



ХИМЕРНЫЕ СОСТОЯНИЯ И ПЕРЕМЕЖАЮЩИЕСЯ СТРУКТУРЫ В АНСАМБЛЕ НЕЛОКАЛЬНО-СВЯЗАННЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ ЛОРЕНЦА

И.А. Шепелев
Г.И. Стрелкова
В.С. Анищенко

ОСЦИЛЛЯТОР ЛОРЕНЦА С КВАЗИГИПЕРБОЛИЧЕСКИМ АТТРАКТОРОМ

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$

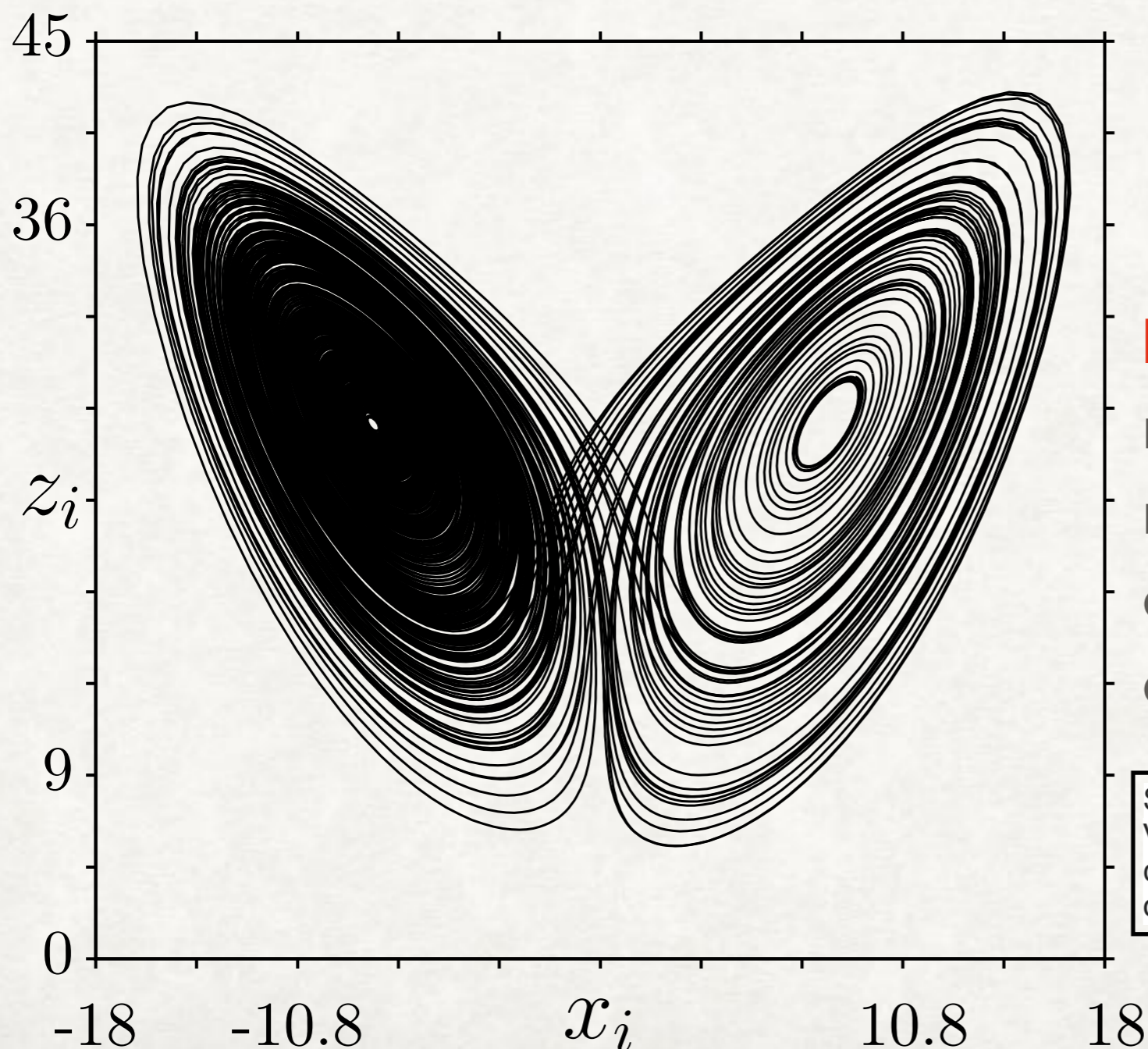
Значения параметров соответствуют квазигиперболическому аттрактору

т.е. вся фазовая плоскость – область притяжения этого аттрактора

Гипотеза:

в ансамбле связанных квазигиперболических осцилляторов химерных состояний **нет**

Semenova, N., Zakharova, A., Schöll, E., & Anishchenko, V. (2015). Does hyperbolicity impede emergence of chimera states in networks of nonlocally coupled chaotic oscillators?. *EPL*, 112(4), 40002.



ИССЛЕДУЕМАЯ СИСТЕМА

$$\dot{x}_i = \xi(y_i - x_i) + \frac{\sigma_x}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} (x_k - x_i),$$

$$\dot{y}_i = x_i(\rho - z_i) - y_i + \frac{\sigma_y}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} (y_k - y_i),$$

$$\dot{z}_i = x_i y_i - \beta z_i + \frac{\sigma_z}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} (z_k - z_i),$$

$$x_{i+N}(t) = x_i(t), \quad y_{i+N}(t) = y_i(t),$$

$$z_{i+N}(t) = z_i(t),$$

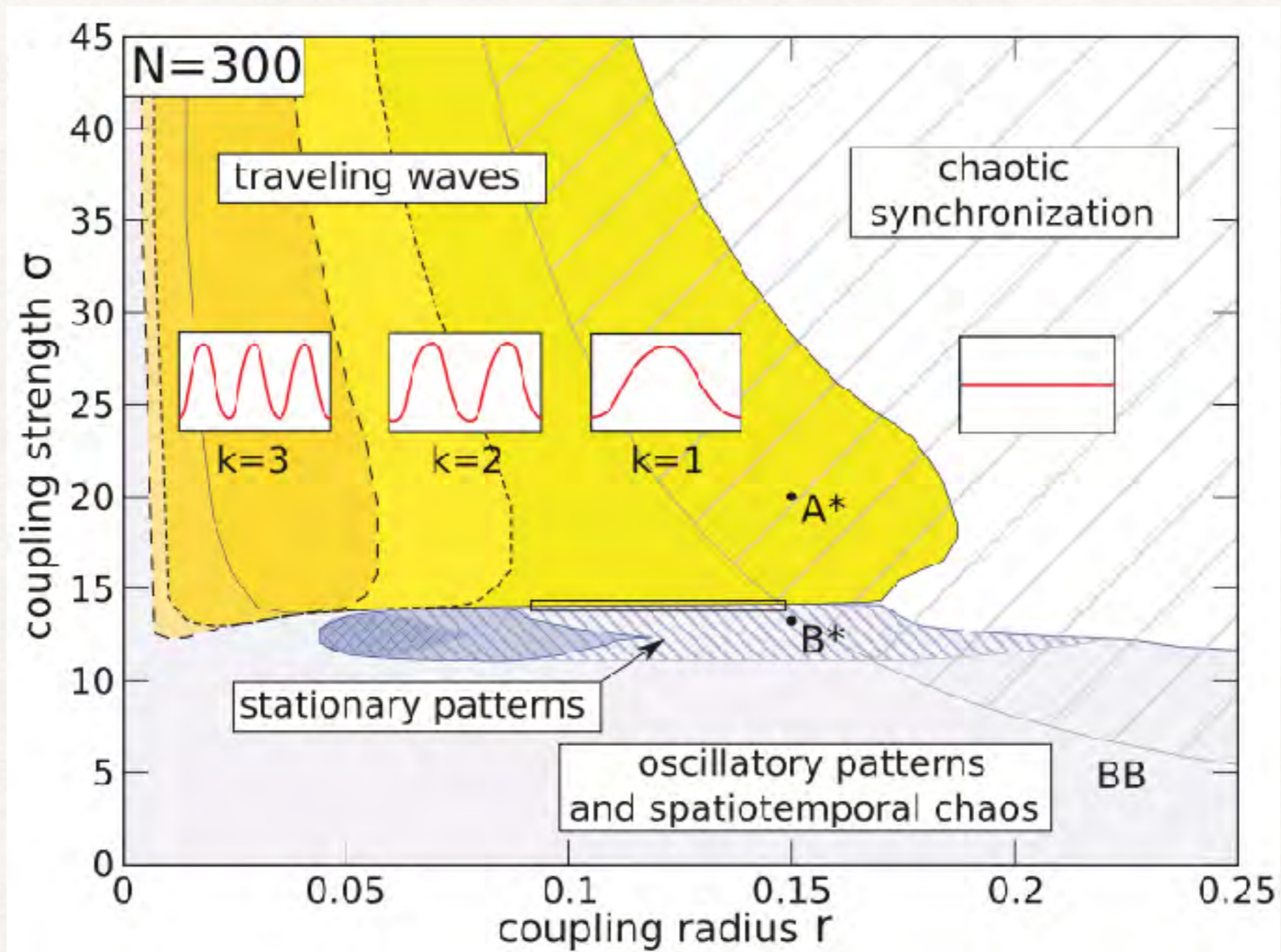
$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma, \quad \sigma_z = 0$$

$$\xi = 8/3, \quad \rho = 28, \quad \beta = 10$$

СВЯЗЬ ВВОДИТСЯ ПО ПЕРВЫМ
ДВУМ ПЕРЕМЕННЫМ

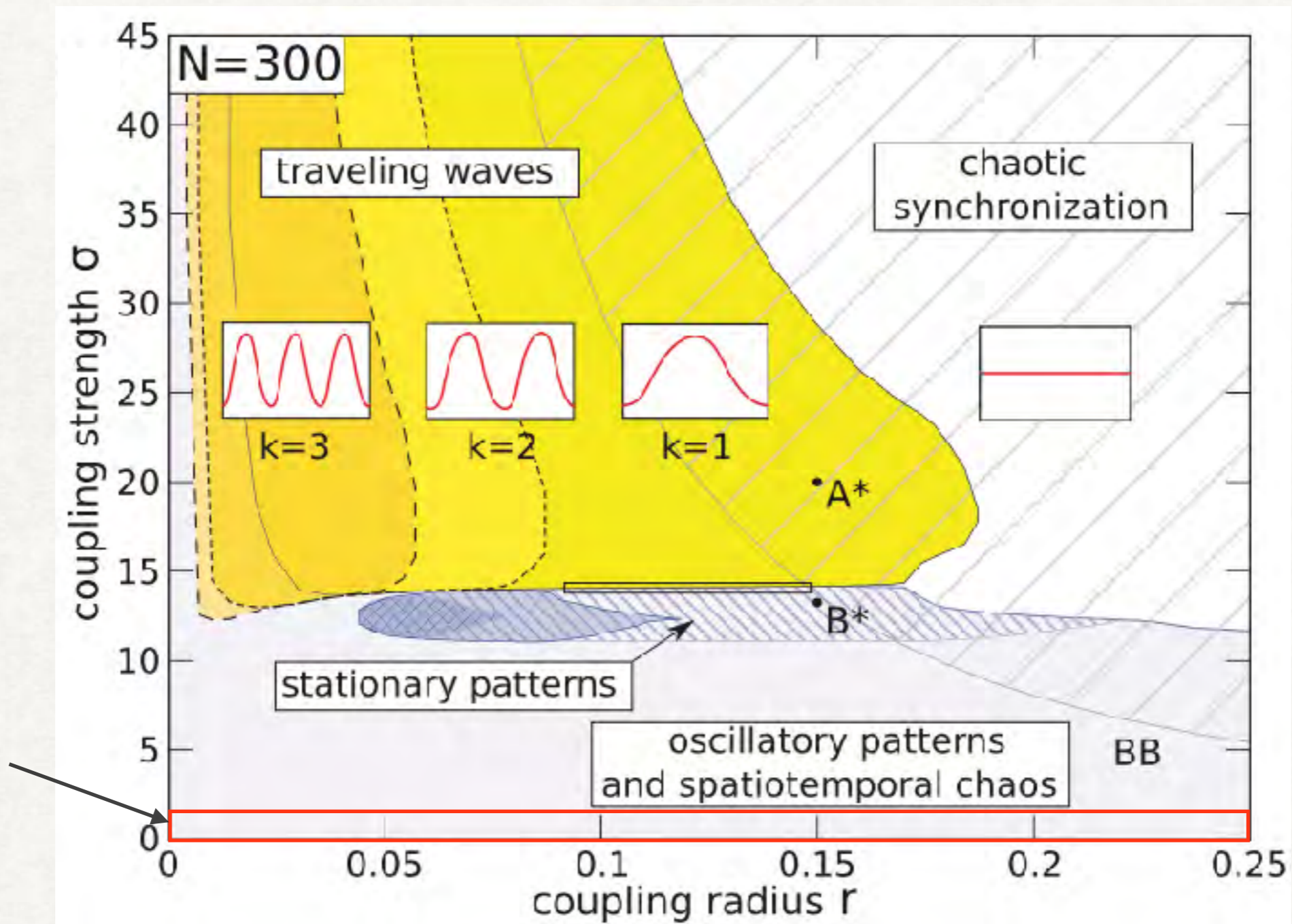
Классический
квазигиперболический
аттрактор Лоренца

ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ДЛЯ БОЛЬШИХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛЫ СВЯЗИ



V. Dziubak, Y. Maistrenko, and E. Schöll, Phys. Rev.E 87, 032907 (2013).

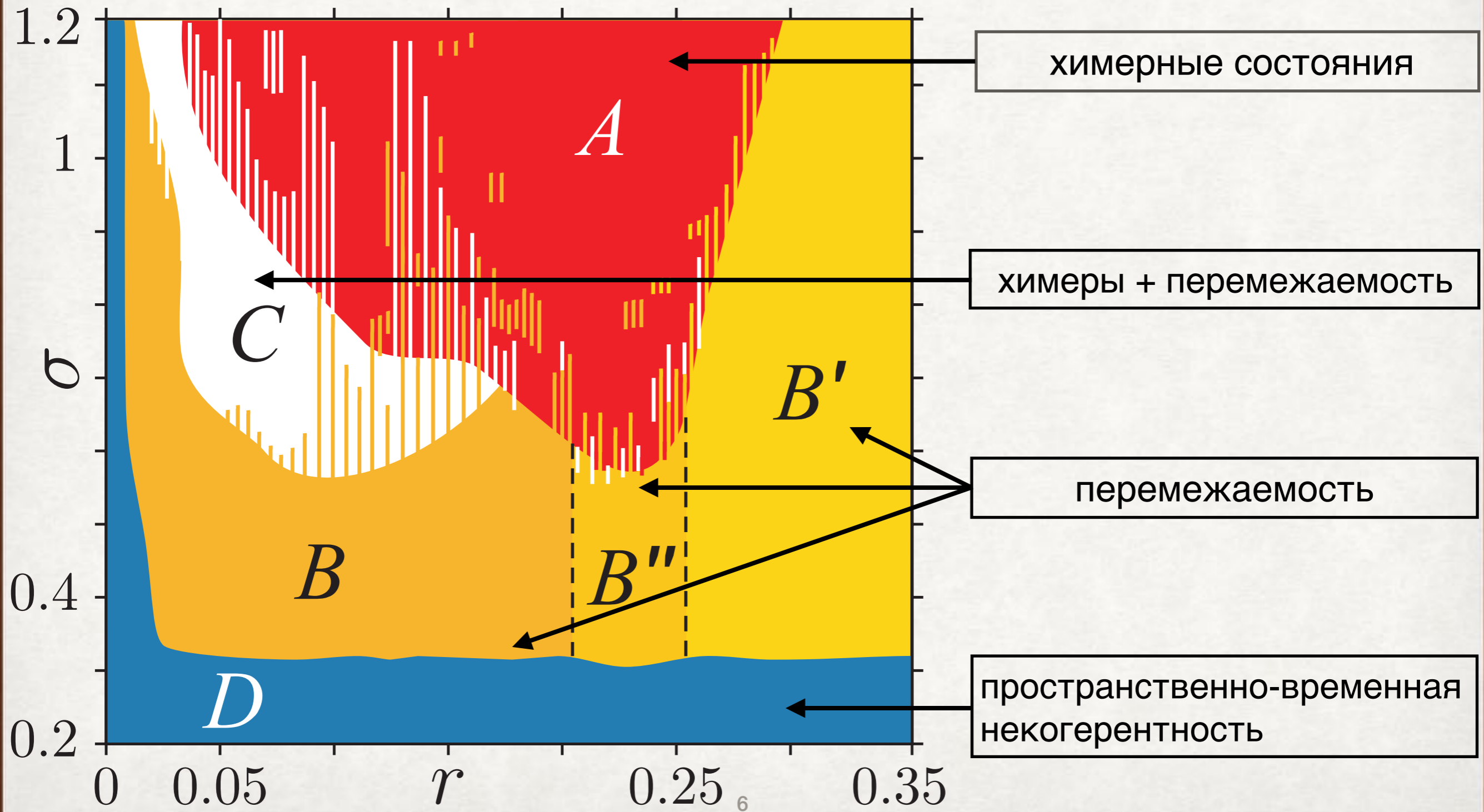
ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ДЛЯ БОЛЬШИХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛЫ СВЯЗИ



V. Dziubak, Y. Maistrenko, and E. Schöll, Phys. Rev.E 87, 032907 (2013).

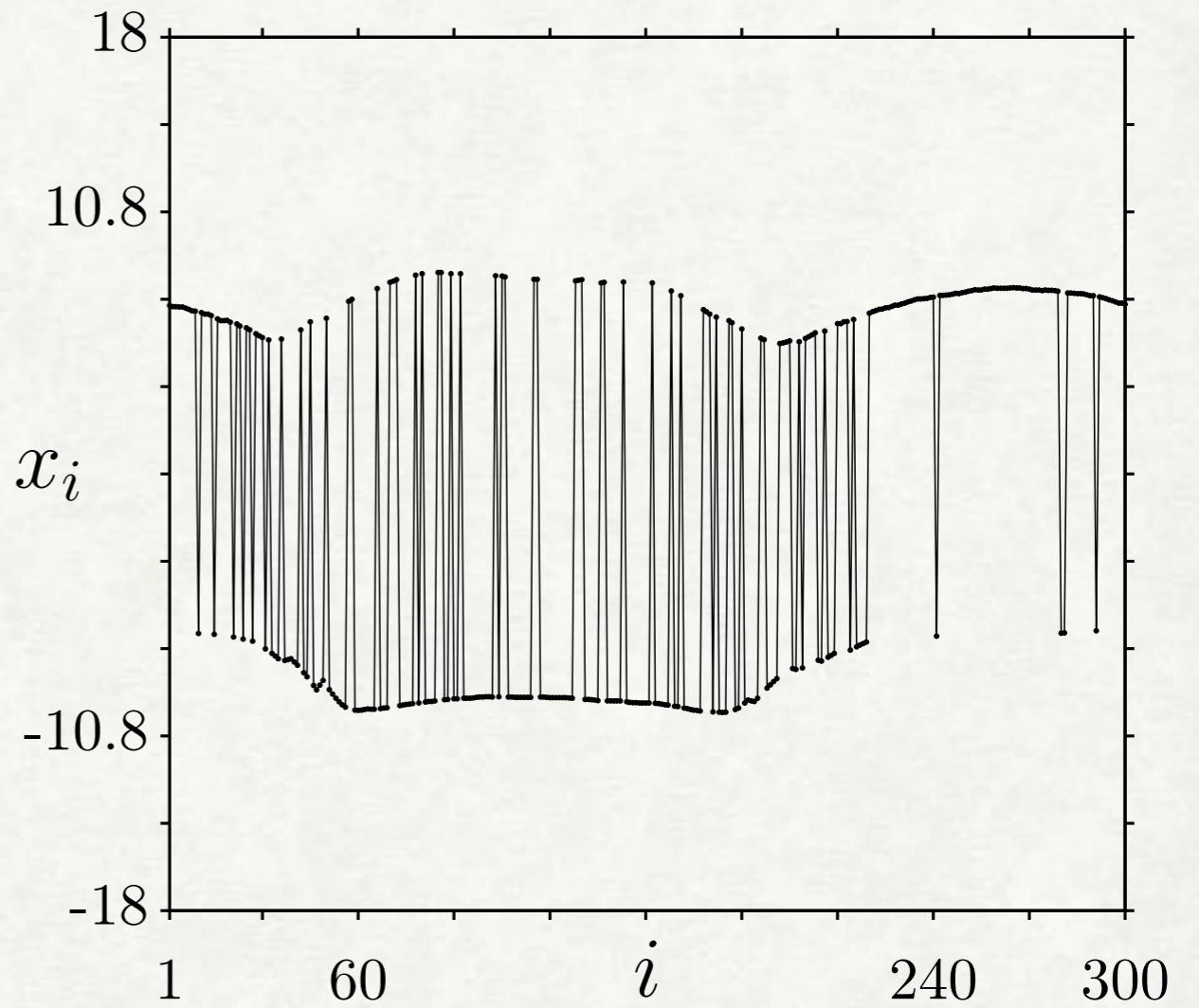
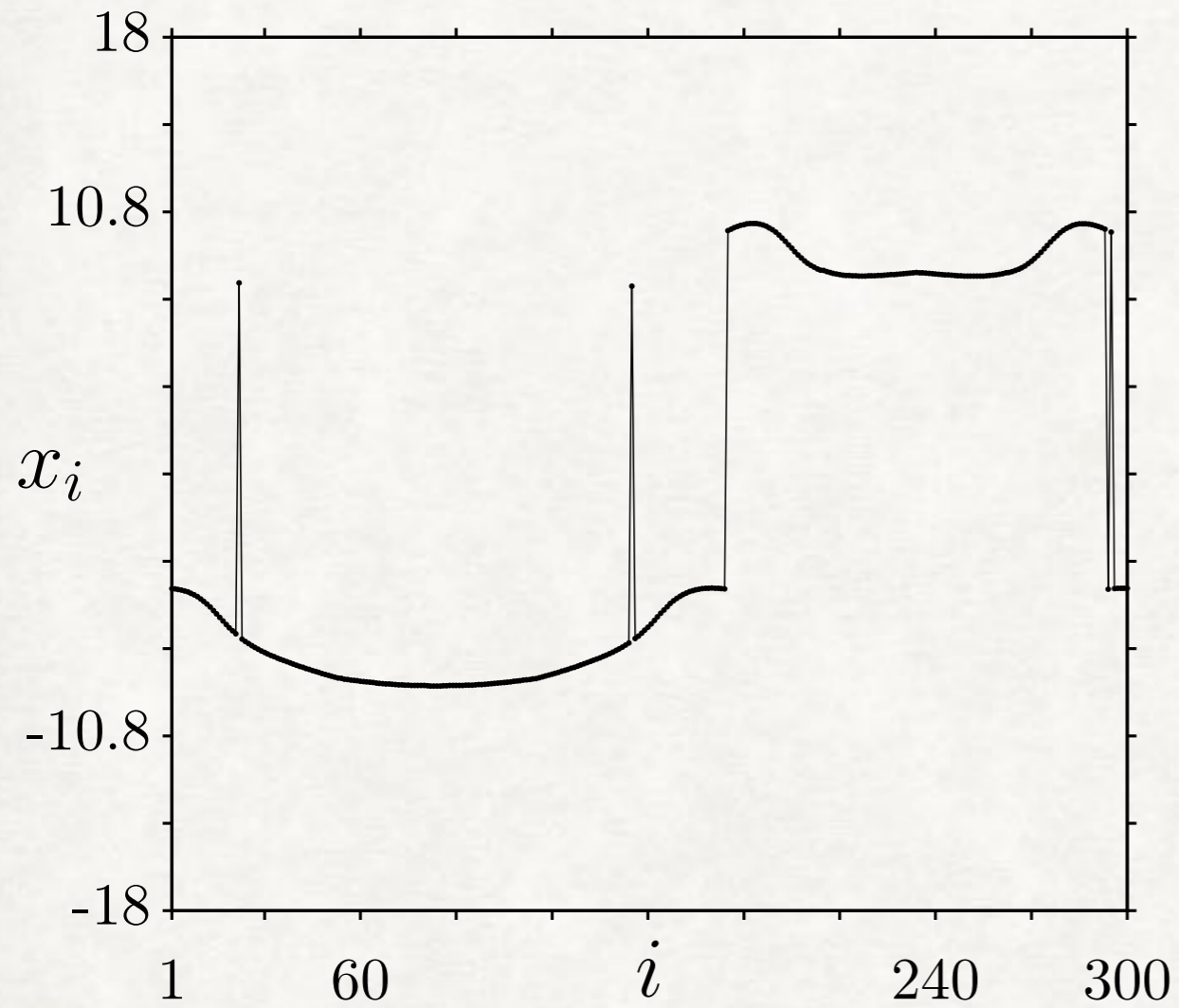
ДИАГРАММА РЕЖИМОВ ДЛЯ МАЛЫХ ЗНАЧЕНИЙ СИЛЫ СВЯЗИ

