



*VIII Международная научная конференция
«КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»*

**ВЛИЯНИЕ ШУМА НА
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННУЮ
ДИНАМИКУ АНСАМБЛЕЙ
НЕЛОКАЛЬНО СВЯЗАННЫХ
ХАОТИЧЕСКИХ ОТОБРАЖЕНИЙ**

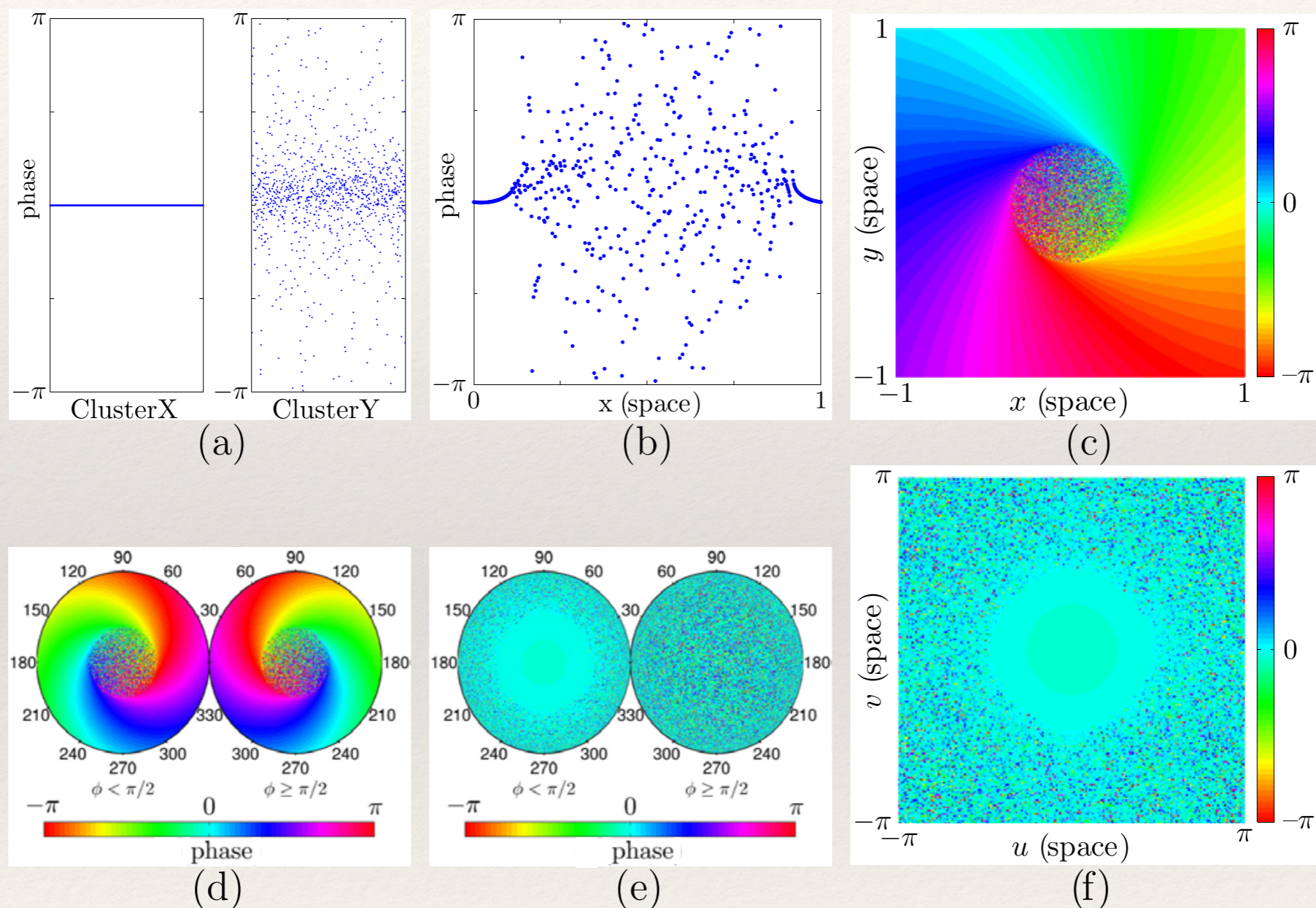
А.В. Слепнев

А.В. Бух

Т.Е. Вадивасова

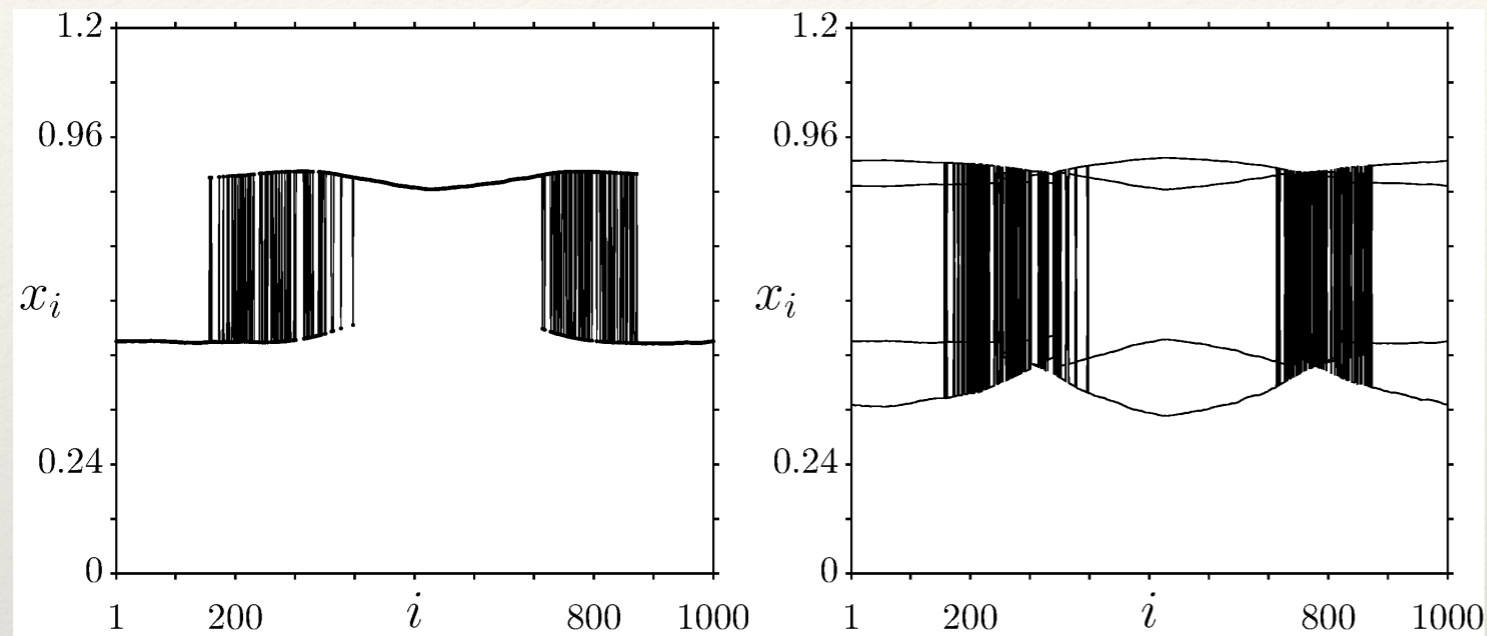
Саратов
02 июля 2018 г.

