VIII Международная научная конференция
"КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"
памяти А.М.Богомолова

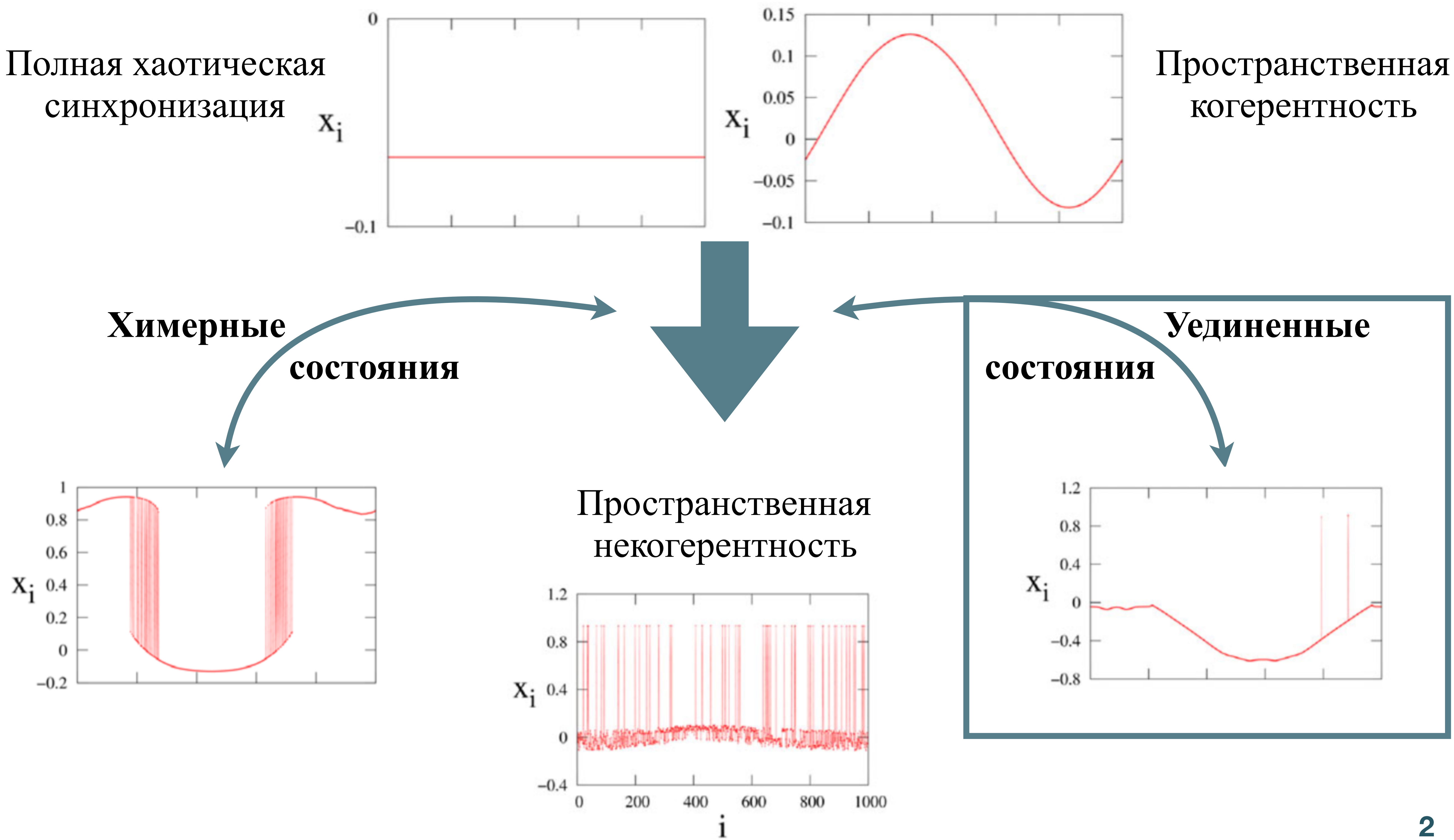
Механизм возникновения solitary states в ансамбле отображений Лози

Семенова Н. И., Вадивасова Т. Е., Анищенко В. С.

Саратовский Национальный Исследовательский Государственный Университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

Саратов, 2 июля 2018 г.

Переход когерентность-некогерентность



Исследование уединенных состояний (solitary states)

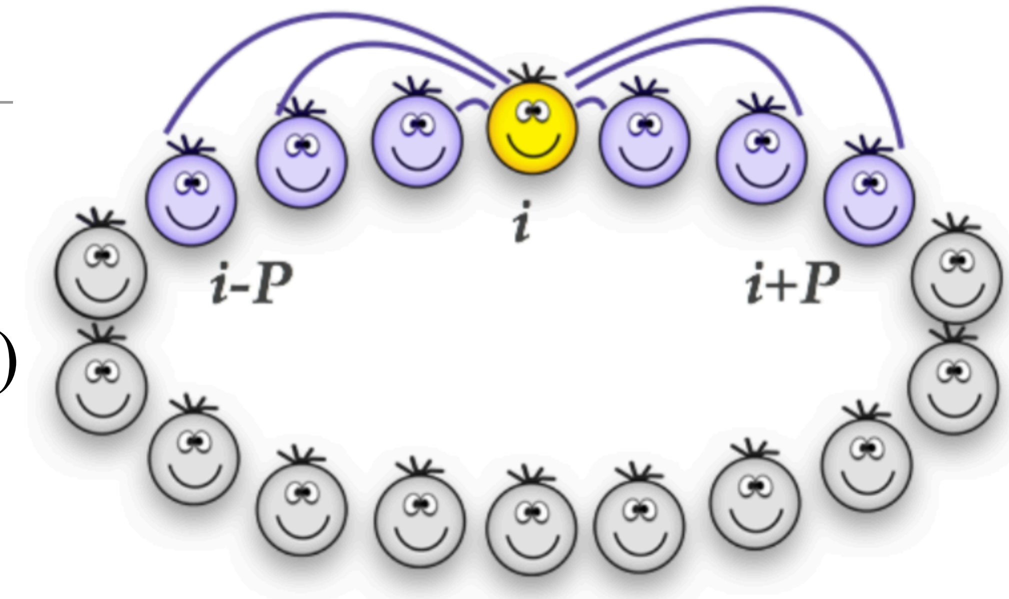
- J. P. Keener, SIAM J. Appl. Math. 47, 556 (1987).
- V. I. Nekorkin, V. A. Makarov, and M. G. Velarde, Phys. Rev. E 58, 5742 (1998).
- P. Jaros, S. Brezetsky, R. Levchenko, D. Dudkowski, T. Kapitaniak, and Y. Maistrenko, Chaos 28, 011103 (2018).