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



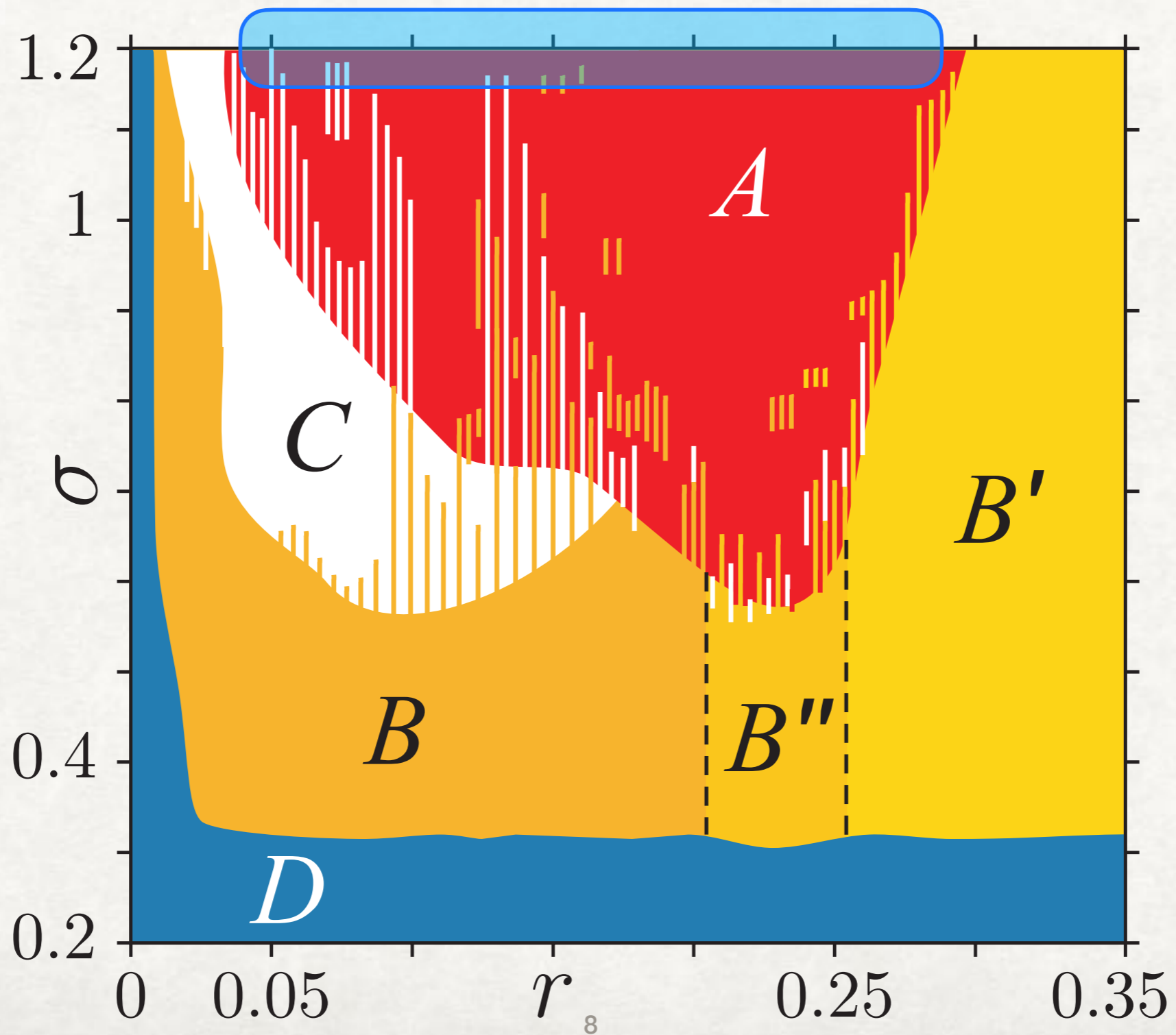
SOLITARY STATES

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



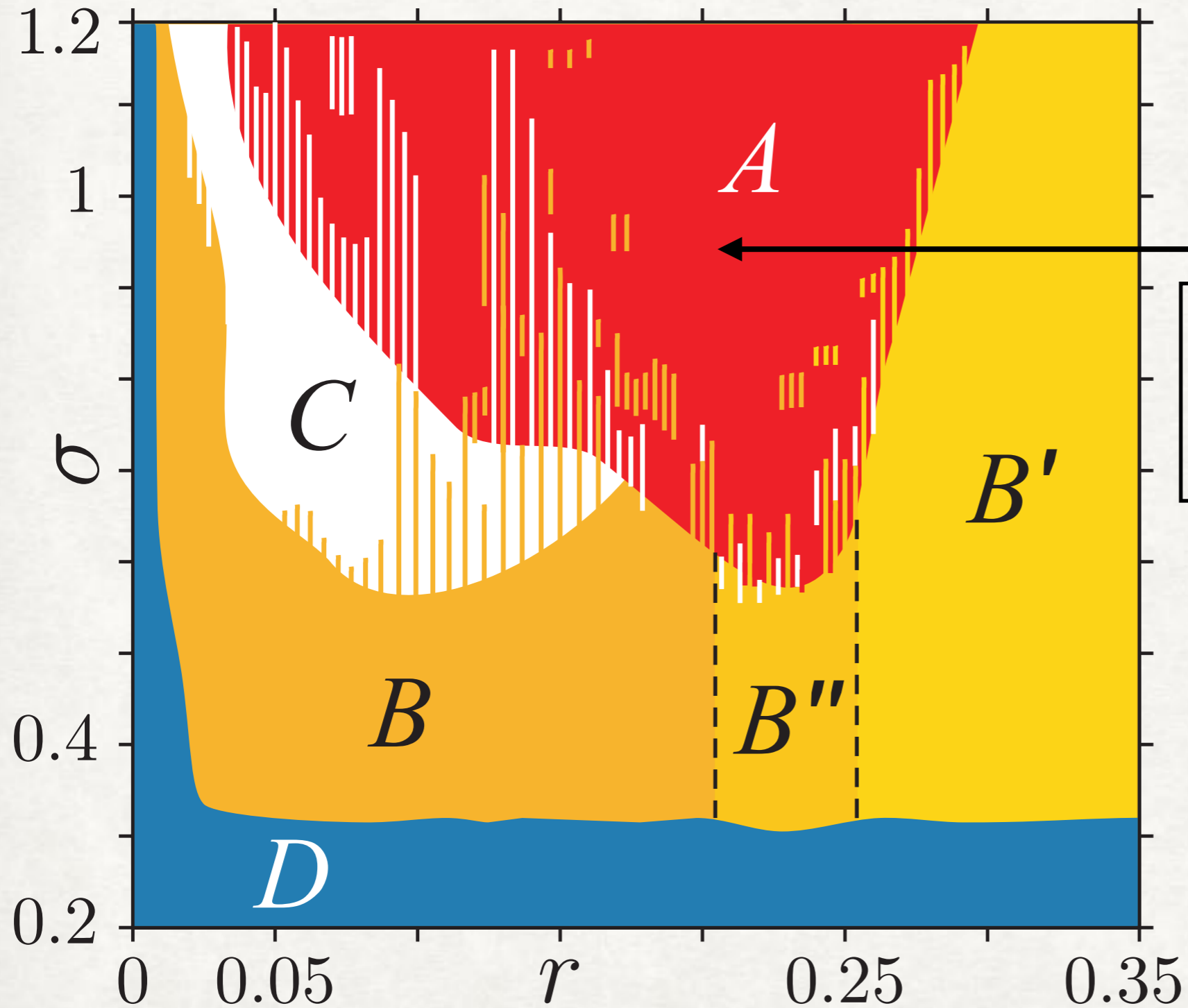
SOLITARY STATES

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



ХИМЕРНЫЕ СОСТОЯНИЯ

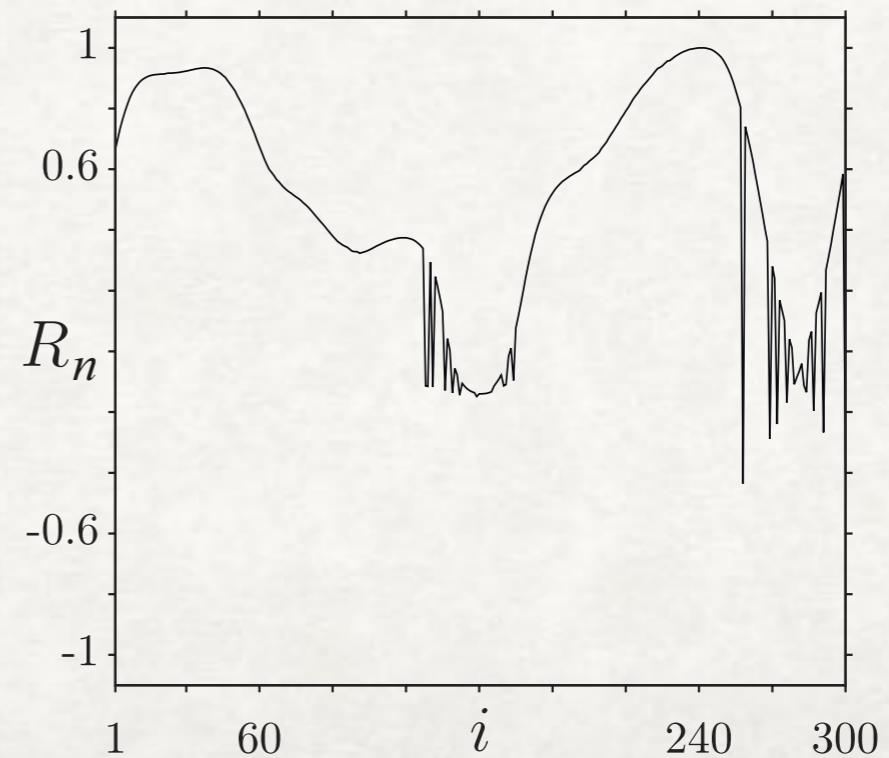
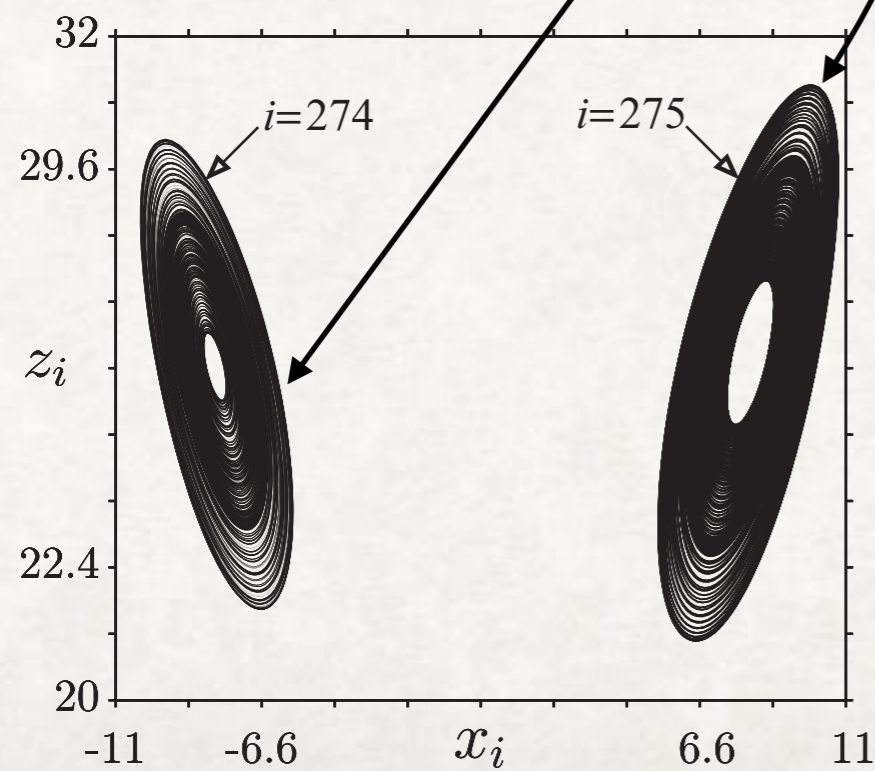
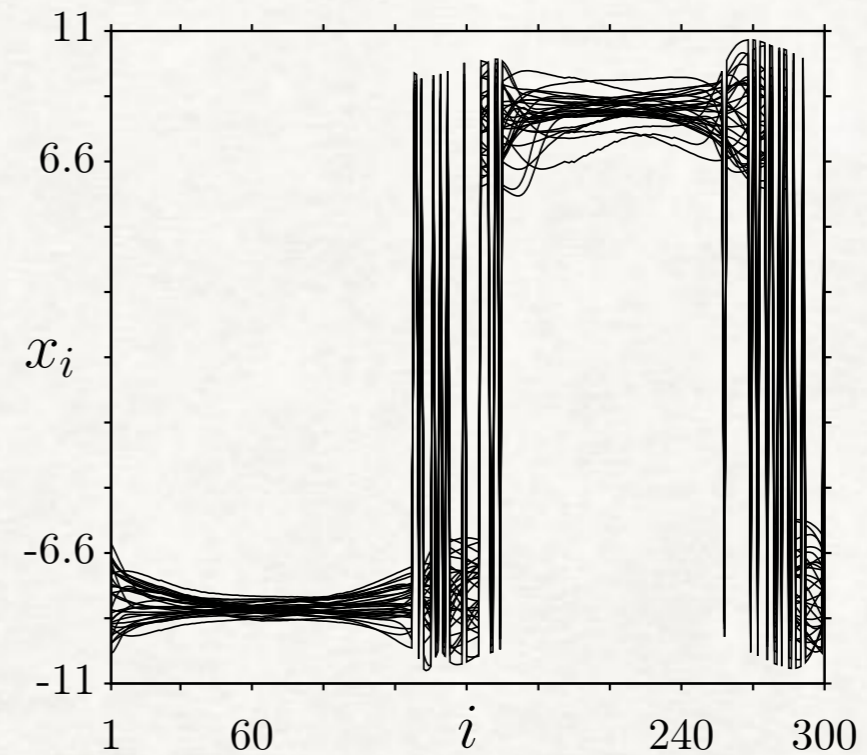
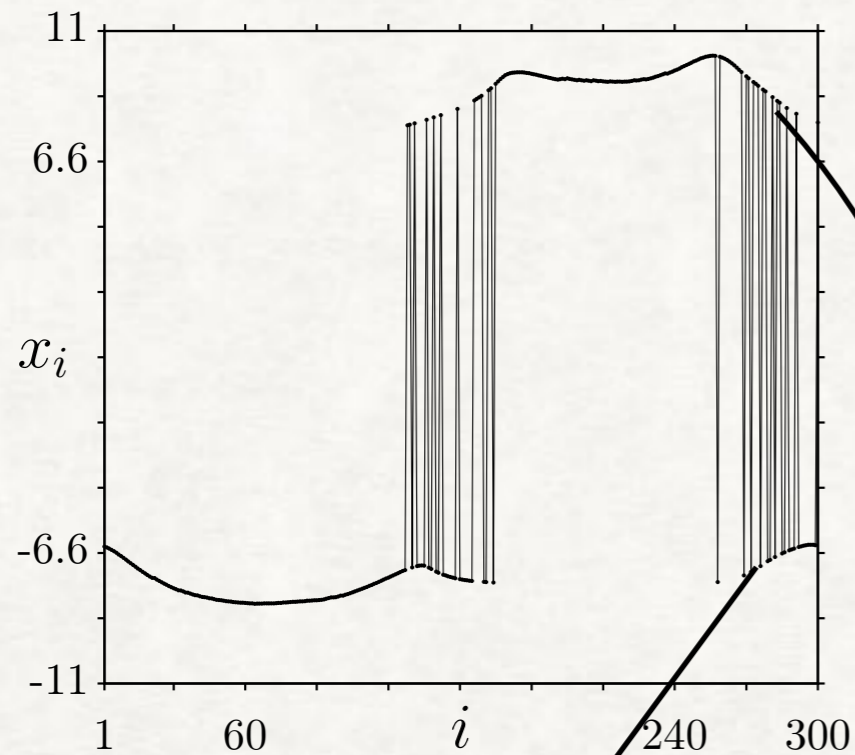
$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



Shepelev, I. A., Bukh, A. V., Strelkova, G. I., Vadivasova, T. E., & Anishchenko, V. S. (2017). Chimera states in ensembles of bistable elements with regular and chaotic dynamics. *Nonlinear Dynamics*, 90(4), 2317-2330.

ХИМЕРНЫЕ СОСТОЯНИЯ

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



СДВИГ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

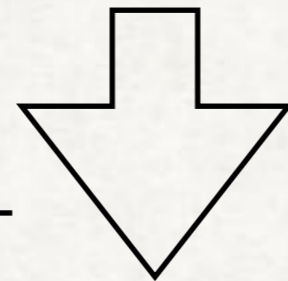