Химерные состояния

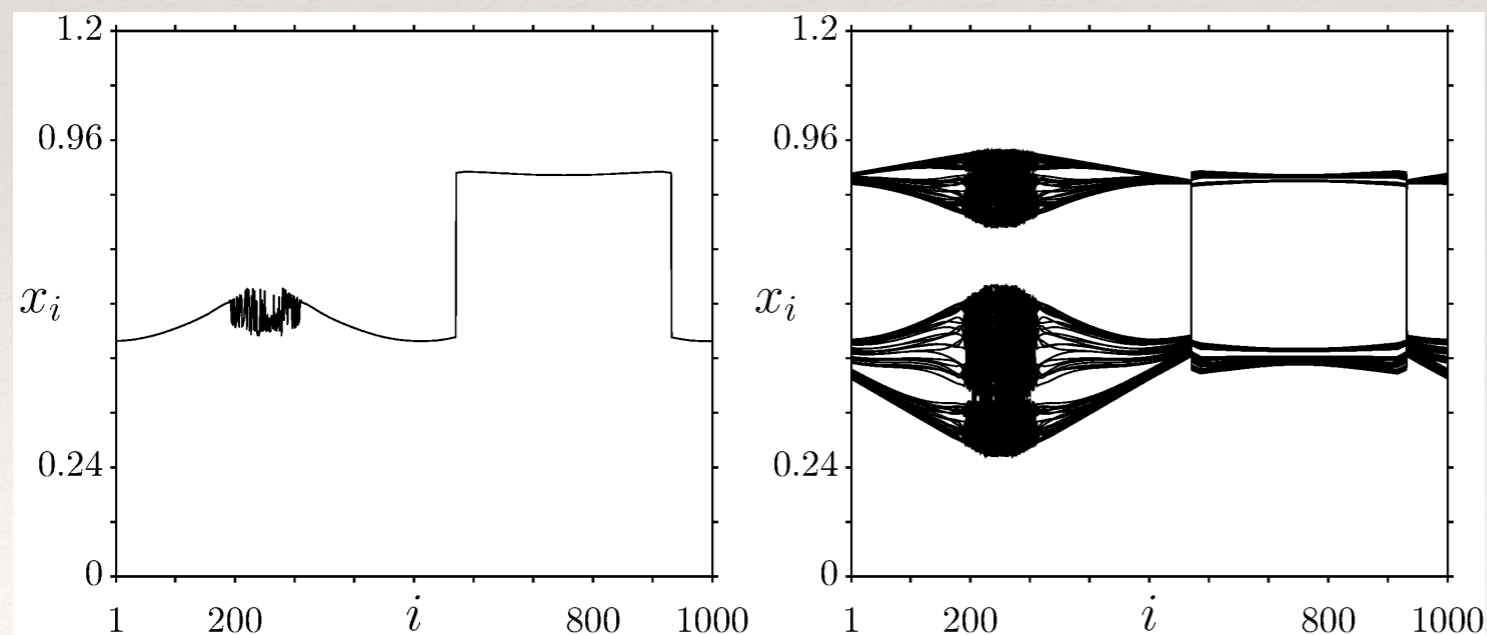


Panaggio M. J., Abrams D. M. Chimera states: coexistence of coherence and incoherence in networks of coupled oscillators // Nonlinearity. – 2015. – V. 28. – I. 3. – P. R67.

Химерные состояния в ансамблях хаотических элементов



фазовая химера (колебания элементов в области некогерентности сдвинуты друг относительно друга на полпериода)



амплитудная химера (колебания элементов в области некогерентности «разбросаны» по амплитуде)

Цели и задачи

- ❖ Выяснить, насколько устойчивы химерные состояния к внешнему шумовому воздействию
- ❖ Выявить возможность смены пространственно-временного режима с помощью шума
- ❖ Выявить возможность возникновения индуцированных шумом пространственно-временных структур

Исследуемые системы

$$x_i^{n+1} = f_i^n + \frac{\sigma}{2P} \sum_{j=i-P}^{i+P} (f_j^n - f_i^n) + \sqrt{2D} \xi_i^n,$$

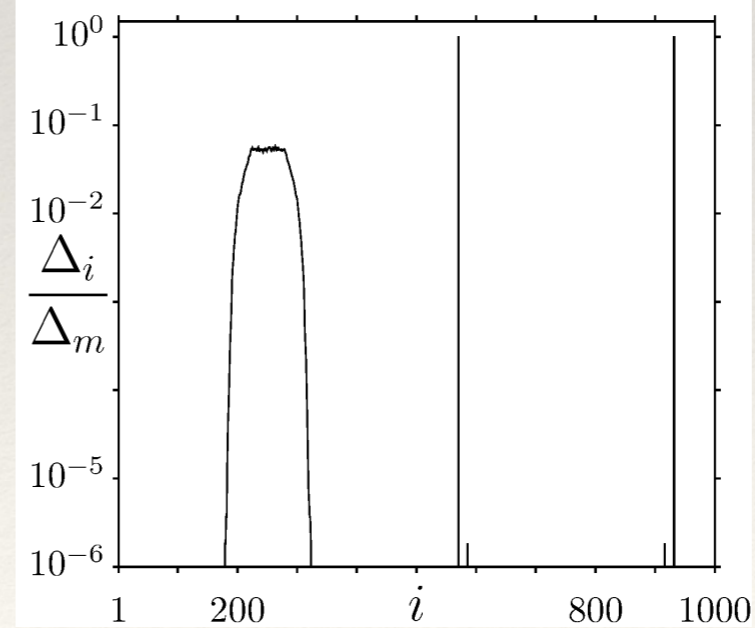
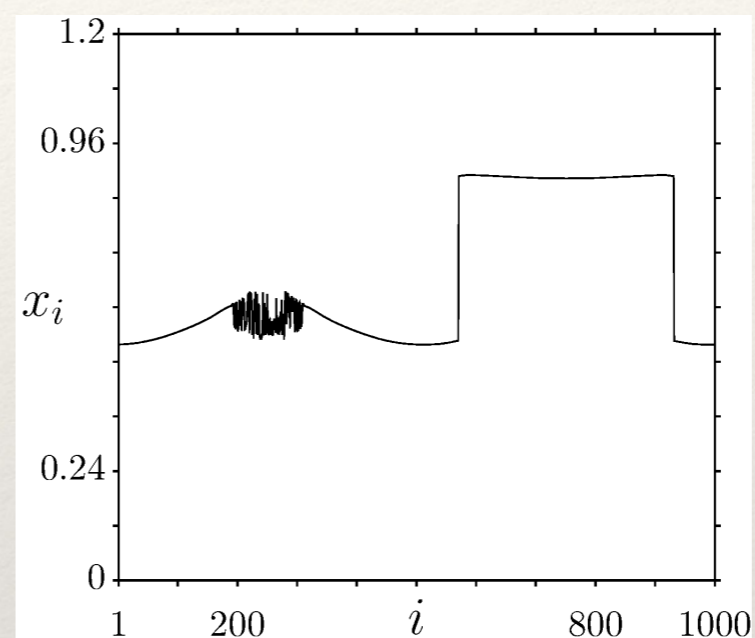
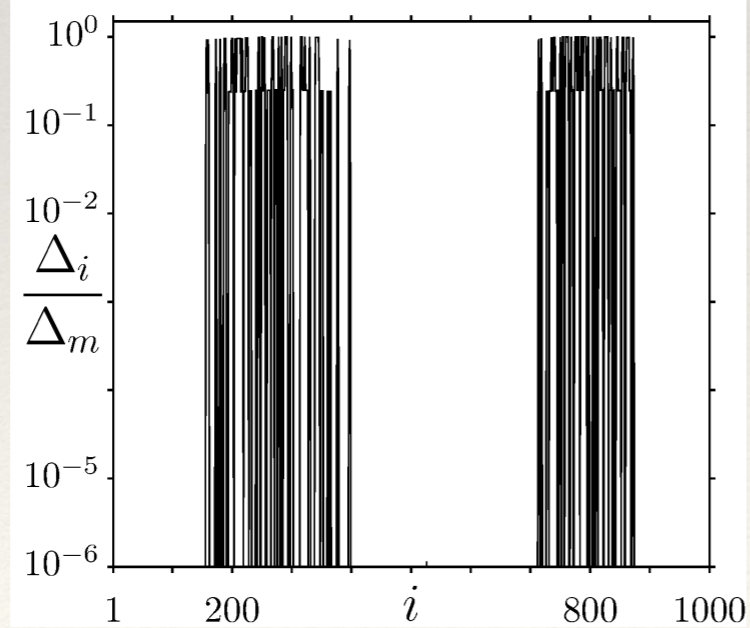
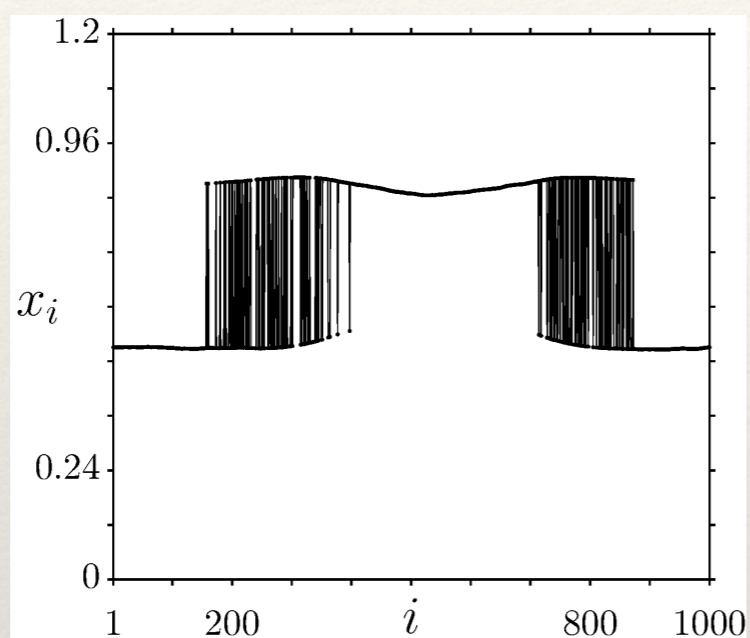
$$i = 1, 2, \dots, N, \quad x_{i \pm N}^n = x_i^n, \quad x_i^0 \in [-1; 1],$$