В данной работе рассматривается механизм возникновения уединенных состояний в ансамбле, состоящем из парциальных элементов, которые не могут демонстрировать бистабильность.

В качестве таких парциальных элементов было выбрано **отображение Лози**.

Исследуемая система

$$x_i^{t+1} = f_x(x_i^t, y_i^t) + \frac{\sigma}{2P}\sum_{i-P}^{i+P}[f_x(x_j^t, y_j^t) - f_x(x_i^t, y_i^t)],$$
$$y_i^{t+1} = f_y(x_i^t, y_i^t), \qquad i = 1,2,\ldots N. \qquad (1)$$



Здесь t - это дискретное время, N - это число элементов в ансамбле. Нелокальная связь характеризуется силой связи σ и радиусом связи $r=P/N$. P - это число "соседей" слева и справа от i-го элемента. f_x и f_y - это первое и второе уравнения отображения Лози:

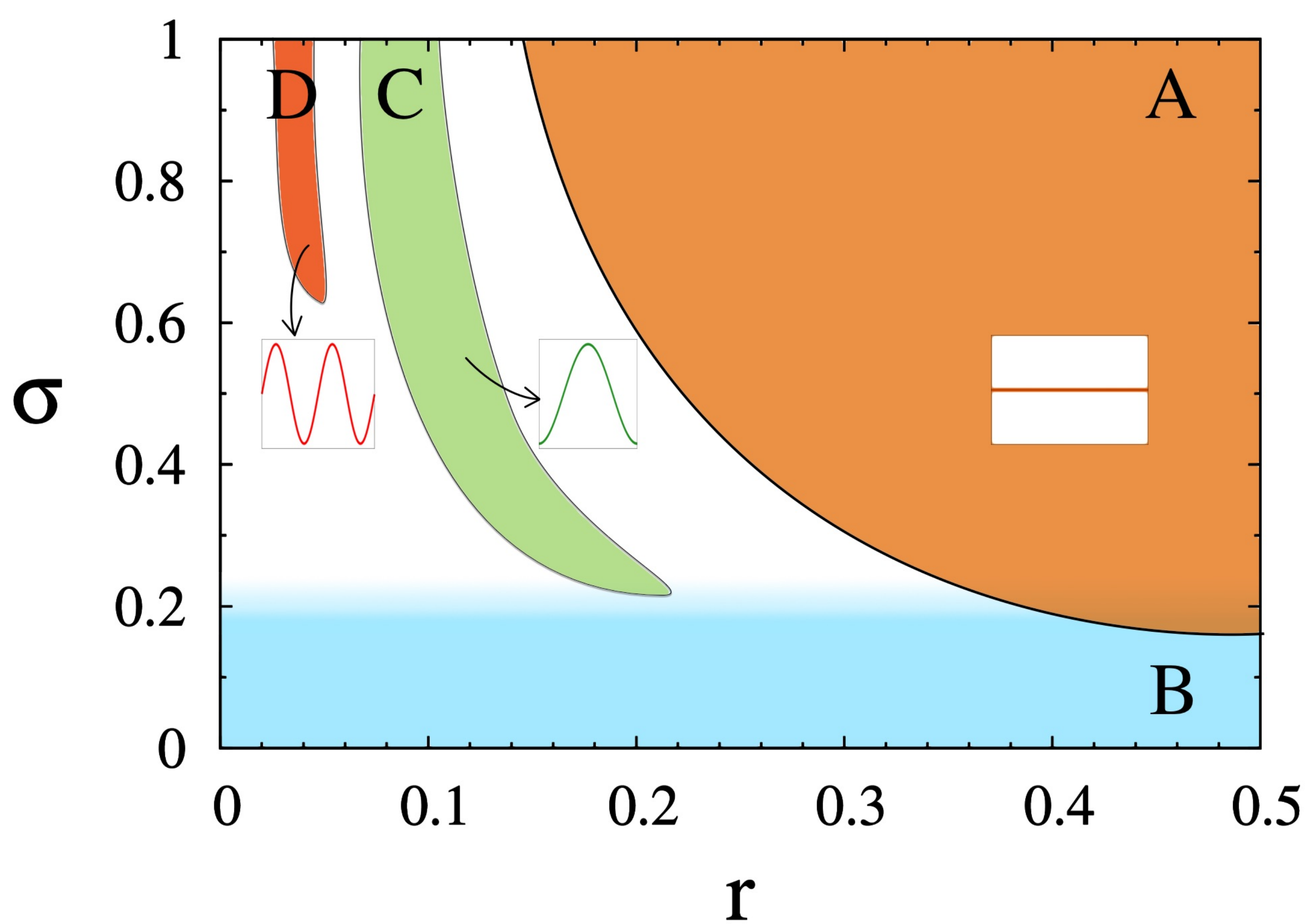
$$x^{t+1} = f_x(x^t, y^t) = 1 - \alpha|x^t| + y^t, \qquad y^{t+1} = f_y(x^t, y^t) = \beta x^t. \qquad (2)$$

Уравнение исследуемой системы можно переписать в следующем виде:

слагаемое связи

$$x_i^{t+1} = (1-\sigma)f_x(x_i^t, y_i^t) + \boxed{\frac{\sigma}{2P}\sum_{j=i-P}^{i+P} f_x(x_j^t, y_j^t),} \quad j \neq i,$$
$$y_i^{t+1} = f_y(x_i^t, y_i^t) \qquad (3)$$

Влияние параметров связи на исследуемую систему



Начальные условия случайно распределены в интервалах

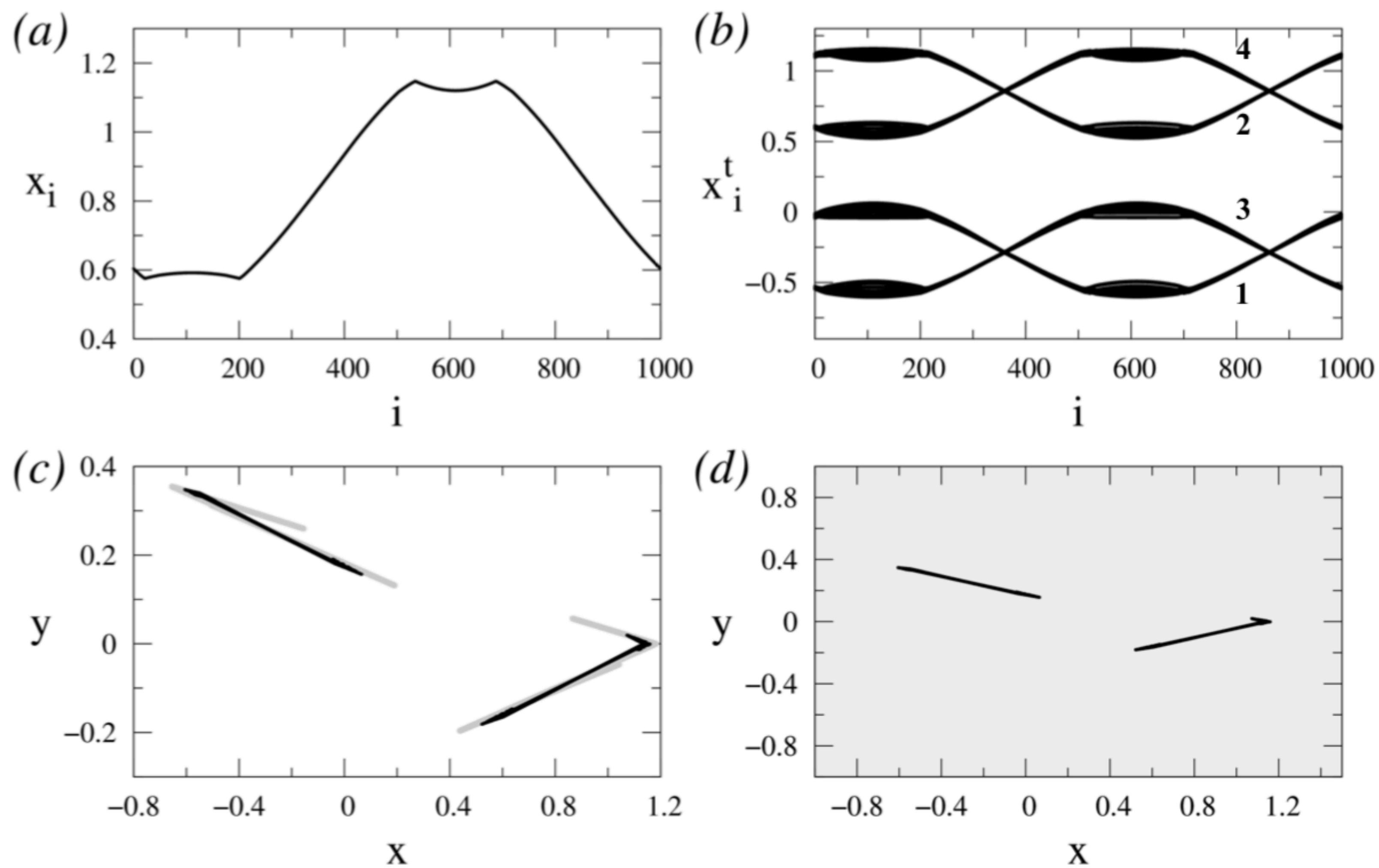
$$x_i^0 \in [-0.5; 0.5]$$
$$y_i^0 \in [-0.6; 0.6]$$