$$\dot{x}_i = \xi(y_i - x_i) + \frac{\sigma_x}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} (x_k - \boxed{x_i}),$$

$$\dot{y}_i = x_i(\rho - z_i) - y_i + \frac{\sigma_y}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} (y_k - \boxed{y_i}),$$

$$\dot{z}_i = x_i y_i - \beta z_i + \frac{\sigma_z}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} (z_k - z_i), \quad \sigma_x = \sigma_y = \sigma, \quad \sigma_z = 0$$

$$x_{i+N}(t) = x_i(t), \quad y_{i+N}(t) = y_i(t),$$

$$z_{i+N}(t) = z_i(t),$$



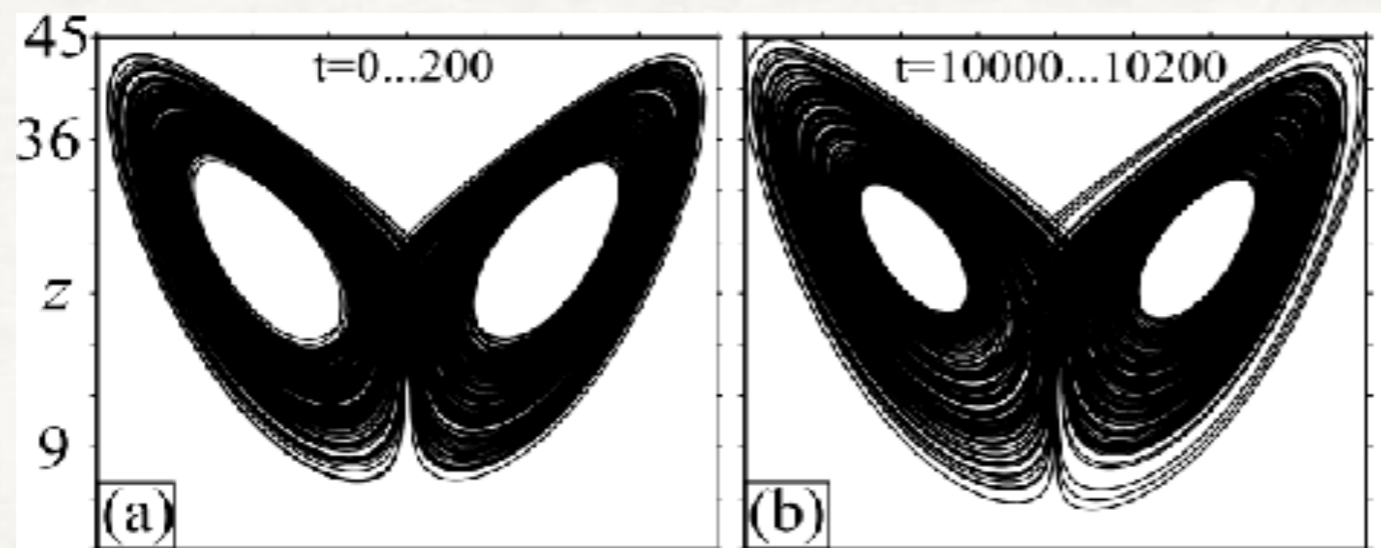
$$\dot{x}_i = \xi y_i - \boxed{(\xi + \sigma)} x_i + \frac{\sigma}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} x_k,$$

$$\dot{y}_i = x_i(\rho - z_i) - \boxed{(1 + \sigma)} y_i + \frac{\sigma}{2P} \sum_{k=i-P}^{i+P} y_k,$$

$$\dot{z}_i = x_i y_i - \beta z_i$$

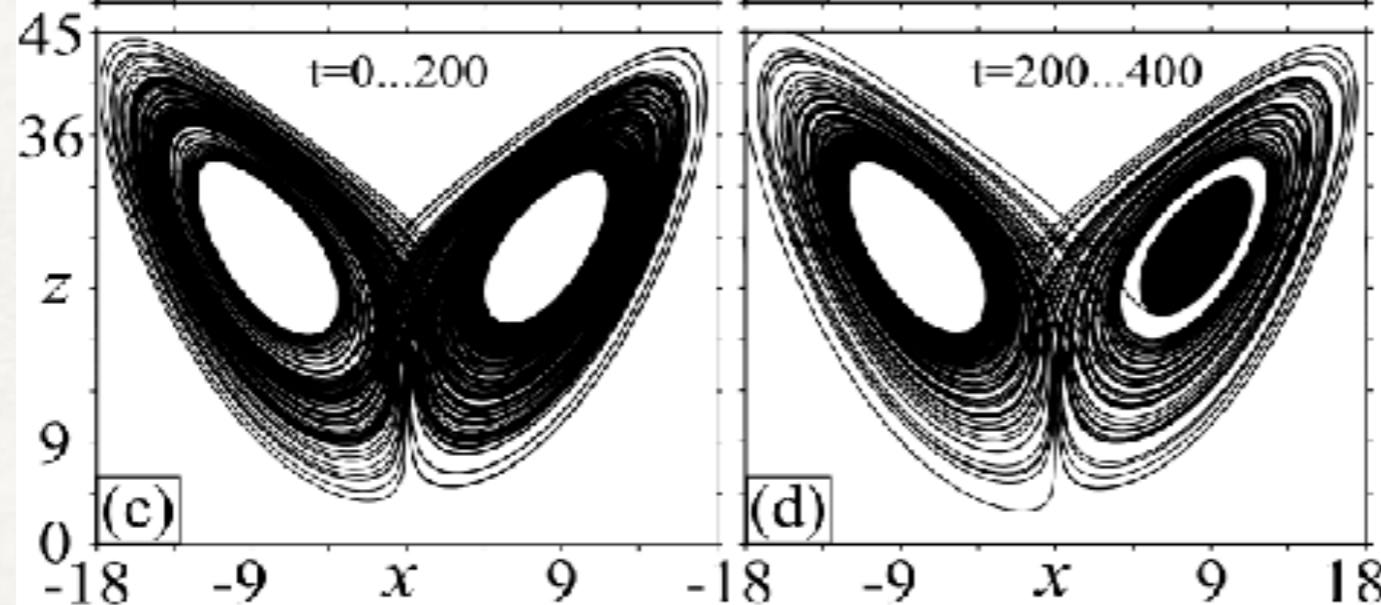
СДВИГ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ В ПАРЦИАЛЬНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