$$\langle \xi_i^n \rangle_n \equiv 0, \quad \langle \xi_i^n \xi_j^k \rangle_n = \delta_{i,j} \delta_{n,k},$$

$$f_i^n = \begin{cases} g(x_i^n) = \alpha x_i^n (1 - x_i^n) & \text{— логистическое отображение} \\ r(x_i^n) = \alpha |x_i^n| e^{-x_i^n} & \text{— отображение Рикера} \end{cases}$$

Способ различения химерных состояний

$$\Delta_i = \langle (2x_i^n - x_{i-1}^n - x_{i+1}^n)^2 \rangle_n, \quad \Delta_m = \Delta_{i\max}$$



Расчет старшего ляпуновского показателя

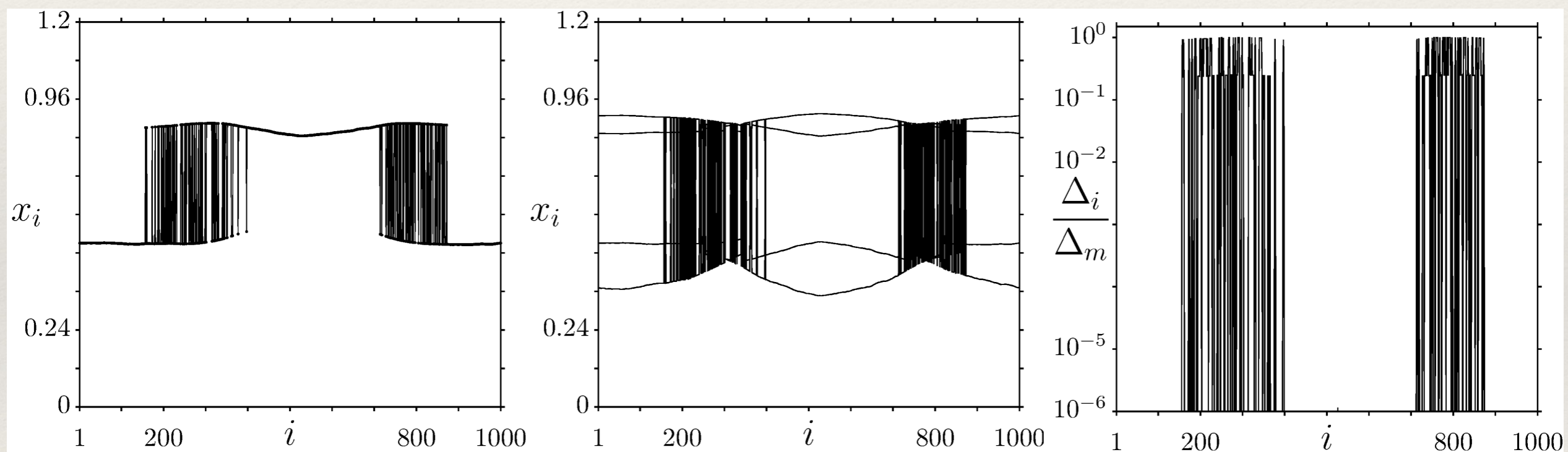
$$\tilde{x}_i^{n+1} = \tilde{f}_i^n + \frac{\sigma}{2P} \sum_{j=i-P}^{i+P} \left(\tilde{f}_j^n - \tilde{f}_i^n \right),$$

$$\tilde{f}_i^n = \begin{cases} \tilde{g}(x_i^n, \tilde{x}_i^n) = \alpha \tilde{x}_i^n (1 - 2x_i^n) \\ \tilde{r}(x_i^n, \tilde{x}_i^n) = \alpha \tilde{x}_i^n (\operatorname{sgn} x_i^n - |x_i^n|) e^{-x_i^n} \end{cases}$$

$$\lambda_{\max} \approx \frac{1}{M^2} \sum_{n=1}^M \ln \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_0}, \quad \varepsilon_n = \sqrt{\sum_{i=0}^N (\tilde{x}_i^n)^2}$$