$$\alpha = 1.4,\ \beta = 0.3,$$
$$r = 0.2,\ P = rN = 200$$

при N=1000

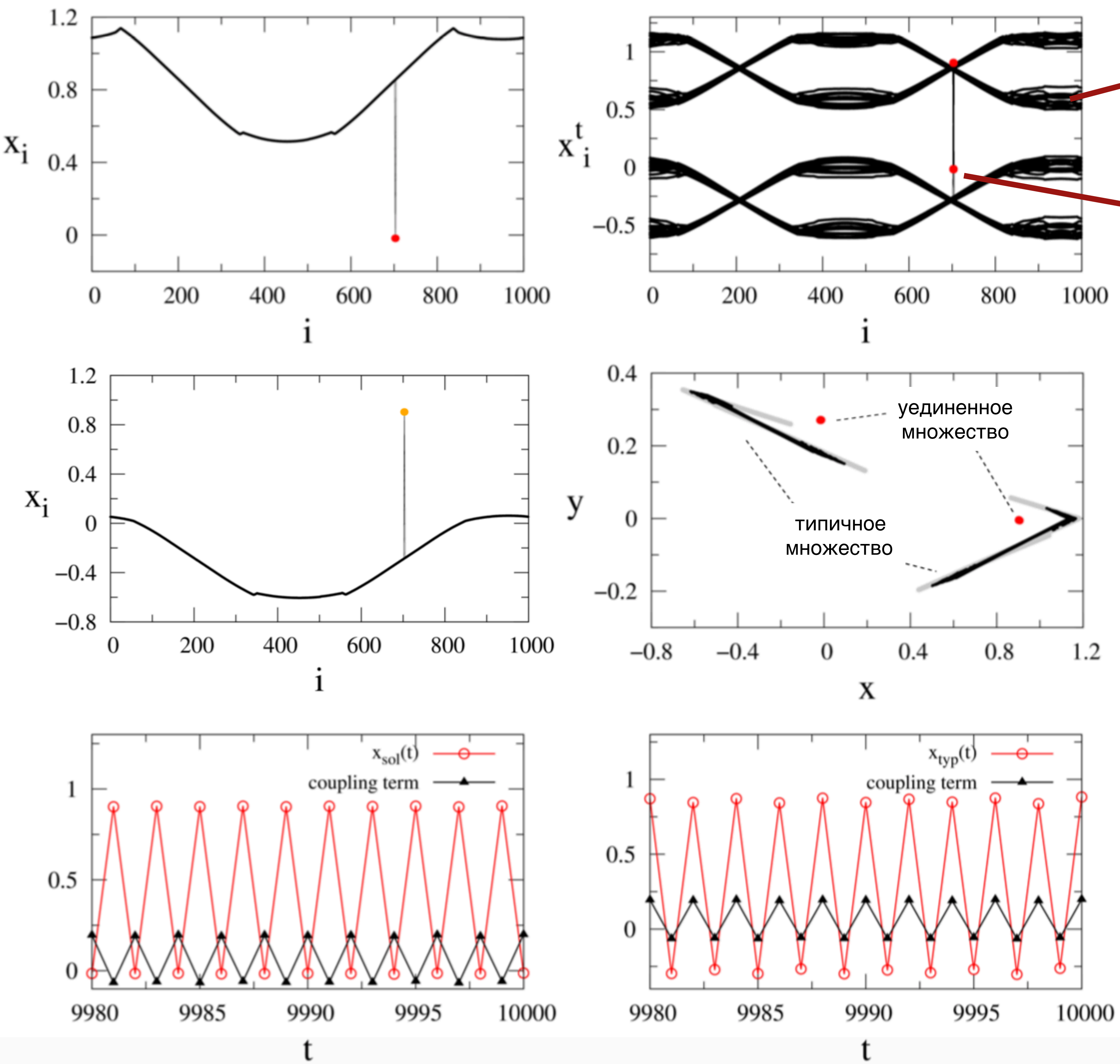
1. E. Rybalova, N. Semenova, G. Strelkova, and V. Anishchenko, EPJ ST 226, 1857-1866 (2017).
2. N. Semenova, E. Rybalova, G. Strelkova, and V. S. Anishchenko, Regular and Chaotic Dynamics 22, no. 148 (2017).

