИТОННЫЕ КОНДЕНСАТЫ

- Реализация бозе-эйнштейновского конденсата
- Открытая диссипативная система
 - конечное время жизни бозона
 - требуется накачка
- Модель – решетка осцилляторов
- Более доступны в эксперименте, чем атомарные конденсаты
 - температура конденсации (~гелиевые)
 - оптические методы наблюдения
- Квазиклассическое описание – модель Гинзбурга-Ландау

$$\dot{z}_n = -[g + (\beta + i\alpha) |z_n|^2] \frac{z_n}{2} - (\gamma - iJ) \frac{z_{n-1} + z_{n+1}}{2}$$

- Исследование волновых неустойчивостей [ННГУ, 2014, http://arxiv.org/abs/1407.7067](http://arxiv.org/abs/1407.7067)
<http://arxiv.org/abs/1410.6036>

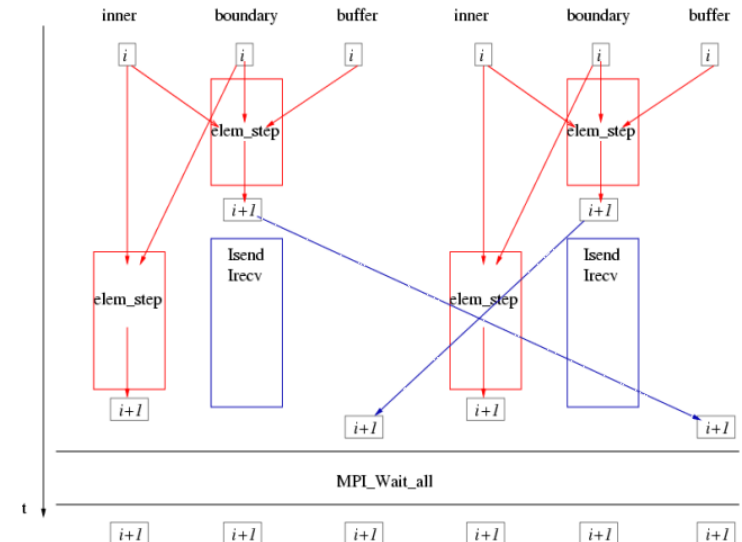
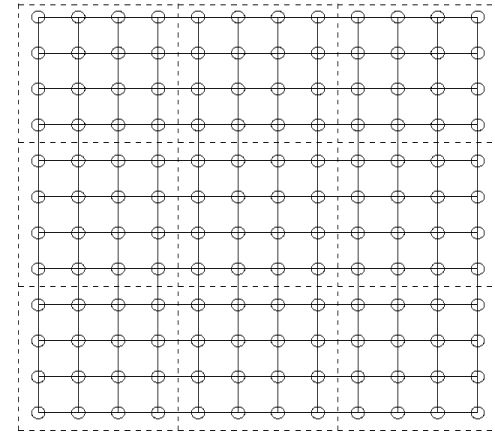
Двухатомная цепочка. Количество неустойчивых направлений (цвет; доля от общего числа мод) в зависимости от волнового числа k (ось абсцисс) и параметра радиационной связи γ (ось ординат)



1. Kasprzak J. et al. //Nature **443**, 409 (2006).
2. Aleiner I.L., Altshuler B.L., Rubo Y.G. //Phys. Rev. B **85**, 121301 (2012).
3. Rubo, Y.G. Mean-field description of multicomponent exciton-polariton superfluids. //Physics of Quantum Fluids (Springer Berlin Heidelberg, 2013), Chap. 4, 51-70.

Расчетные задачи

- Интегрирование решёточных уравнений движения на больших временных интервалах
C++, гибридный параллелизм:
MPI, OpenMP
- Отыскание периодических решений
Scilab, многопоточность **LAPACK/BLAS (Intel MKL)**
 - интегрирование на одном периоде колебаний
 - отыскание неподвижной точки отображения Пуанкаре
- Исследование решений на устойчивость
 - линеаризация уравнений движения
Scilab, явная многопоточность
 - диагонализация матрицы Флоке
Scilab, многопоточность **LAPACK/BLAS (Intel MKL)**

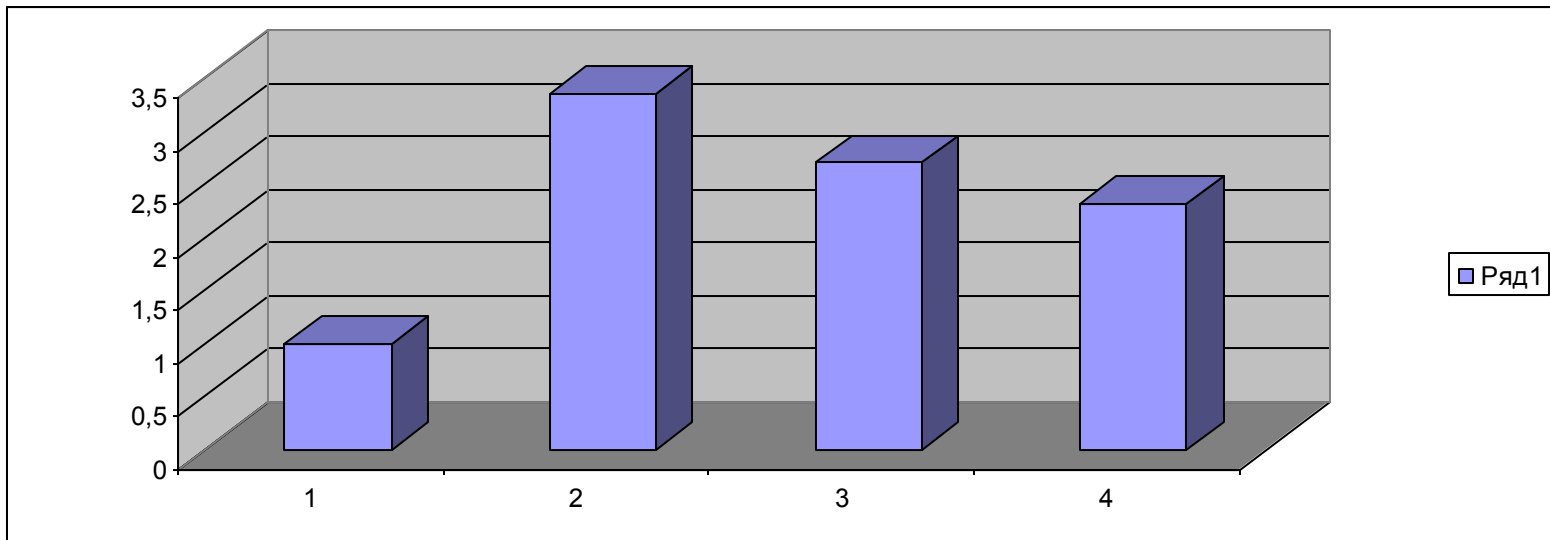


Использование вычислительных ресурсов

- 1d: достаточно настольной ЭВМ
- 3d: требуемая производительность
~ед. Тфлопс
- Качественно новые явления в 3d
 (“mobility edges”)

Оценка эффективности

- 1 узел, 4 ядра
- Решётка 100x100



serial	MPI 4 processes x 1 thread	OpenMP 1 process x 4 threads	Hybrid 2 processes x 2 threads
--------	-------------------------------------	---------------------------------------	---