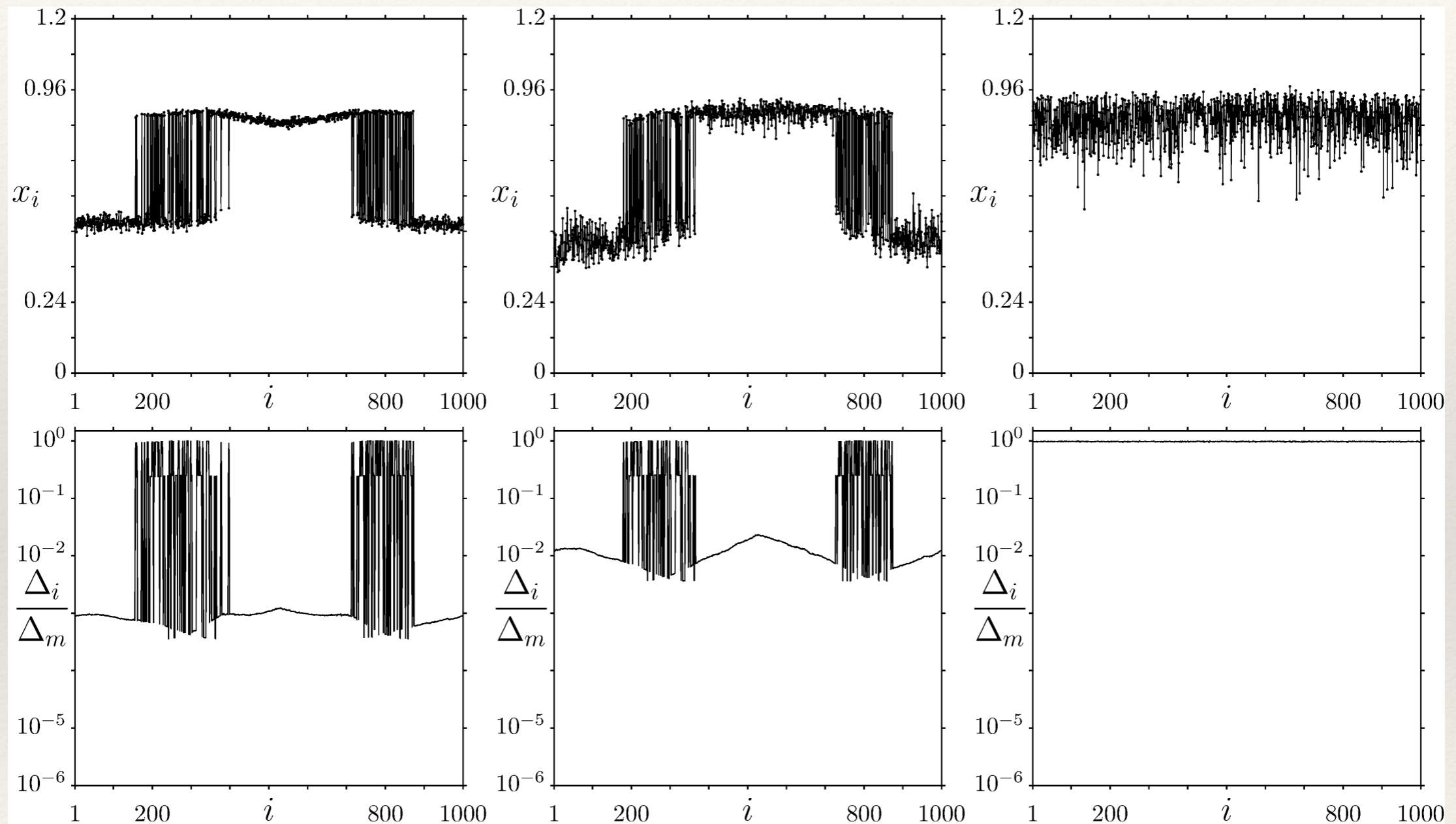
Ансамбль логистических отображений

Зафиксируем параметры: $\alpha=3.8$ и $P=345$



Фазовая химера в ансамбле логистических отображений при $\sigma=0.242$, $D=0$

Устойчивость фазовой химеры к шуму

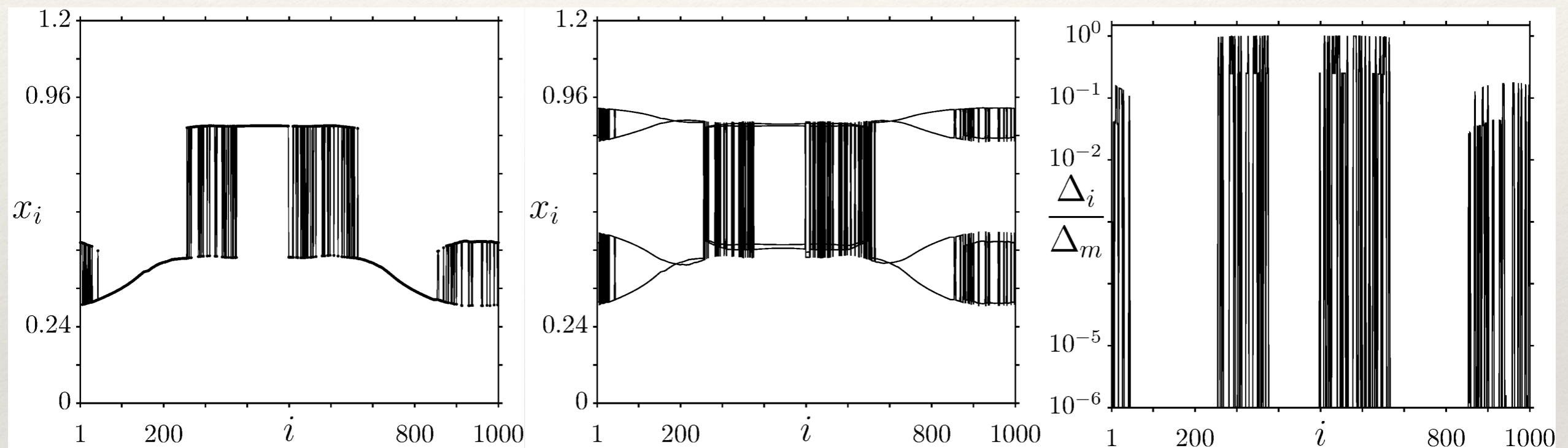


$D=1e-5$
 $\lambda_{\max}=-0.107365$

$D=1e-4$