Режим пространственной когерентности



$$\sigma = 0.27$$

Первое уединенное состояние



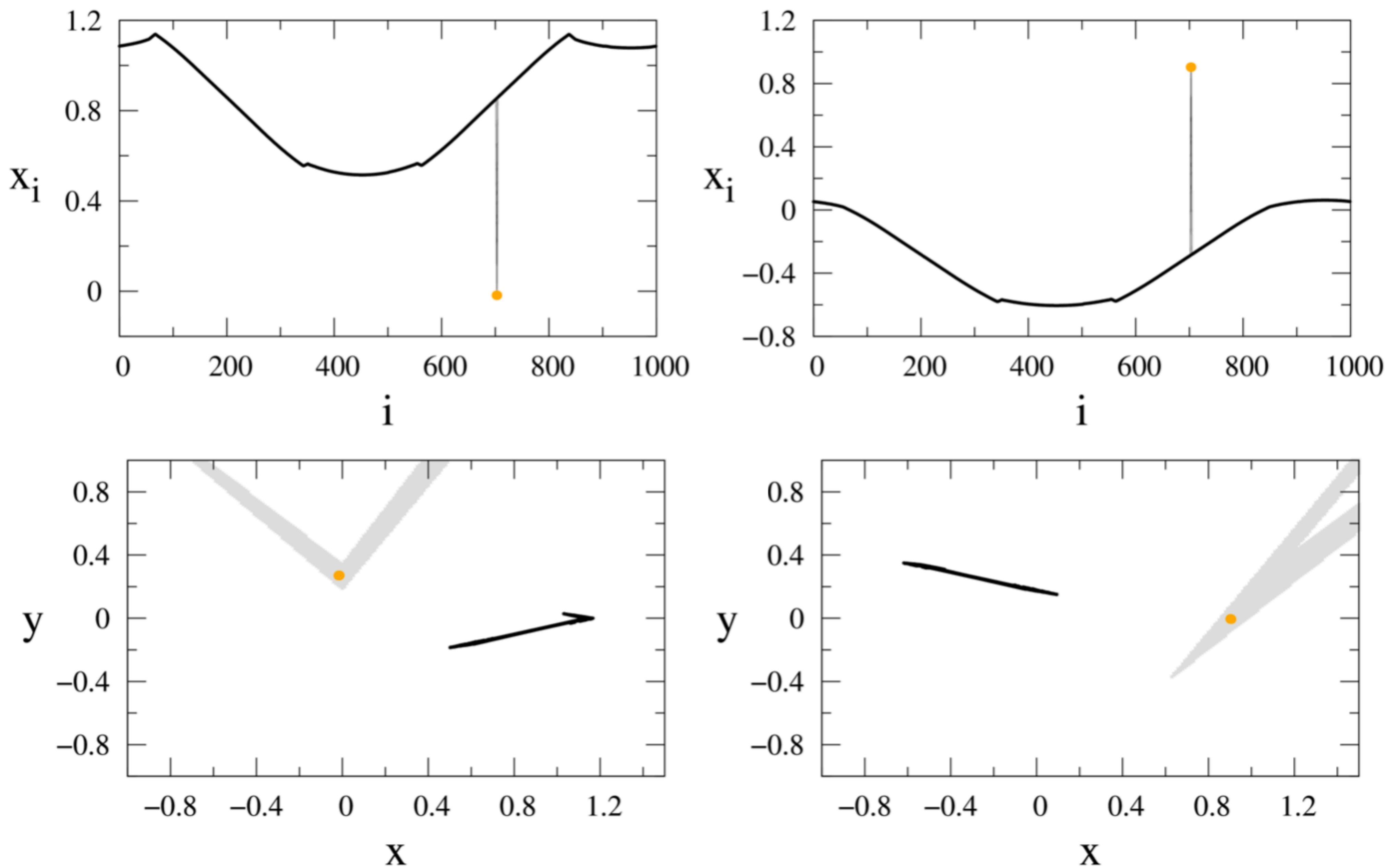
Типичные осцилляторы

Уединенный осциллятор

$\sigma = 0.226$

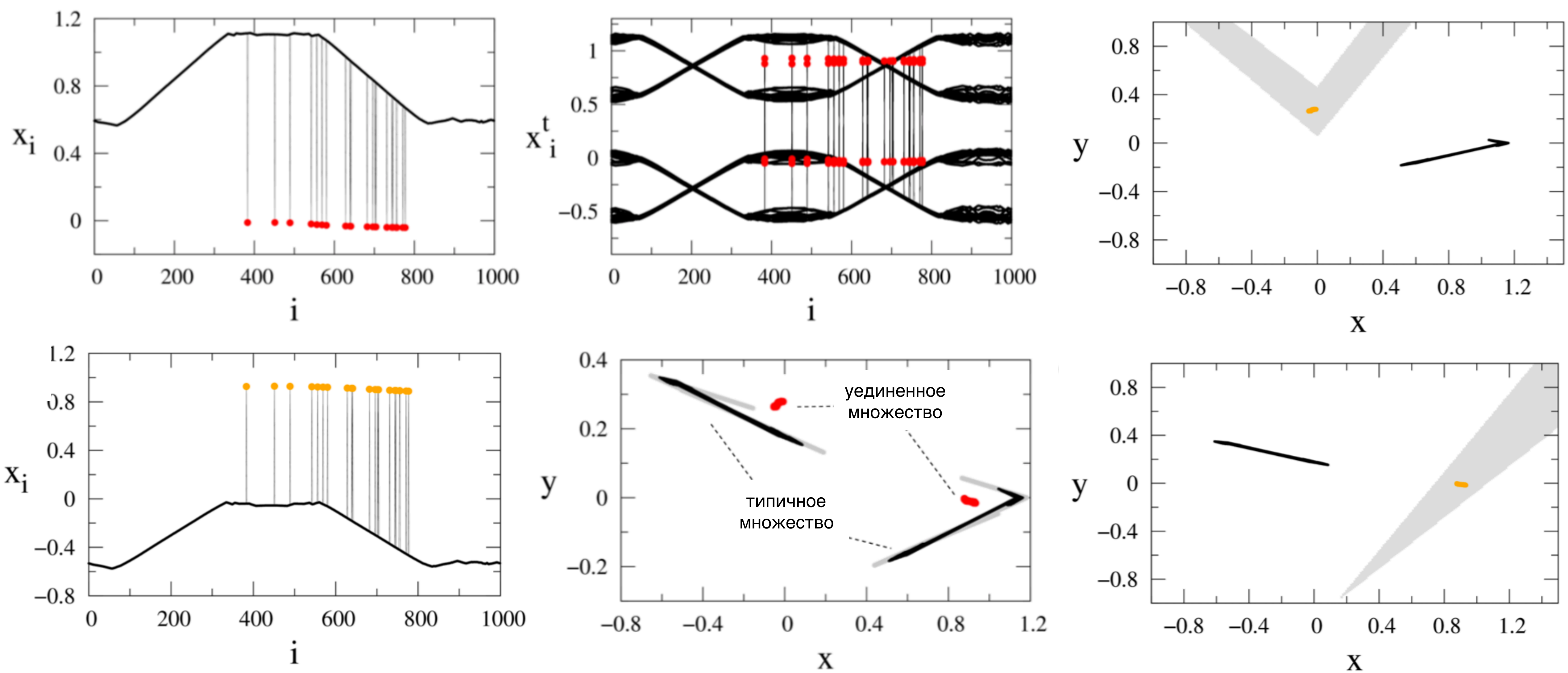
Динамика типичного осциллятора и поведение слагаемого связи синфазны, а уединенного осциллятора и слагаемого связи - противофазны.