$\sigma=0.27$

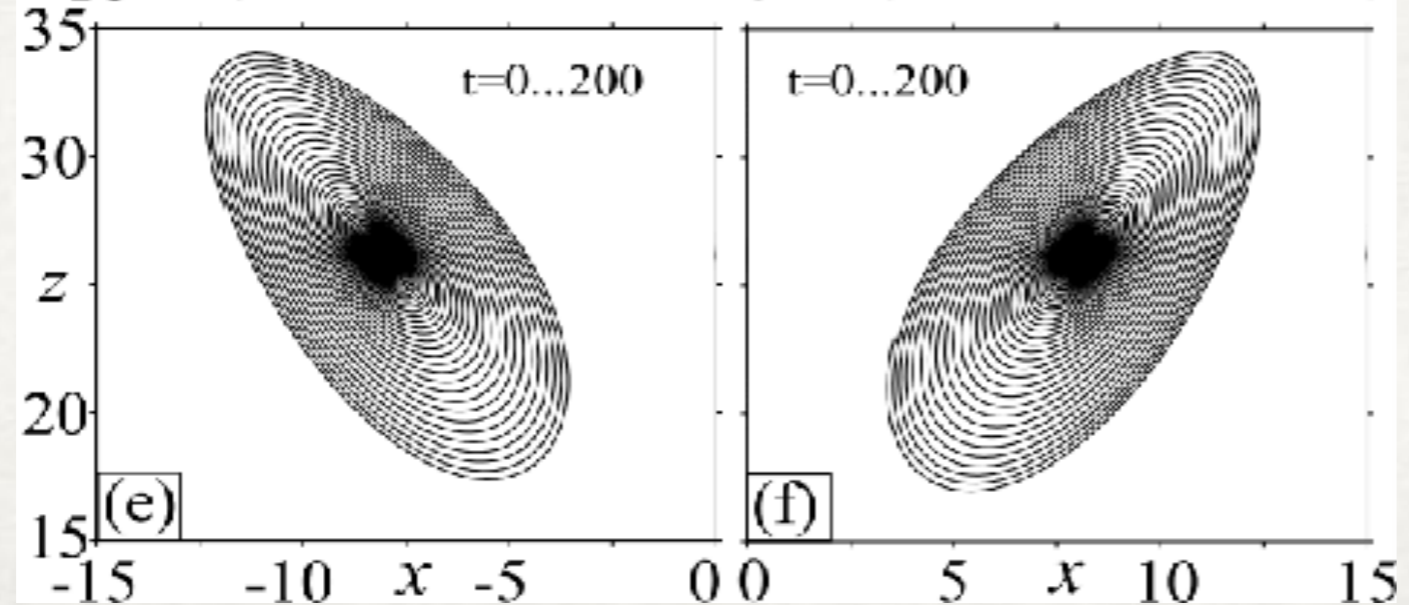


$$\begin{aligned}\dot{x} &= \xi y - (\xi + \sigma)x, \\ \dot{y} &= x(\rho - z) - (1 + \sigma)y, \\ \dot{z} &= xy - \beta z.\end{aligned}$$

$\sigma=0.45$

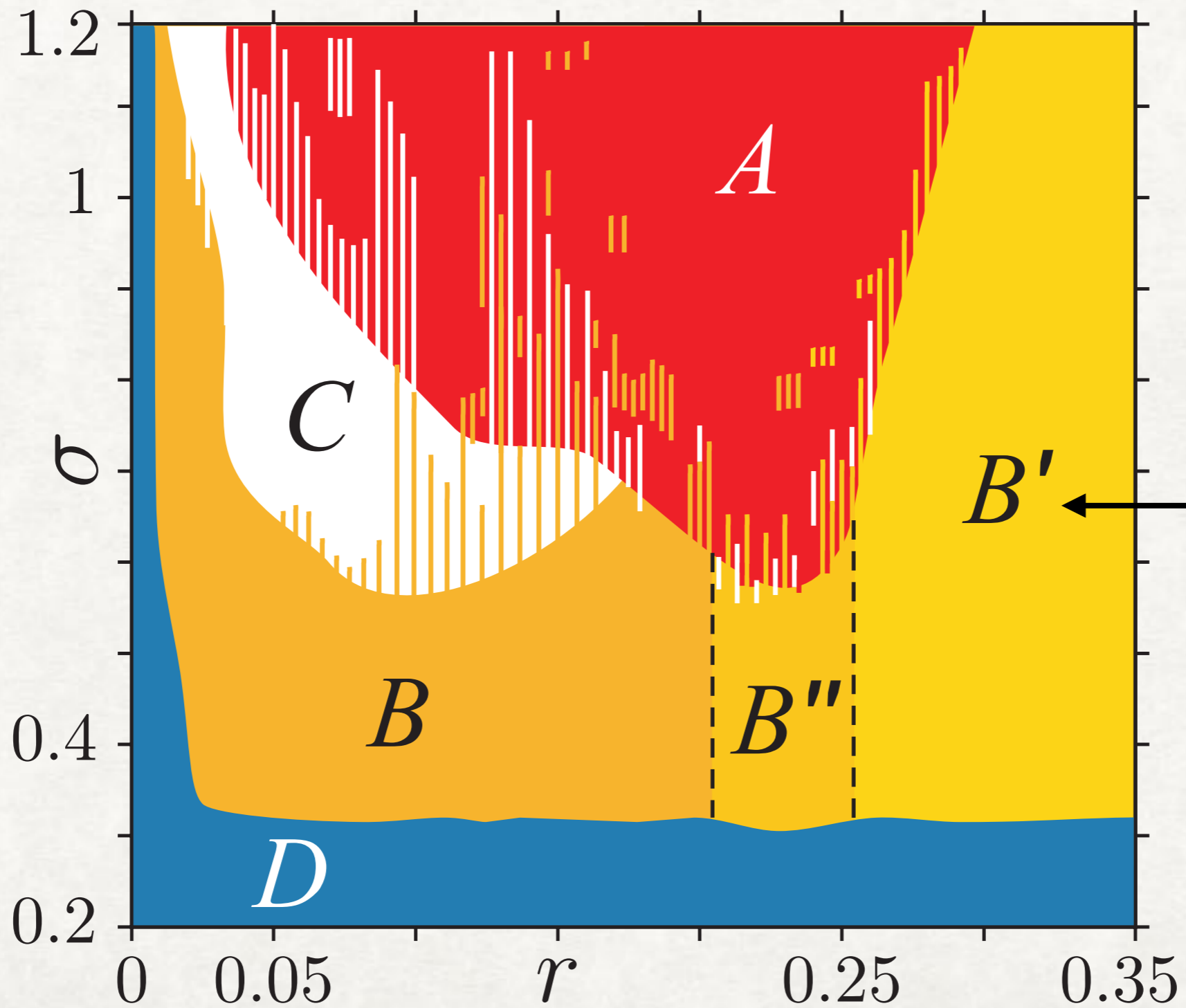


$\sigma=0.7$



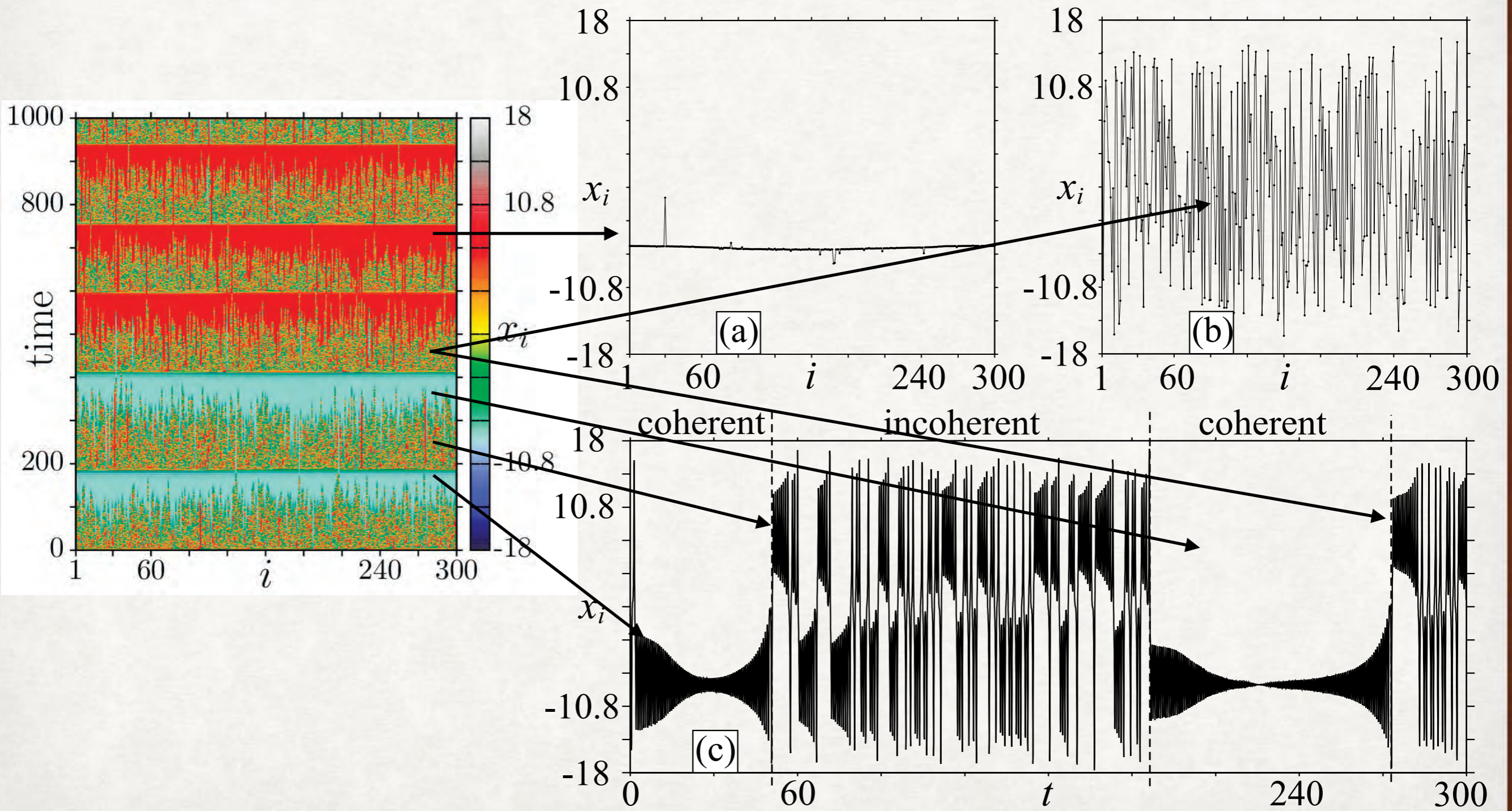
ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ I ТИПА

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



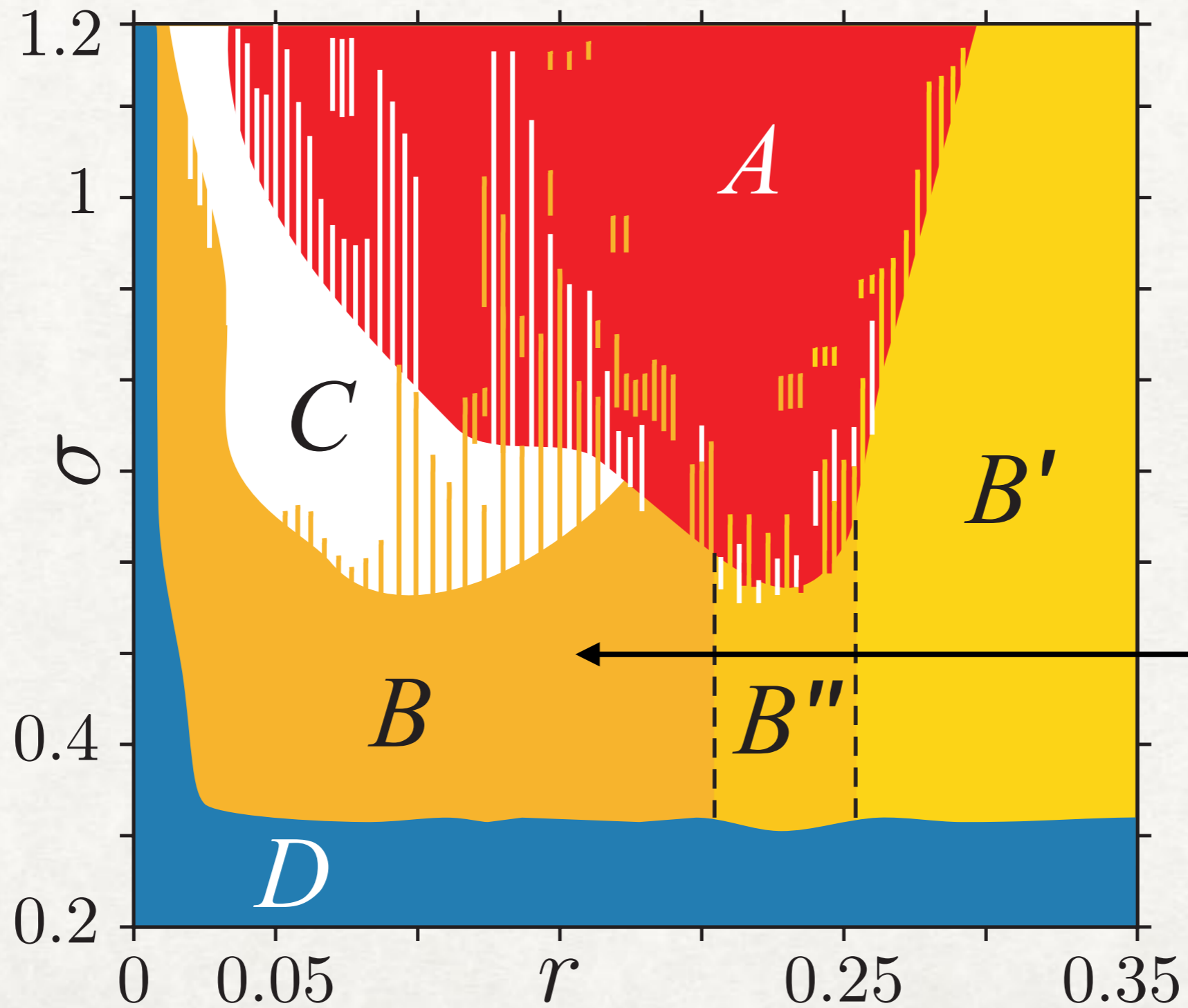
ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ I ТИПА