 $\lambda_{\max}=-0.011545$

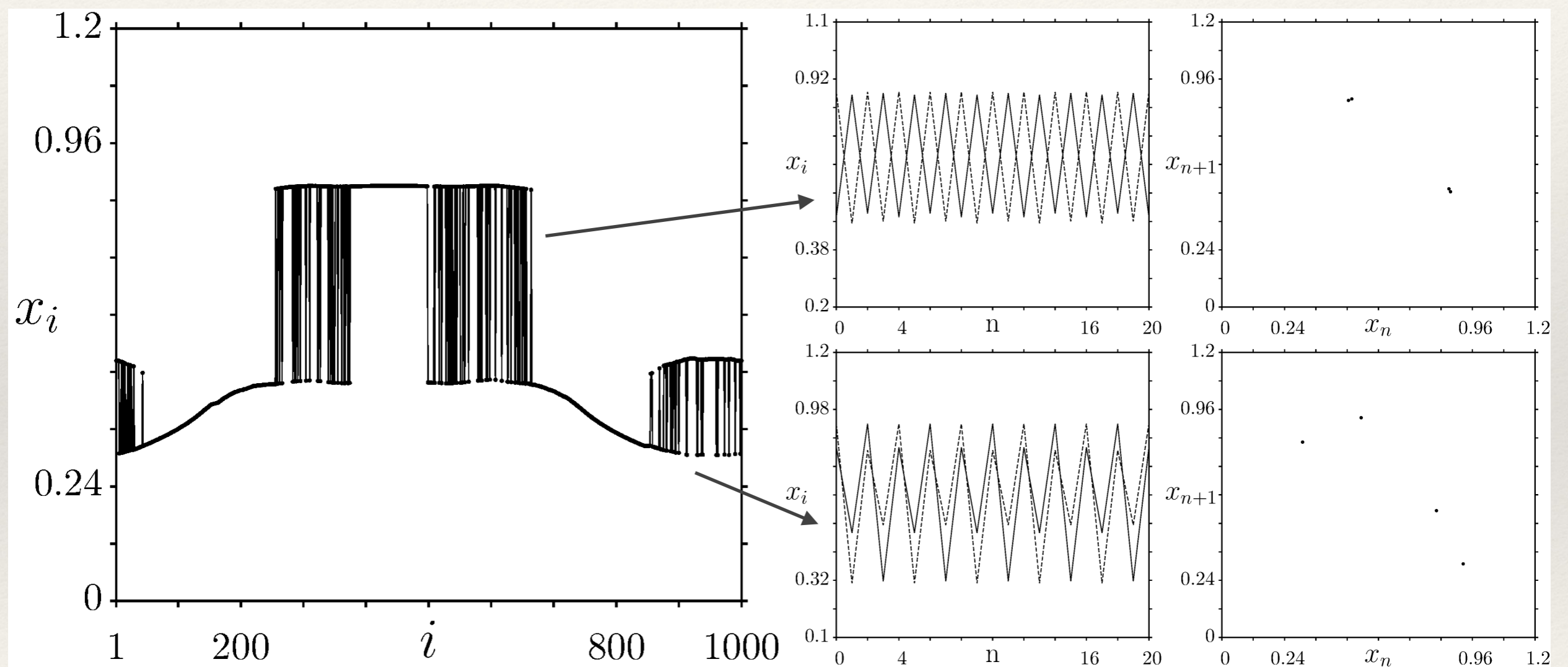
$D=3.2e-4$
 $\lambda_{\max}=0.133080$

Фазовая химера второго порядка

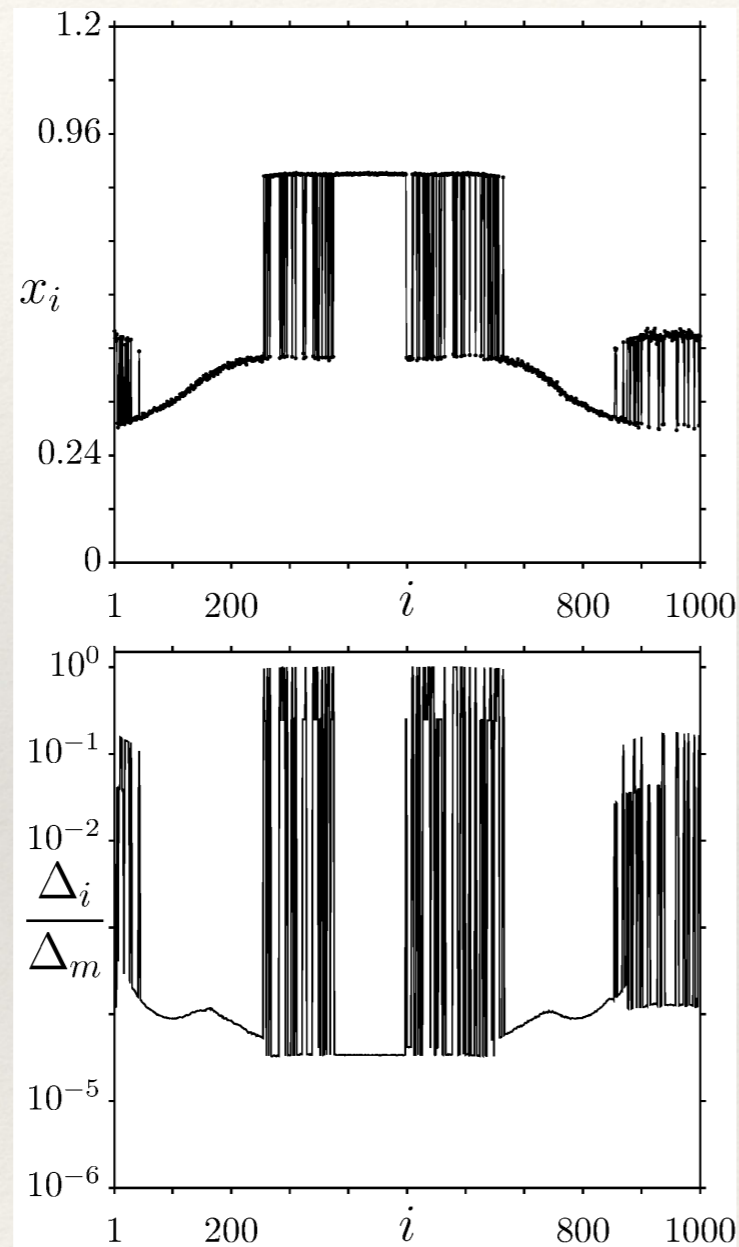


Фазовая химера в ансамбле логистических отображений при $\sigma=0.258$, $D=0$

Фазовая химера второго порядка

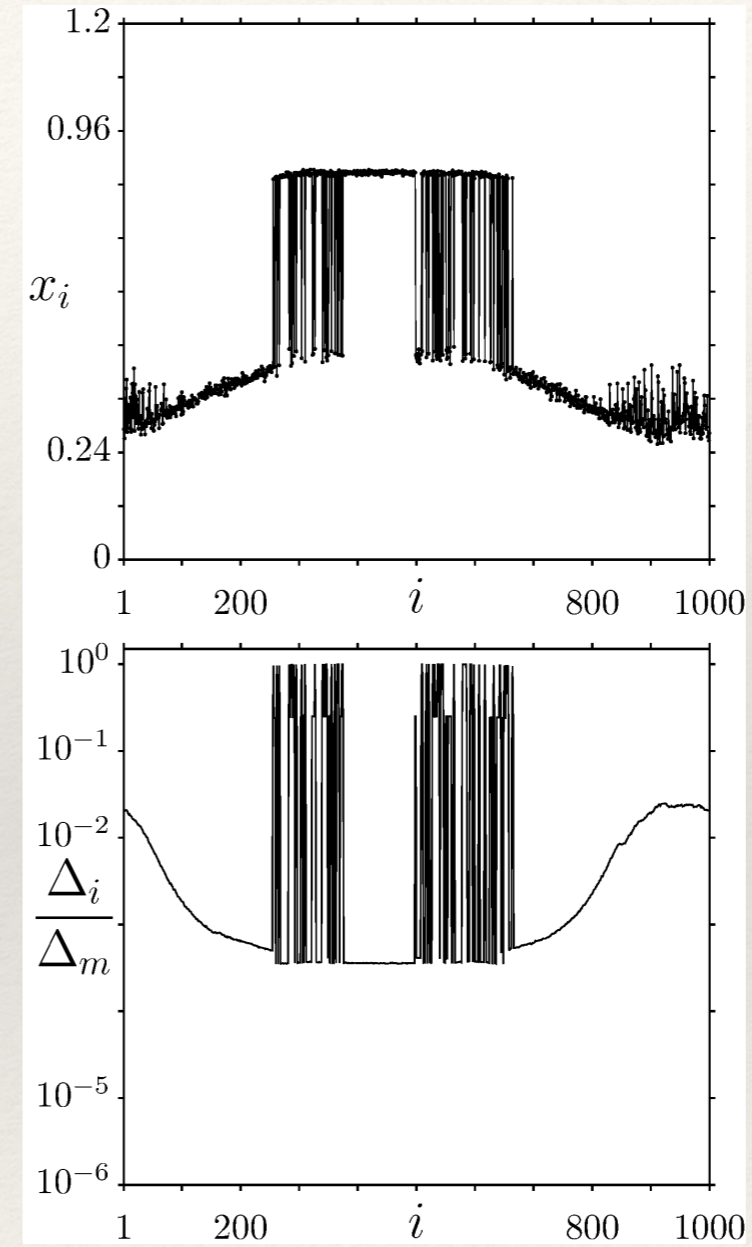