Построение бассейнов притяжения



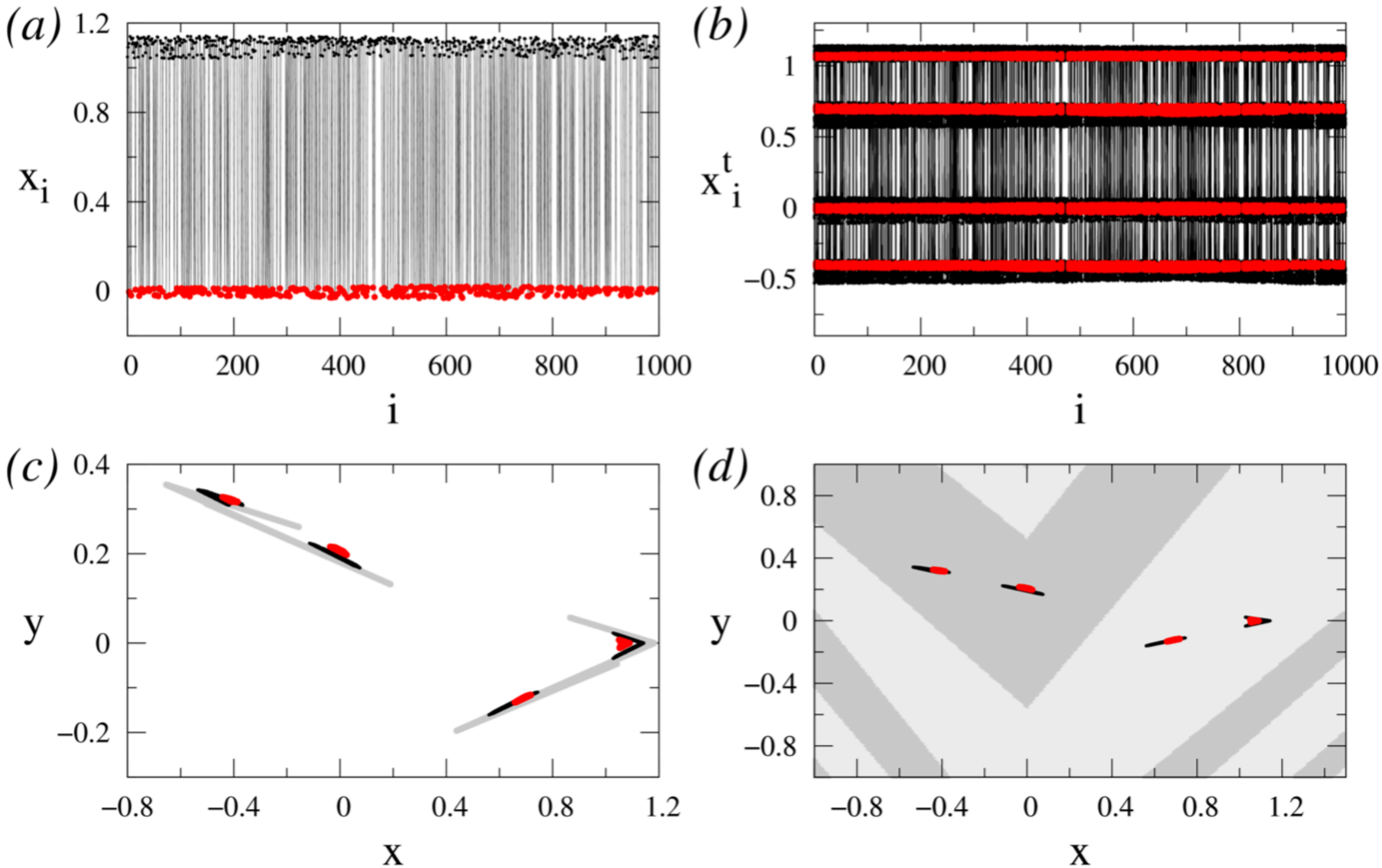
$\sigma = 0.226$

Увеличение числа уединенных осцилляторов



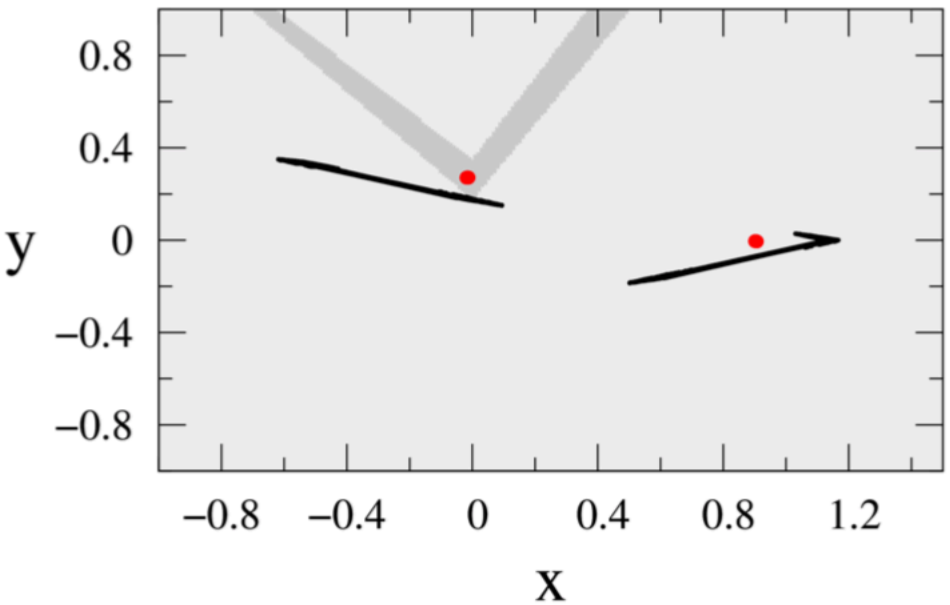
$\sigma = 0.22$

Переход к пространственной некогерентности

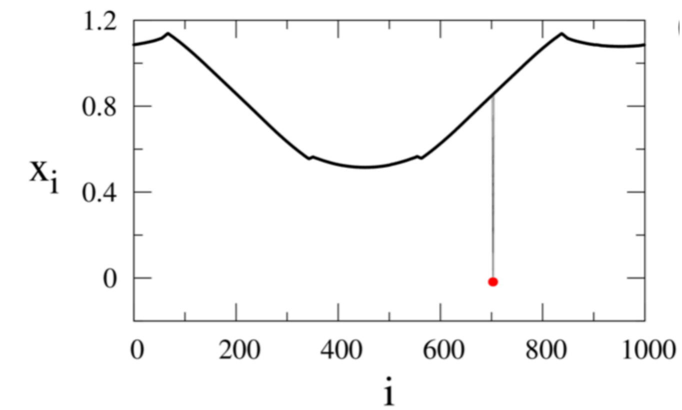


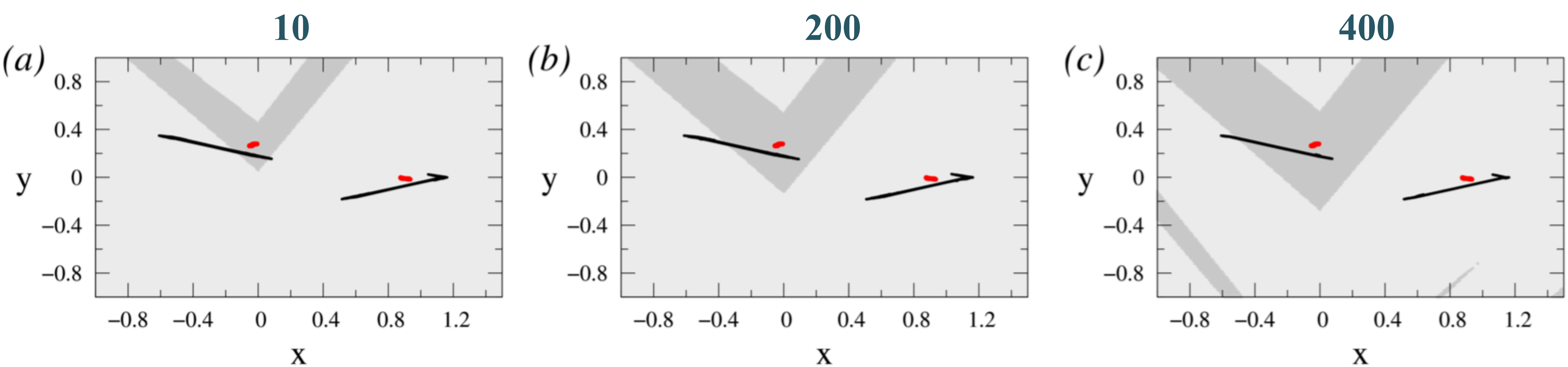
$\sigma = 0.1$

Специально подготовленные начальные условия