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ II ТИПА

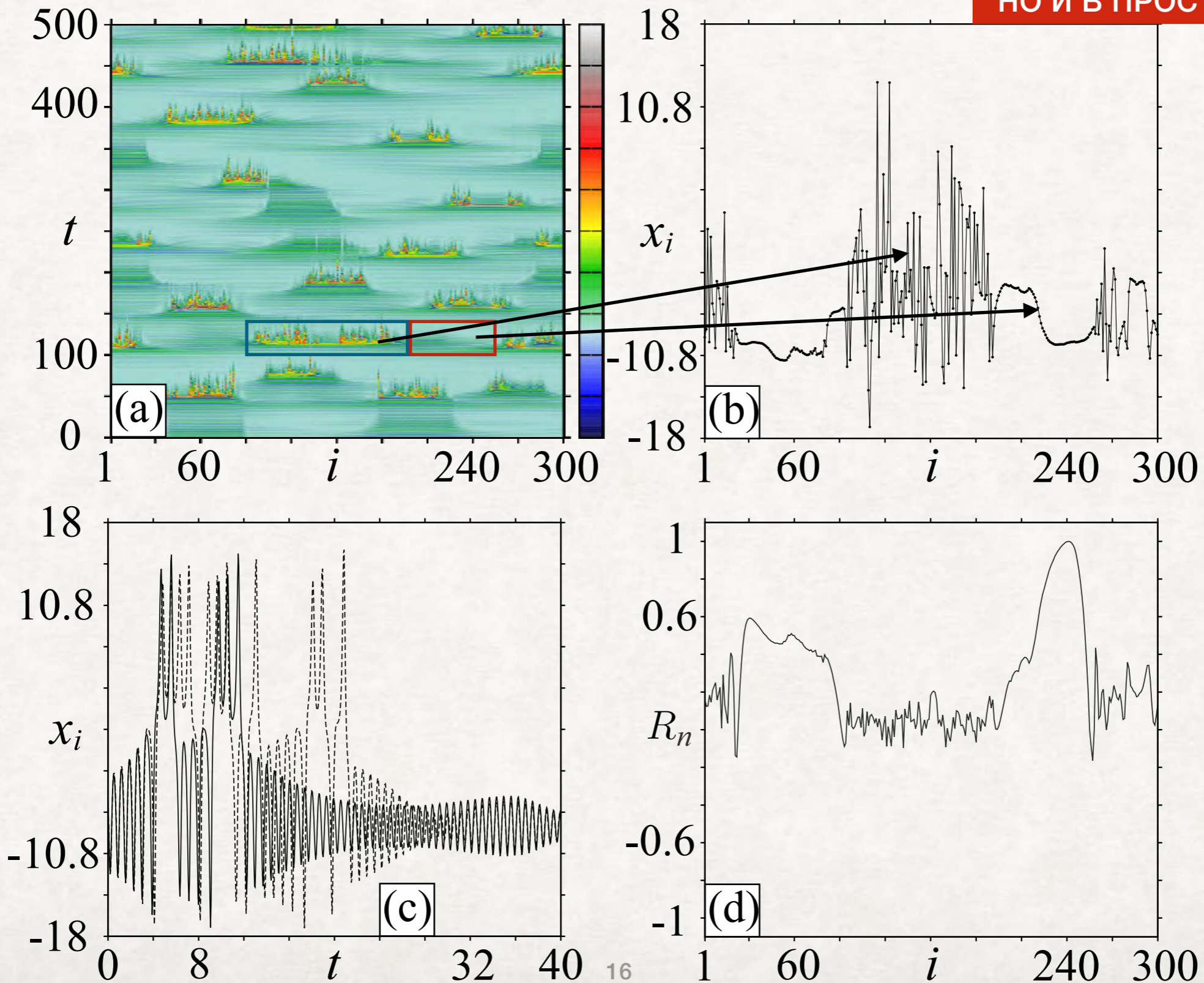
$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ II ТИПА

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$

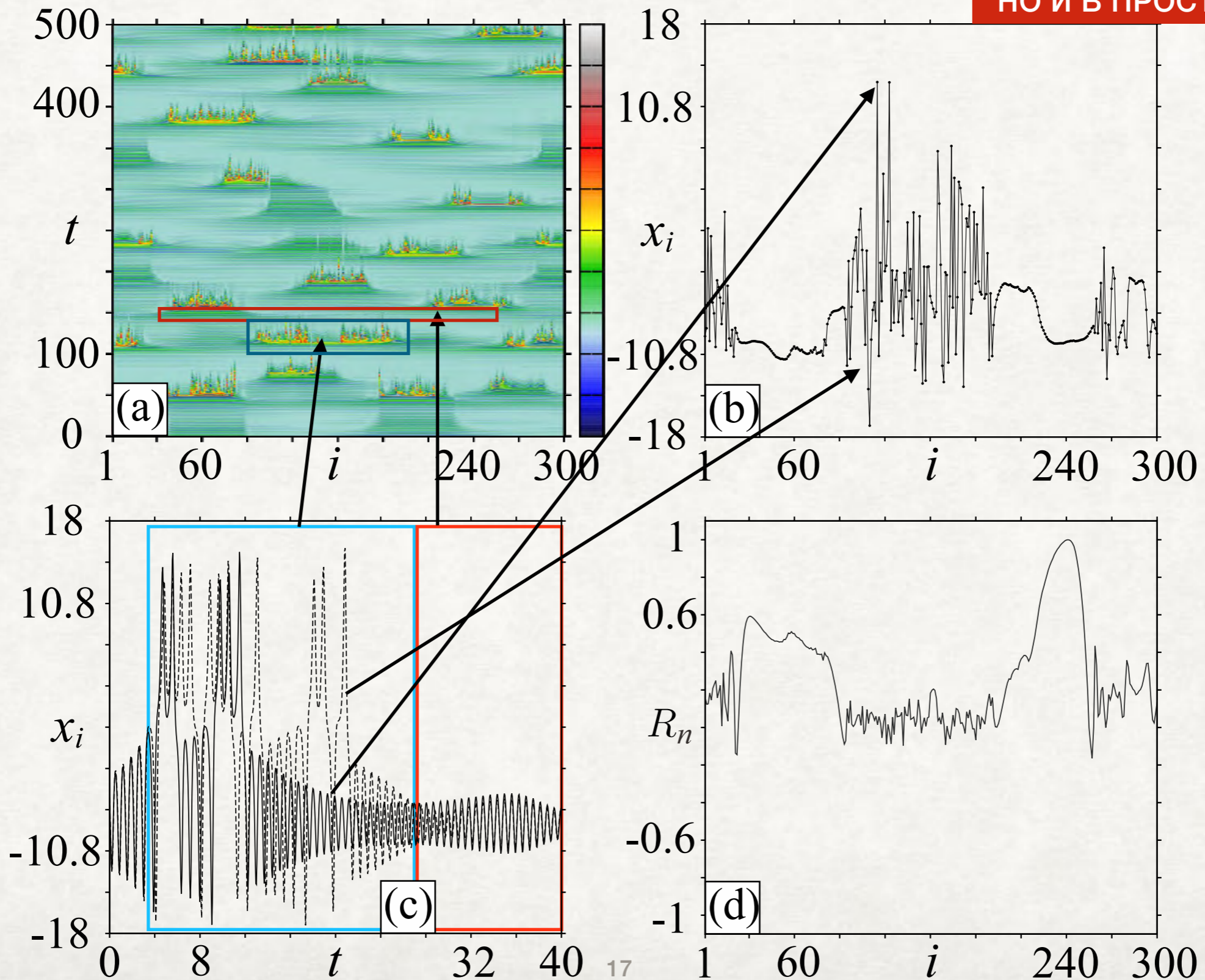
ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ
НЕ ТОЛЬКО ВО ВРЕМЕНИ,
НО И В ПРОСТРАНСТВЕ



ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ II ТИПА

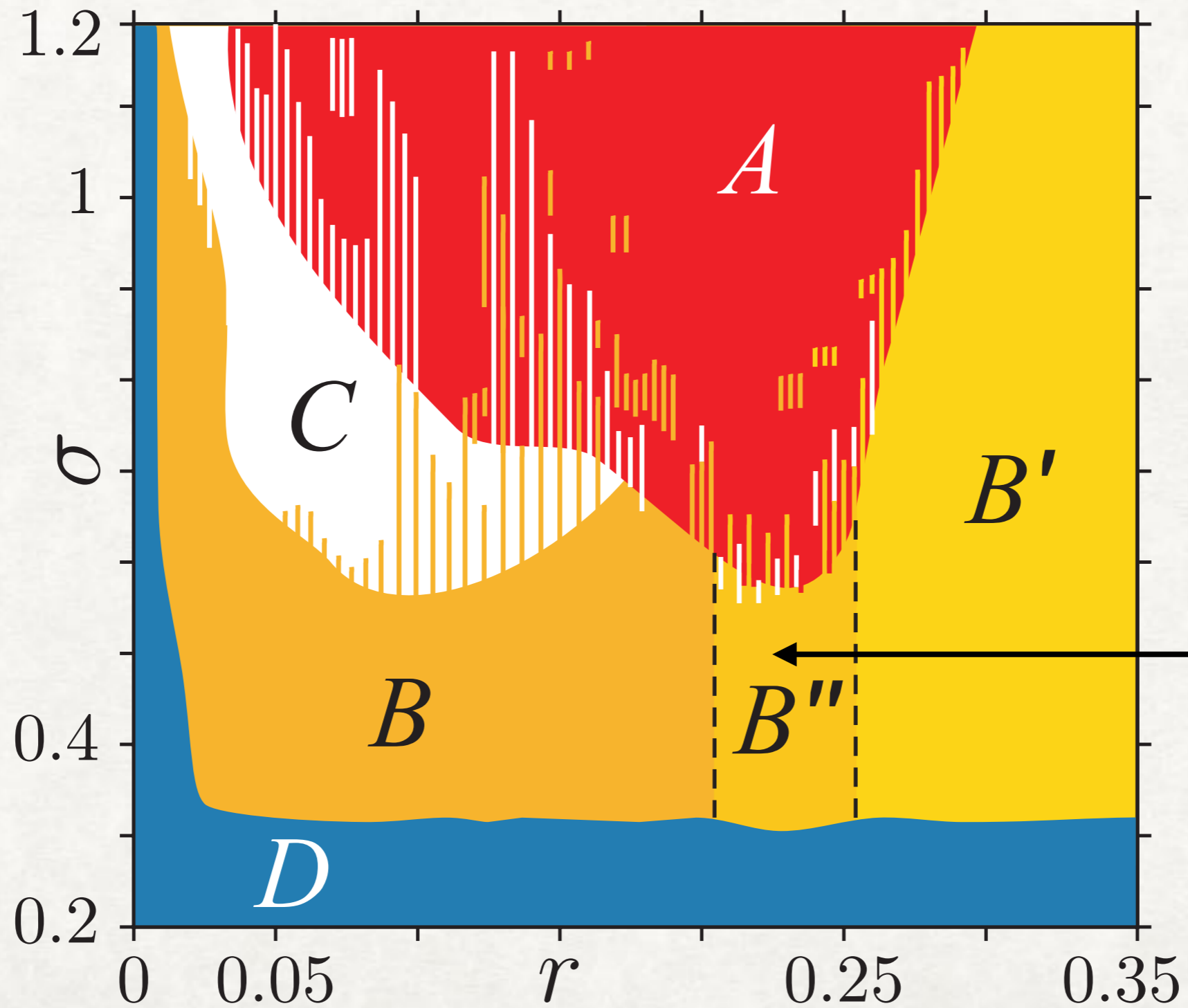
$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$

ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ
НЕ ТОЛЬКО ВО ВРЕМЕНИ,
НО И В ПРОСТРАНСТВЕ



ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ III ТИПА

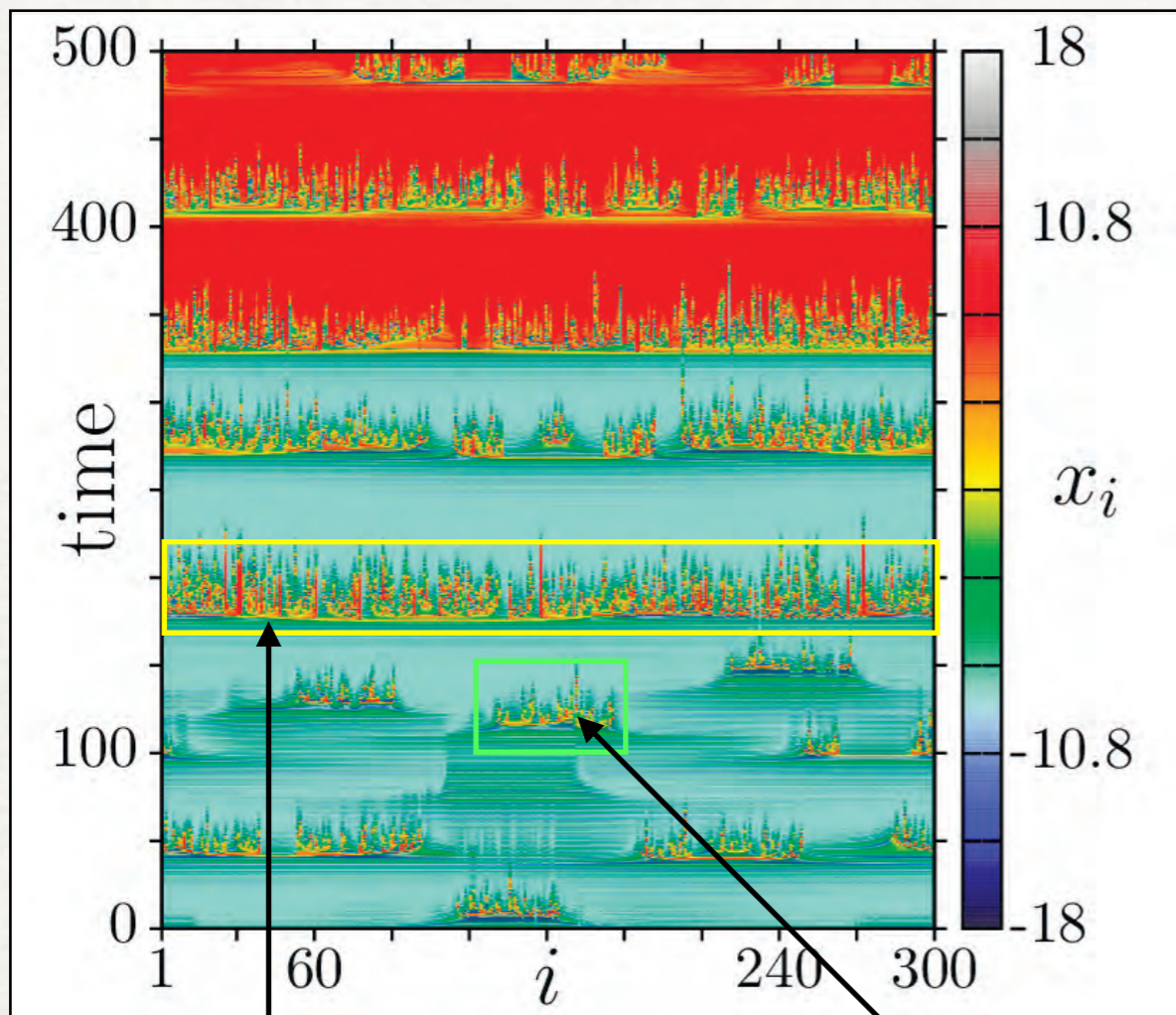
$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



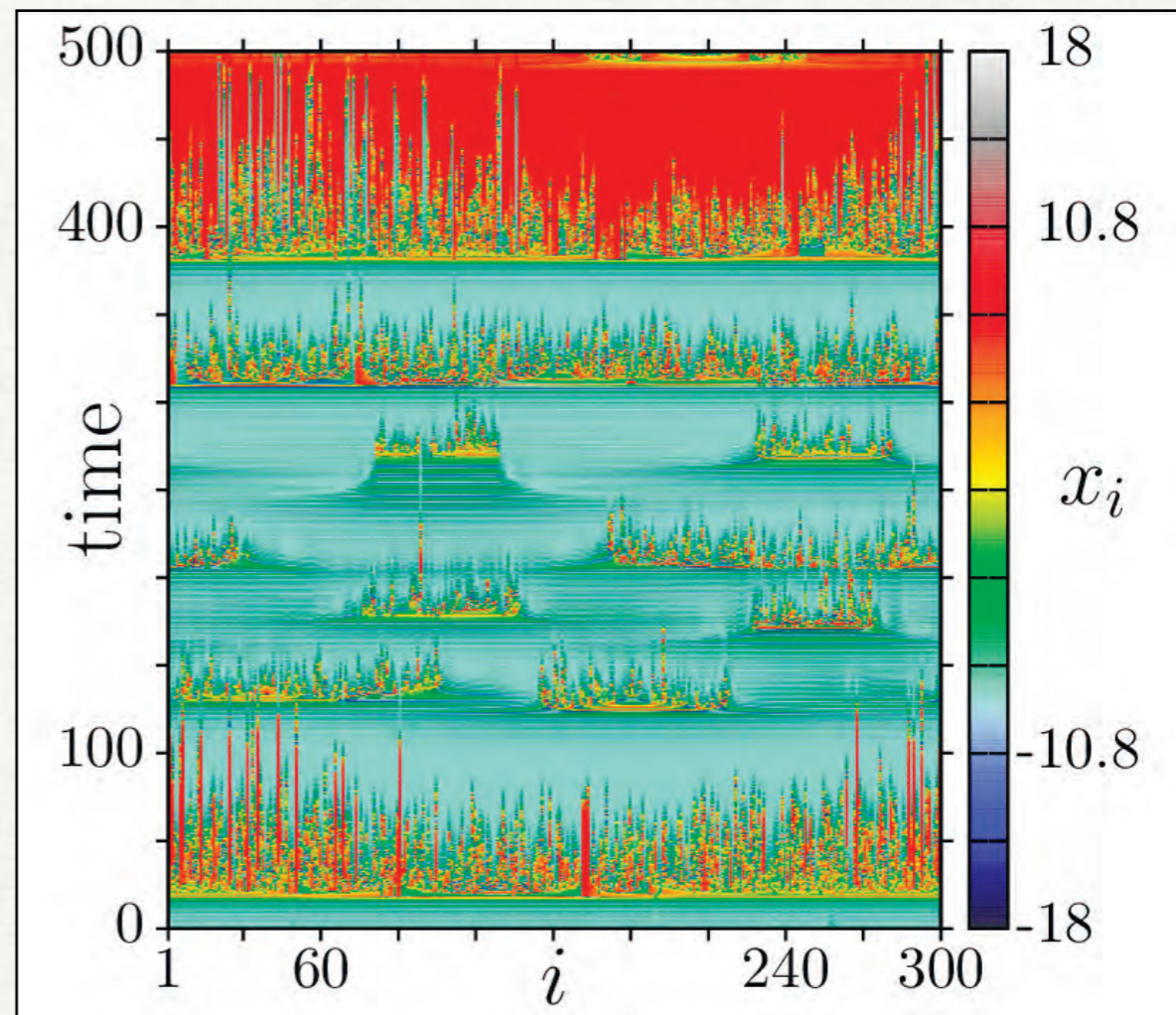
ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ III ТИПА

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$

комбинация двух типов перемежаемости



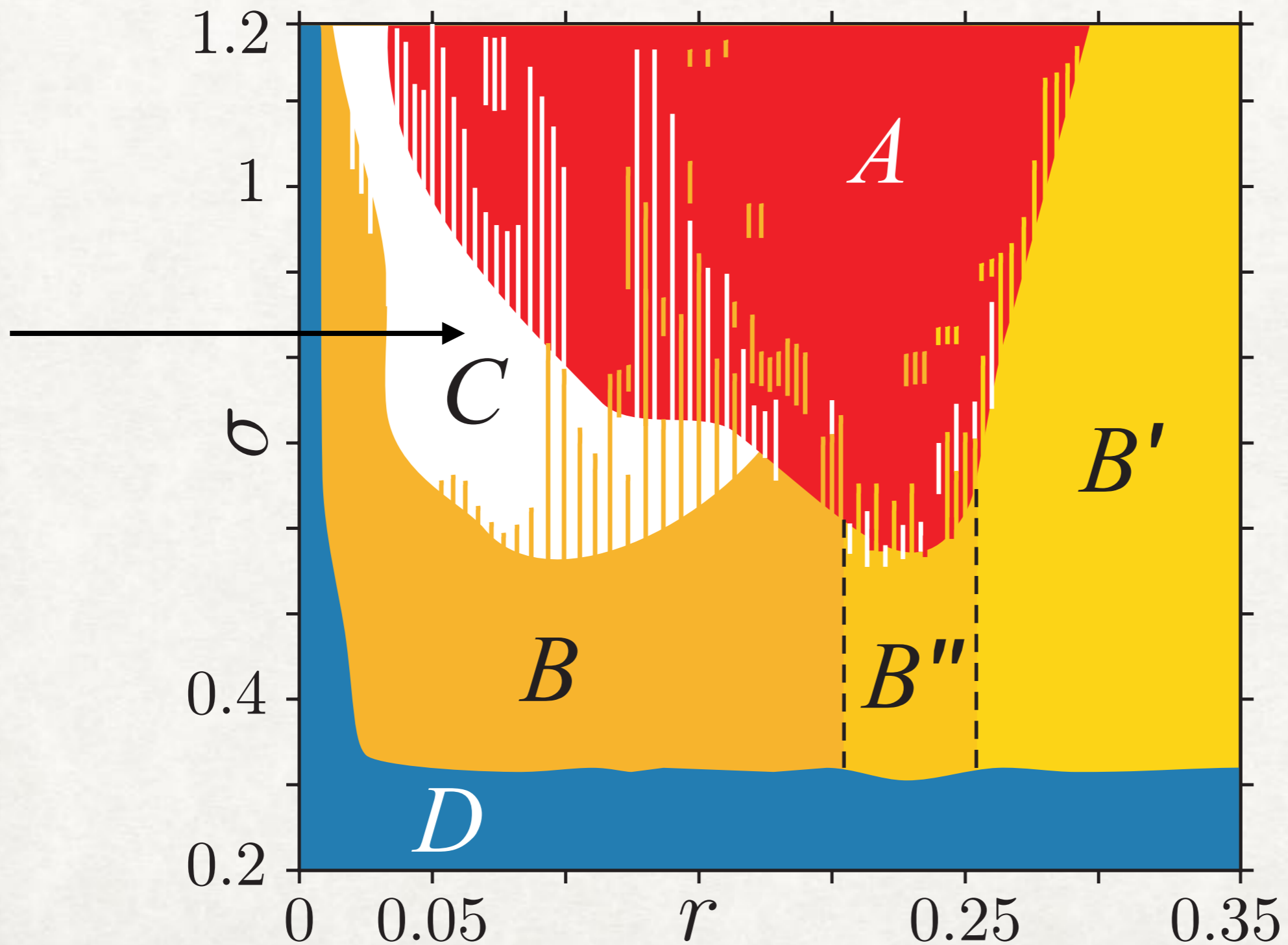
ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ I ТИПА



ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬ II ТИПА

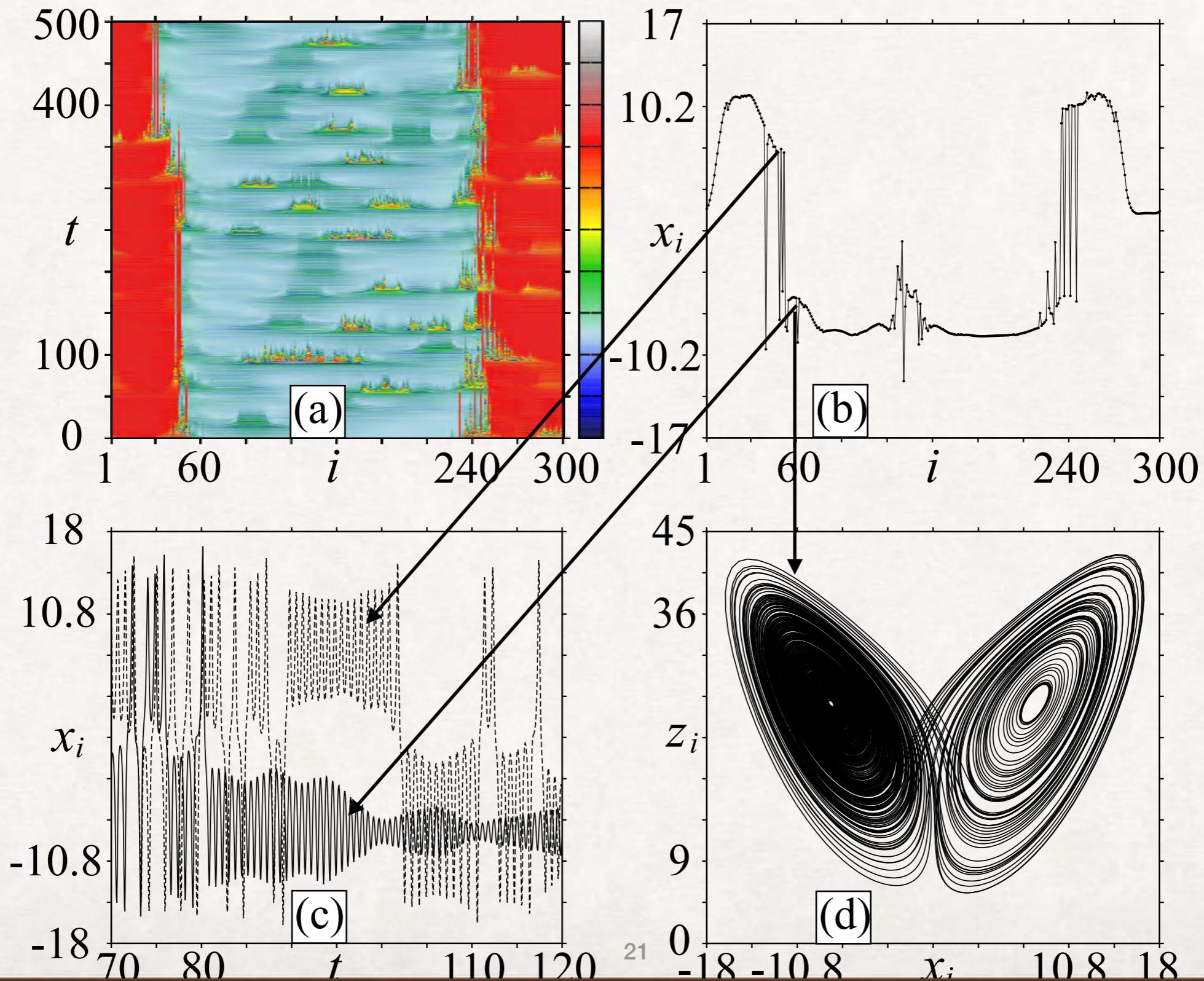
ХИМЕРЫ С ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬЮ

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



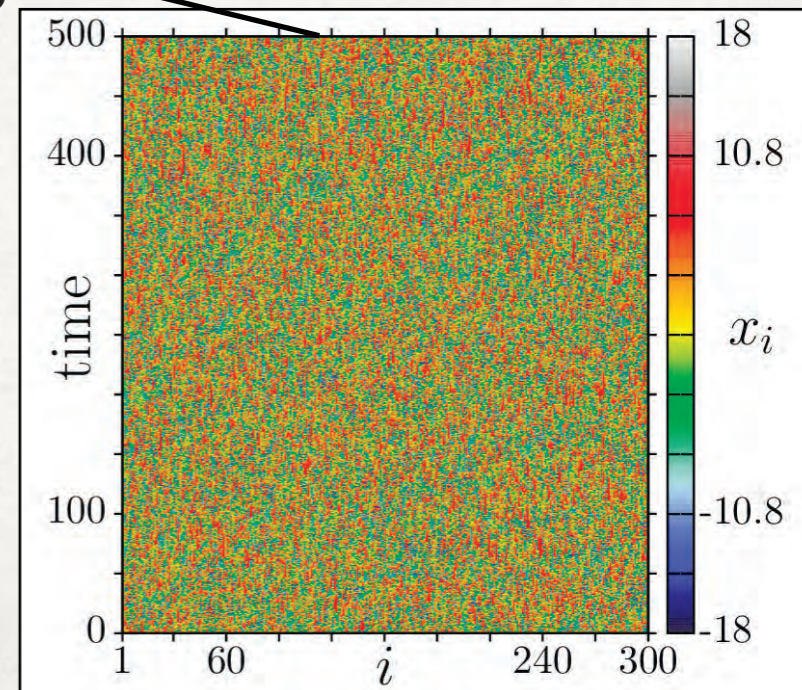
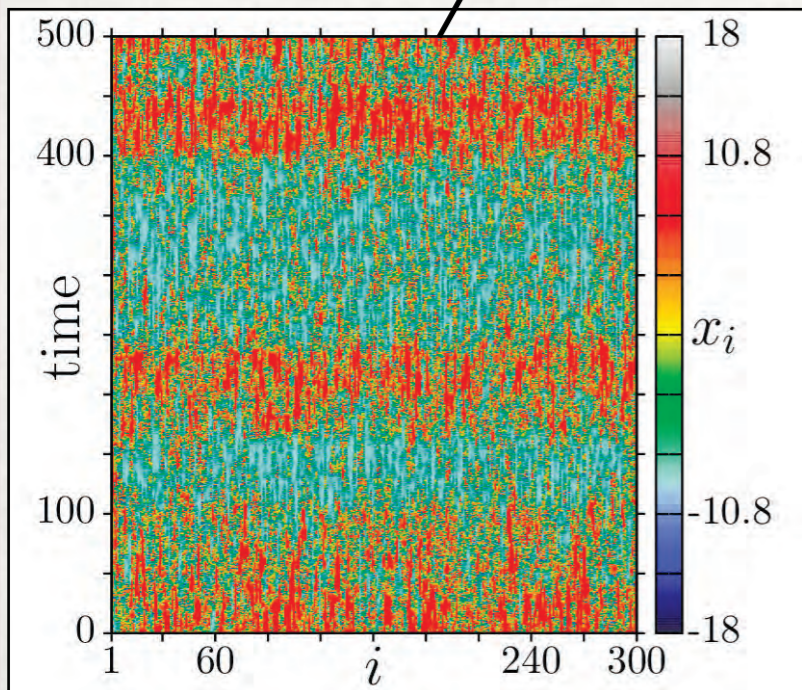
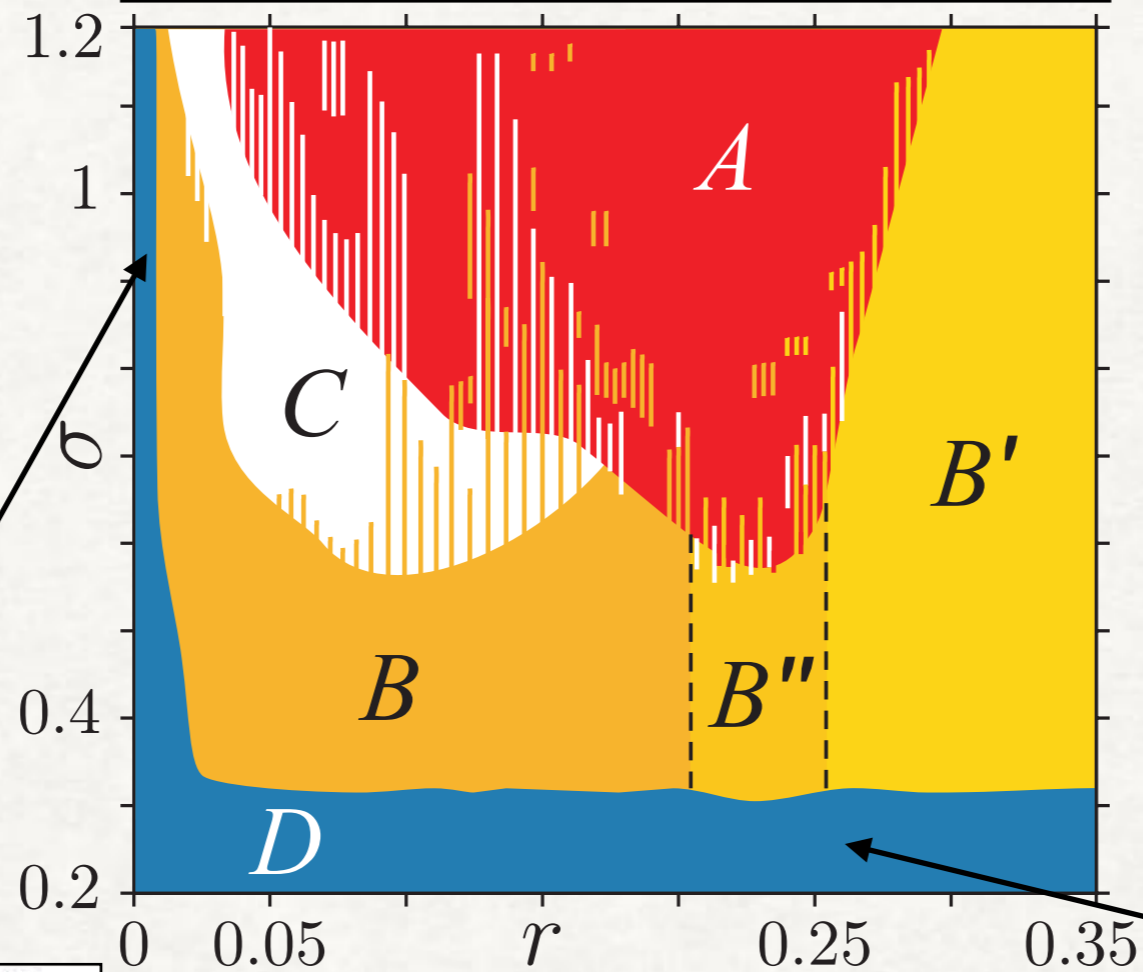
ХИМЕРЫ С ПЕРЕМЕЖАЕМОСТЬЮ

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



РЕЖИМ ДЕСИНХРОНИЗАЦИИ

$$\xi = 8/3, \rho = 28, \beta = 10$$



ВЫВОДЫ

- Исследован переход к режиму полной десинхронизации в кольце связанных осцилляторов Лоренца
- Впервые найдены химерные состояния в ансамбле квазигиперболических элементов. По своим характеристикам эти химеры аналогичны двухъямным химерам в кольце бистабильных хаотических осцилляторов
- Обнаружена пространственно перемежаемость между пространственно-однородным режимом и десинхронизацией или неустойчивыми химероподобными структурами

Спасибо
за внимание!