Переход фазовая химера \rightarrow амплитудная химера



$D=1e-6$

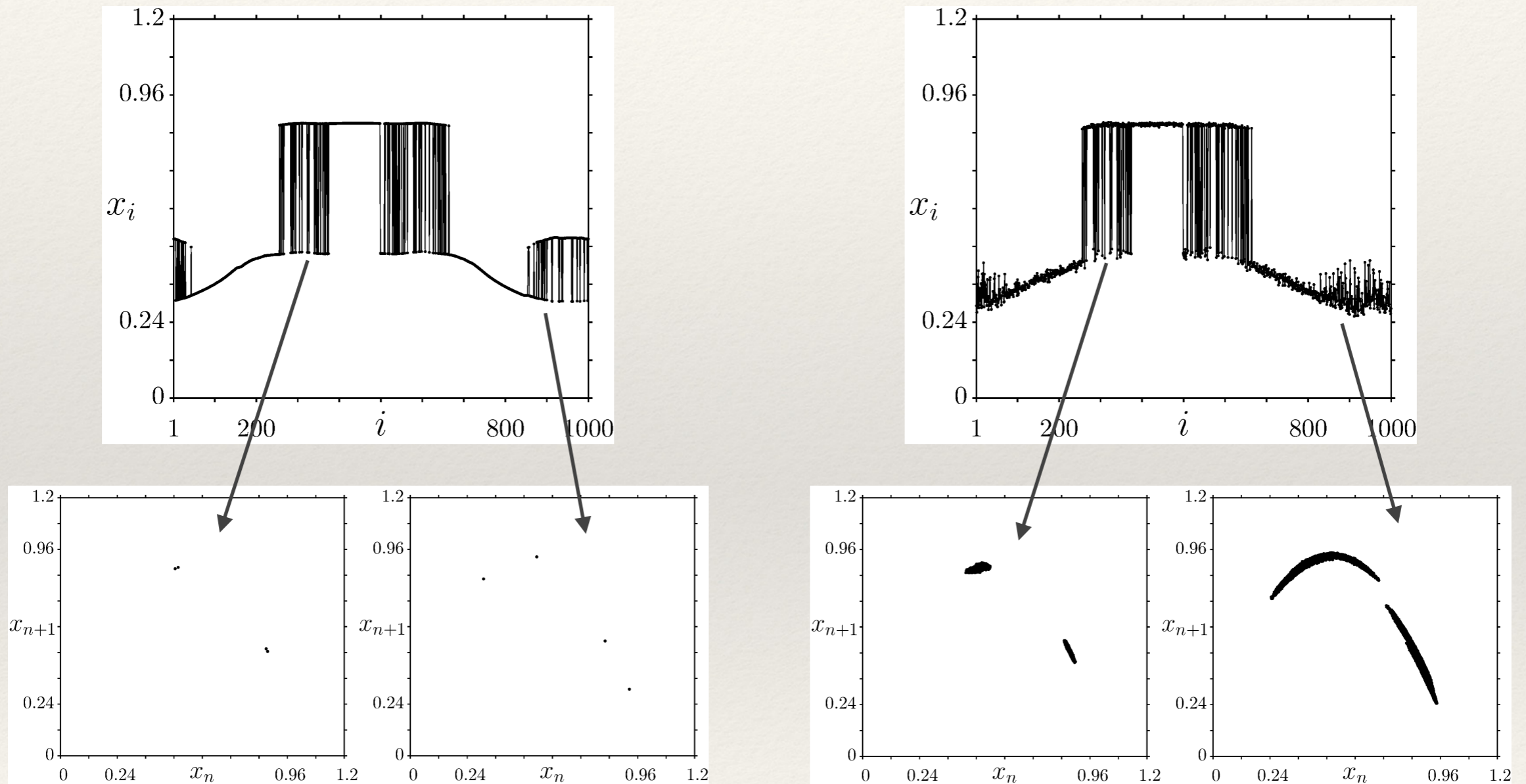
$\lambda_{\max}=-0.027133$



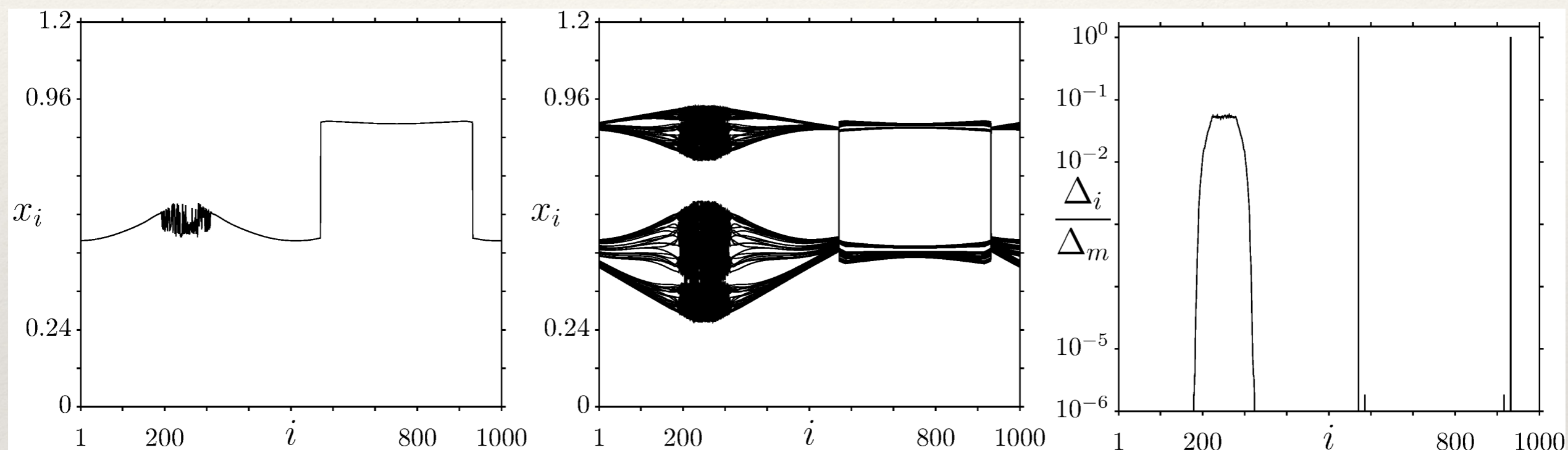
$D=1e-5$

$\lambda_{\max}=0.094447$

Переход фазовая химера \rightarrow амплитудная химера

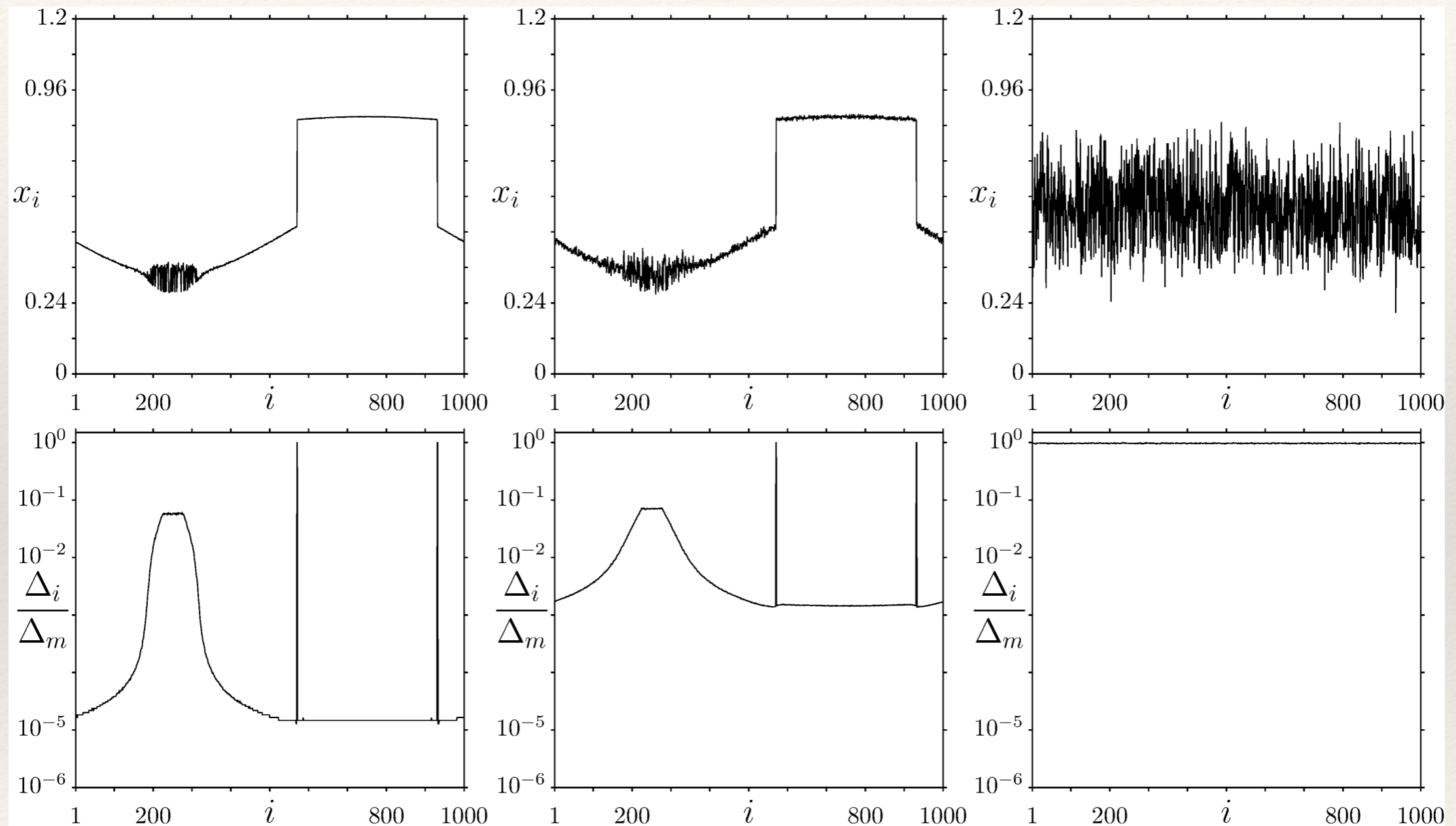