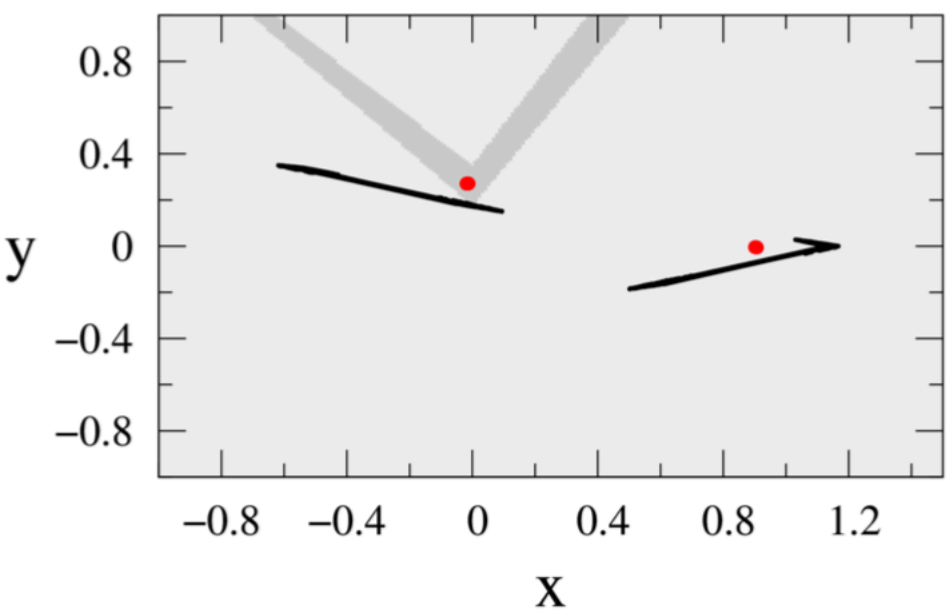
Выберем режим с одним уединенным состоянием, и зададим для нескольких осцилляторов начальные условия из бассейна притяжения для уединенного множества



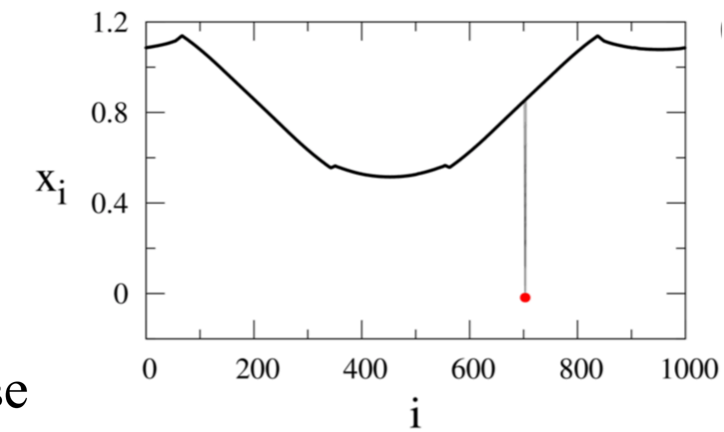


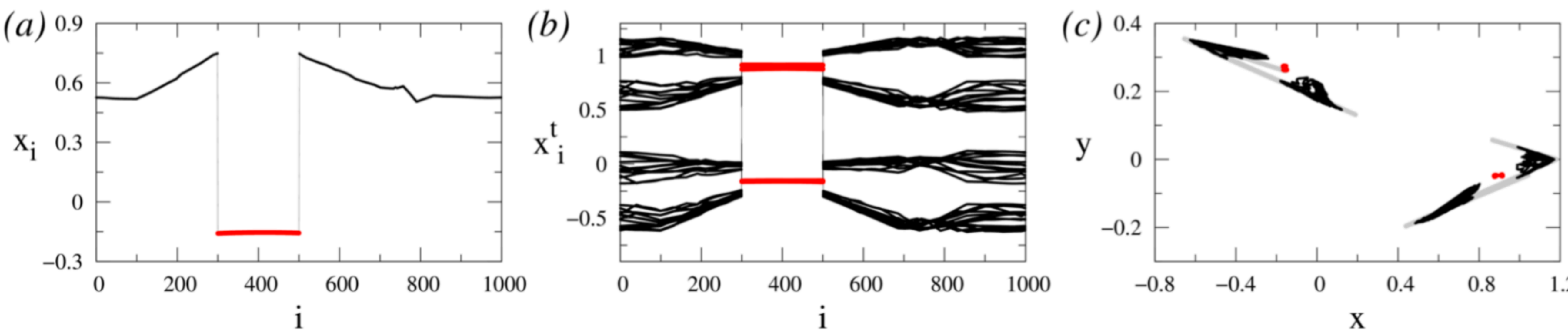
Принцип "больше уединенных осцилляторов - шире бассейн притяжения" работает в обе стороны