Амплитудная химера



Амплитудная химера в ансамбле
логистических отображений при $\sigma=0.286$, $D=0$

Устойчивость амплитудной химеры к шуму



$D=1e-7$

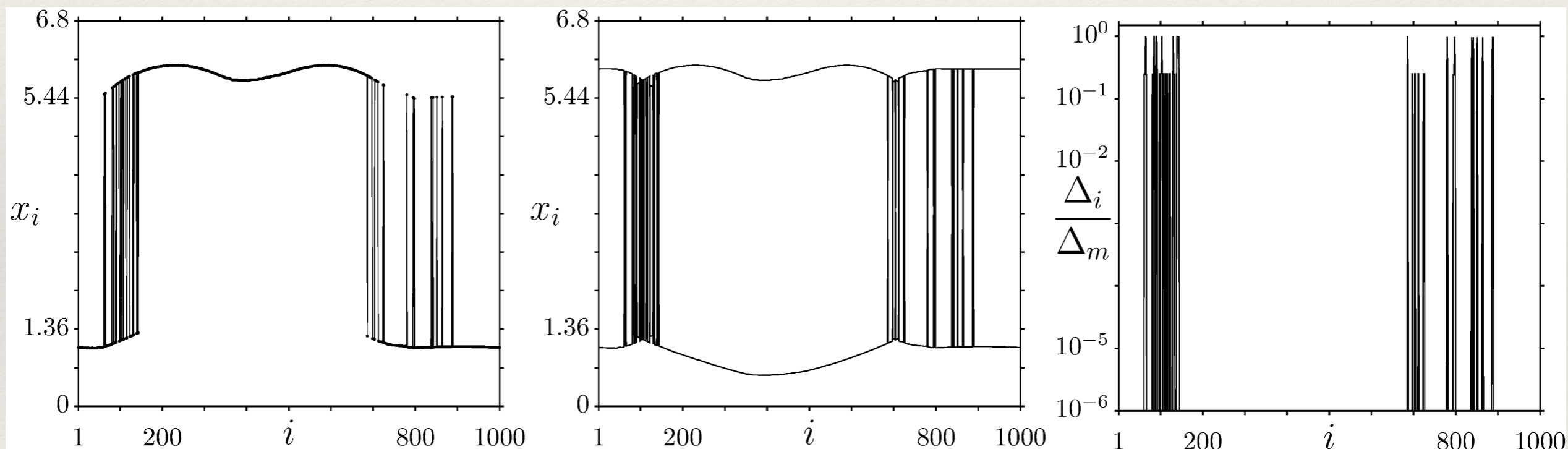
$D=1e-5$

$D=3.98e-4$

Ансамбль отображений Рикера

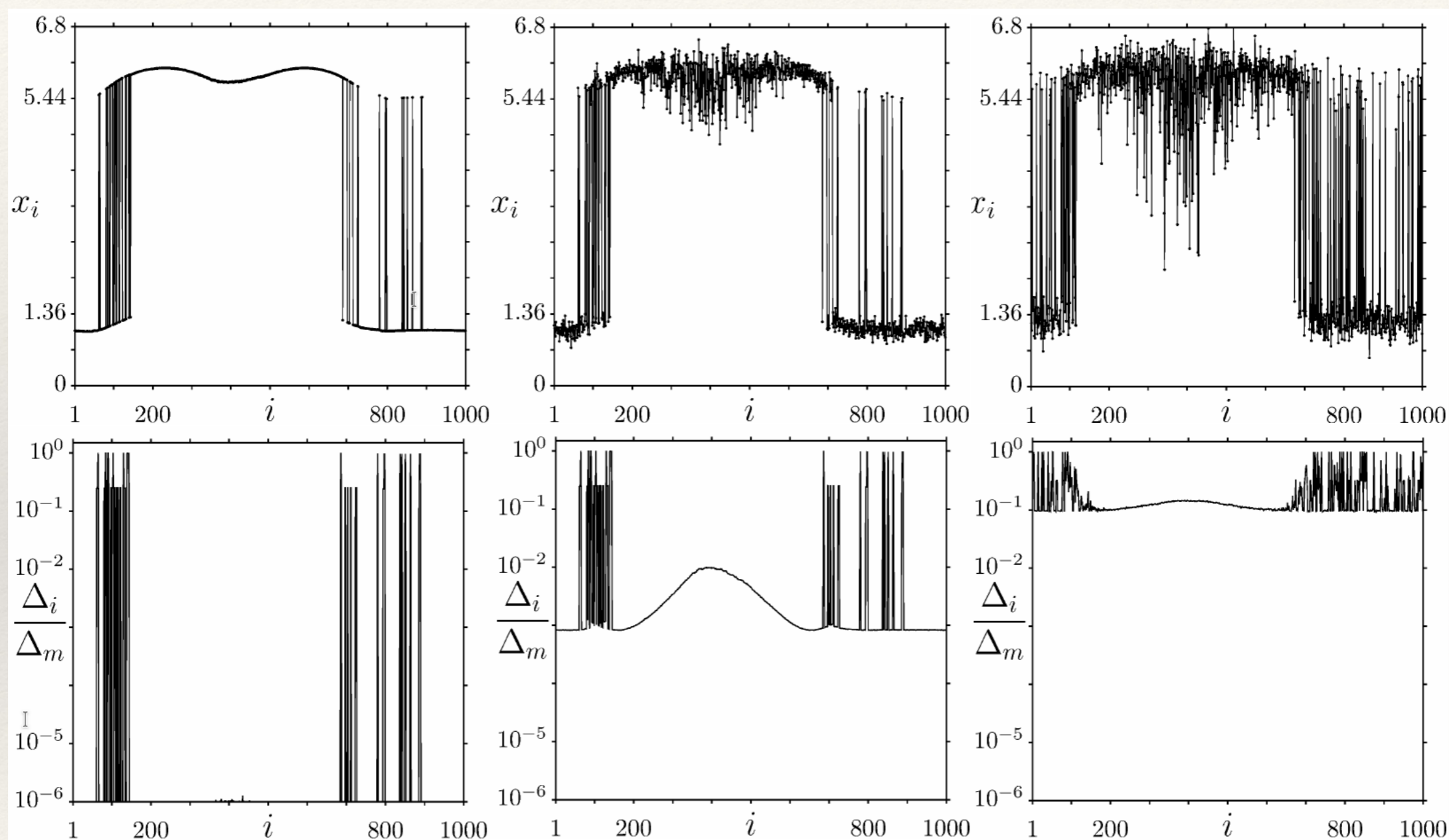
Зафиксируем параметры: $\alpha=18.3$ и $P=345$

Все описанные выше эффекты наблюдаются и в ансамбле отображений Рикера



Фазовая химера в ансамбле отображений Рикера при $\sigma=0.242$, $D=0$

Возникновение области некогерентности

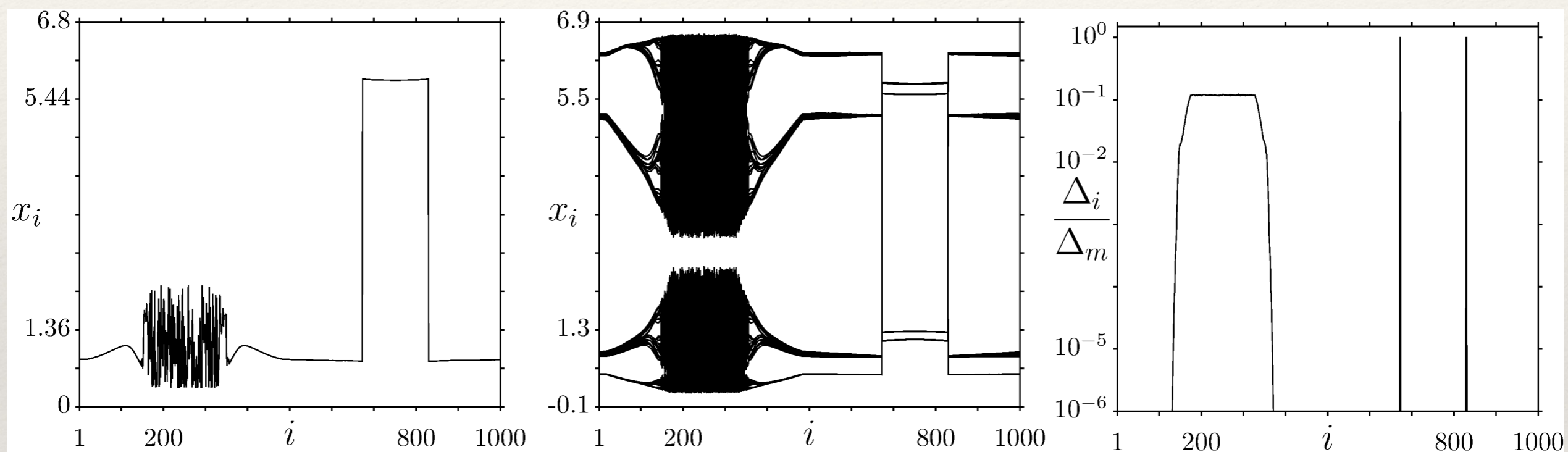


$D=1e-6$
 $\lambda_{\max}=-0.106009$

$D=1e-2$
 $\lambda_{\max}=-0.140202$

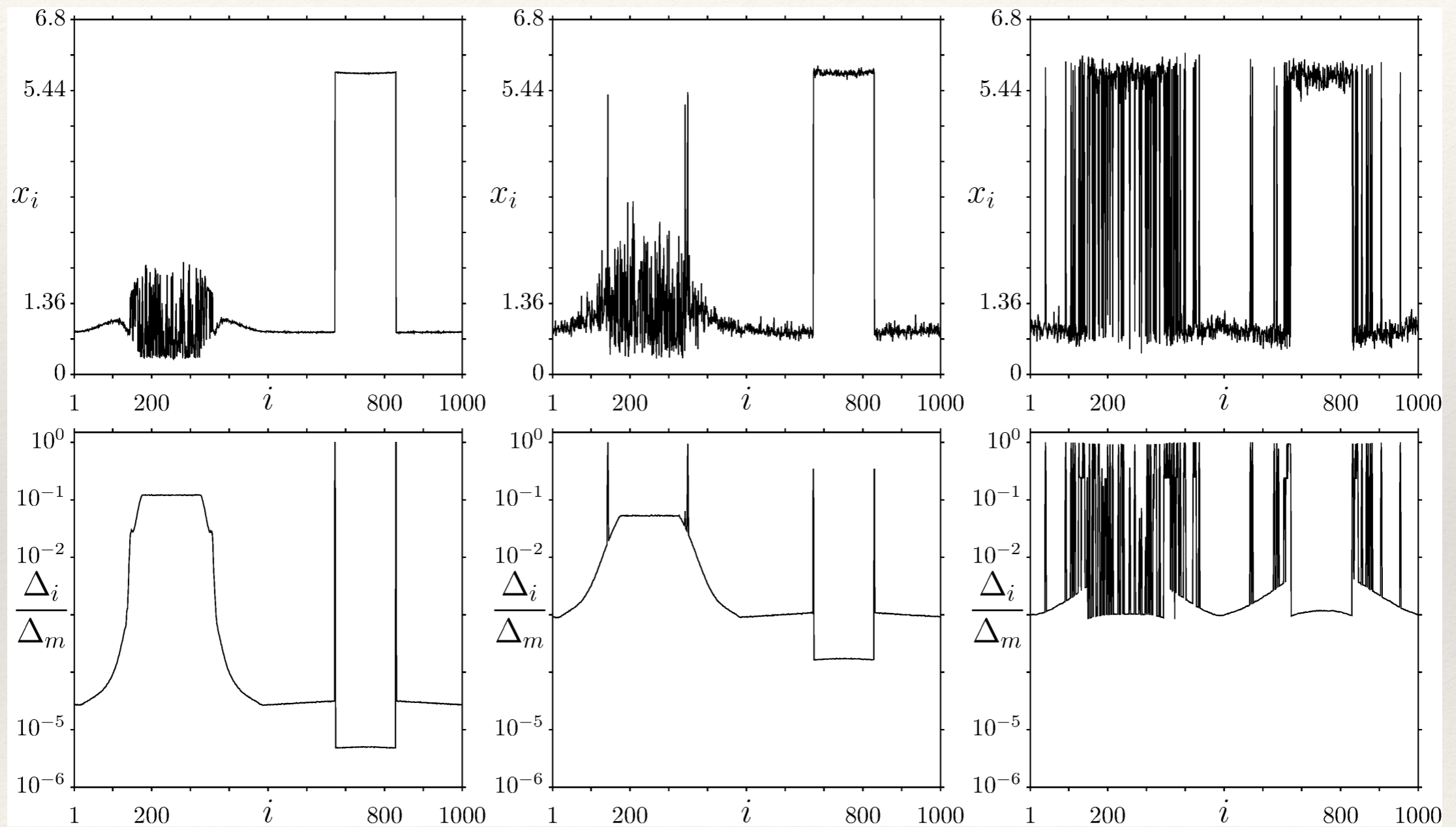
$D=3.98e-2$
 $\lambda_{\max}=0.000817$

Амплитудная химера



Амплитудная химера в ансамбле
отображений Рикера при $\sigma=0.193$, $D=0$

Переход амплитудная химера \rightarrow фазовая химера



$D=1e-5$

$D=1e-3$

$D=1e-2$

Заключение

- ❖ Химерные состояния в ансамблях логистических отображений и отображений Рикера сохраняются при малой интенсивности шумового воздействия
- ❖ С помощью шумового воздействия возможно как разрушить химерное состояние, так и сменить его тип
- ❖ Под действием шума возможно возникновение области некогерентности на месте гладкого профиля (области когерентных колебаний)

Спасибо за внимание!