Специально подготовленные начальные условия



При выборе таких специально подготовленных начальных условий можно даже задать кластер, находящийся в уединенном множестве





Моделирование динамики парциального элемента при помощи неавтономного отображения

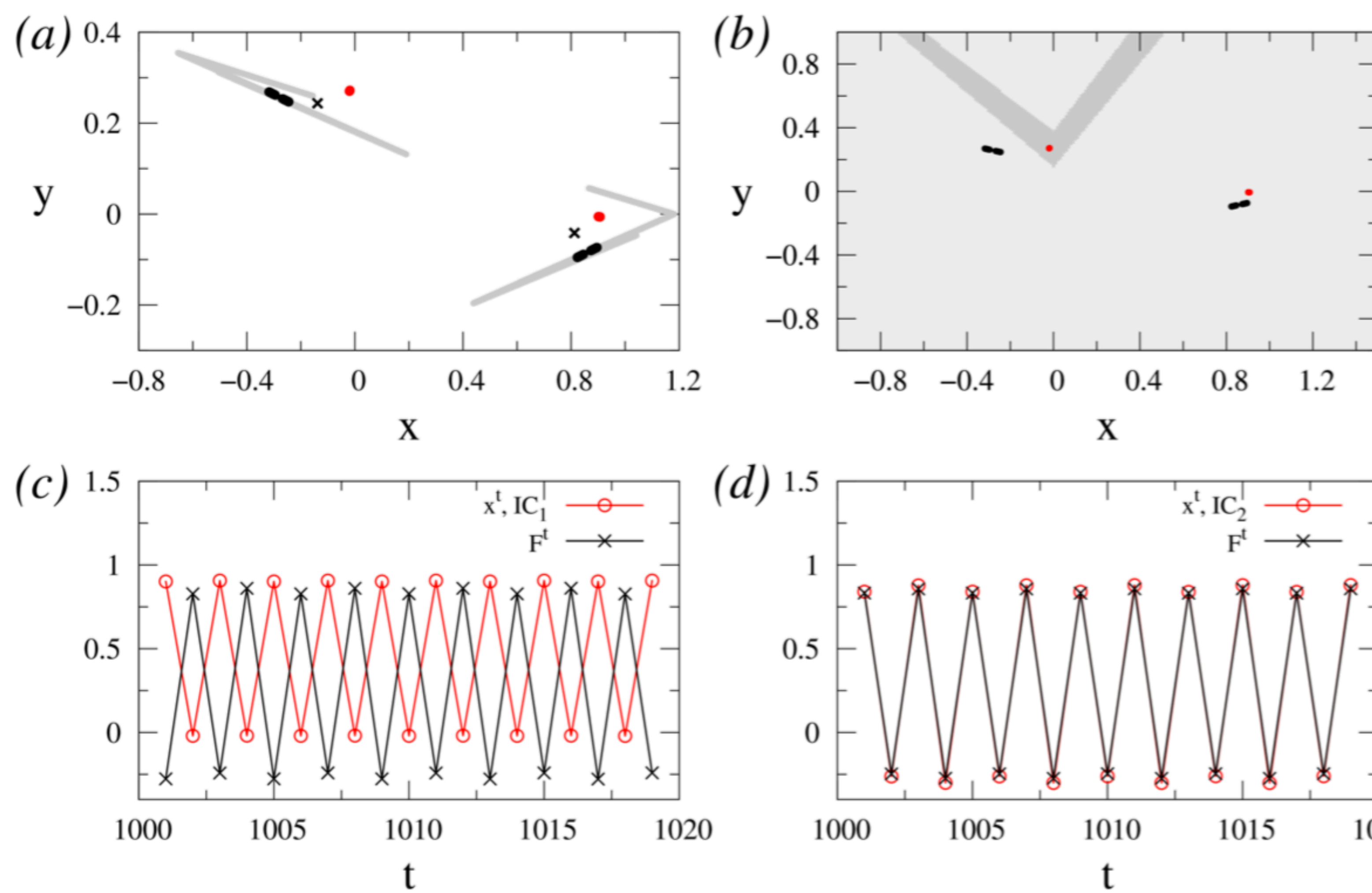
$$x^{t+1} = (1-\sigma) f_x(x^t, y^t) + F^t, \qquad y^{t+1} = f_y(x^t, y^t), \qquad (4)$$

где $$F^t = \frac{\sigma}{2P} \times \sum_{j=i-P}^{j=i+P} f(x_j^t, y_j^t) = \frac{\sigma}{2P} \times \sum_{j=i-P}^{j=i+P} (1 - \alpha |x_j^t| + y_j^t), \quad j \neq i$$

$$X^{t+1} = 1 - \alpha_{\mathrm{eff}} |X^t| + X^t, \qquad Y^{t+1} = \beta_{\mathrm{eff}} X^t, \qquad (5)$$

где $\alpha_{\mathrm{eff}} = (1-\sigma)\alpha$, $\beta_{\mathrm{eff}} = (1-\sigma)\beta$ - эффективные параметры системы.

F^t - это усредненное влияние соседних осцилляторов. Если все соседние осцилляторы являются типичными, то это слагаемое можно заменить конкретным значением, которое является результатом усреднения по одной из лент двух-ленточного аттрактора Лози.



Заключение

- Был получен механизм возникновения уединенных состояний в ансамбле отображений Лози.
- Показано, что множество уединенных состояний имеет свой бассейн притяжения
- Бассейн притяжения увеличивается при уменьшении силы связи. Это приводит к тому, что всё большее количество осцилляторов попадает в соответствующие бассейны притяжения со случайных начальных условий, и число уединенных состояний растет.
- Используя специально подготовленные начальные условия и зная положение бассейнов притяжения можно задать любое количество уединенных состояний.
- Бистабильность парциальных элементов вызвана особым взаимодействием в сети. Аналогичный эффект можно получить, используя одно неавтономное отображение Лози.

Спасибо за внимание!