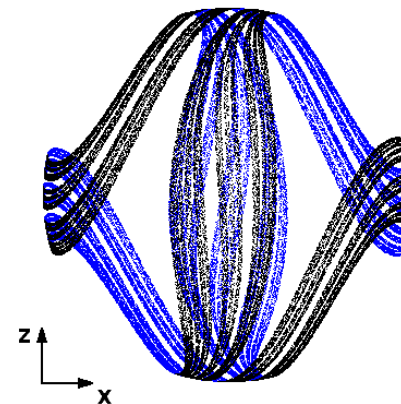
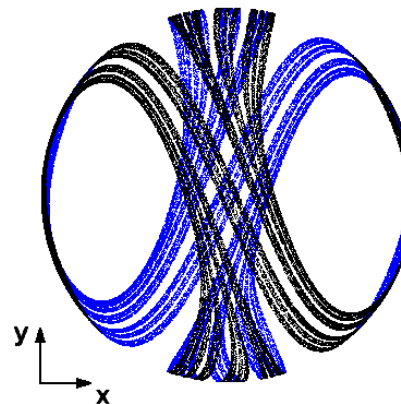
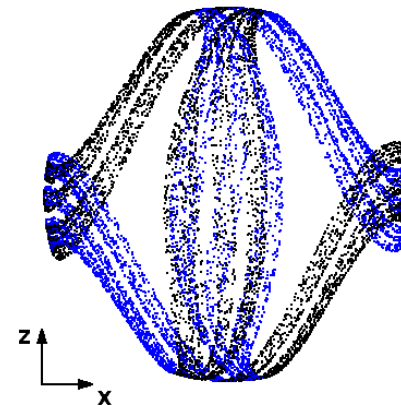
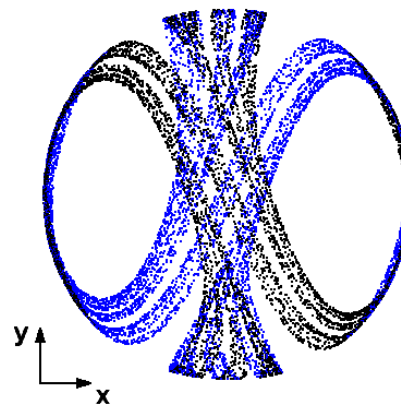
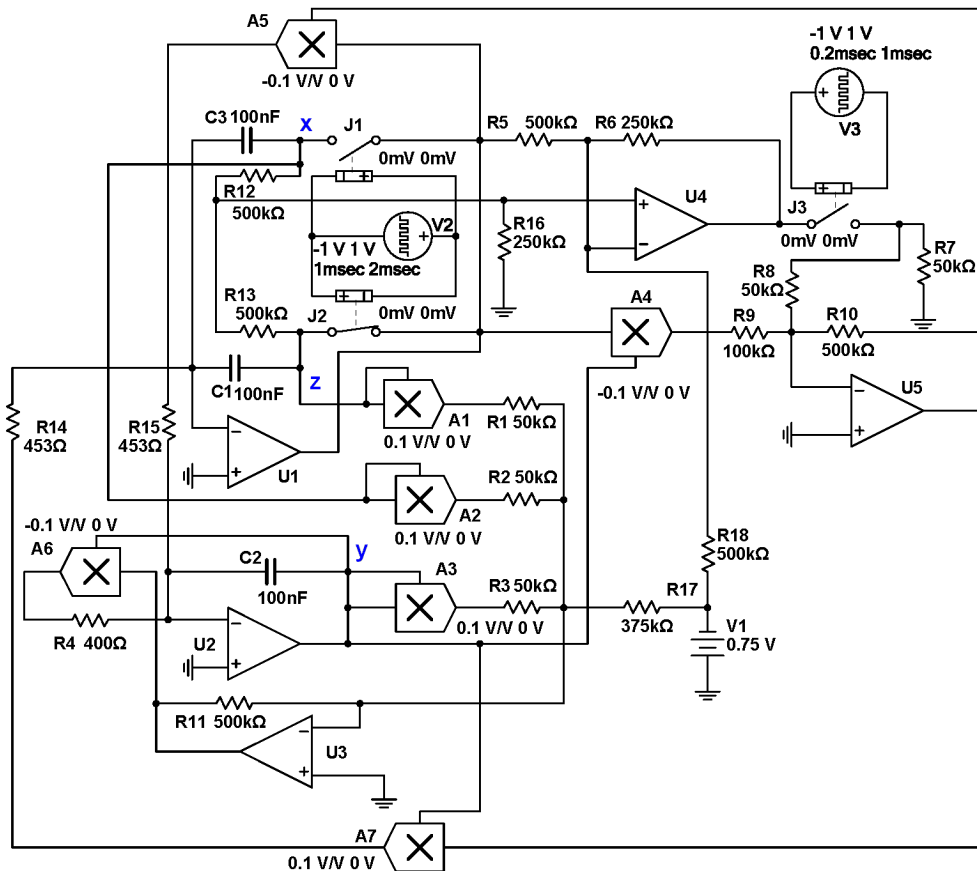


Разработаны схемы электронных генераторов структурно устойчивого хаоса на операционных усилителях, которые представляют собой неавтономные динамические системы с гиперболическими аттракторами типа Плыкина и Смейла-Вильямса, и продемонстрировано их функционирование путем моделирования динамики в программной среде Multisim.

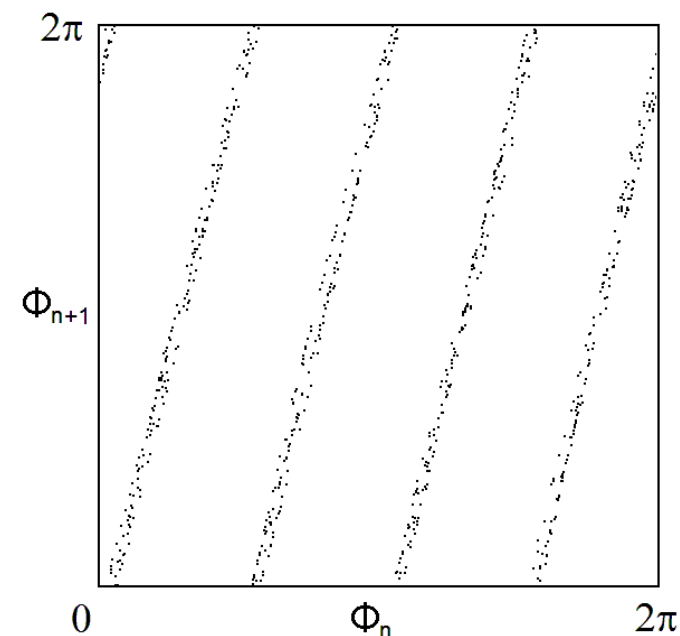
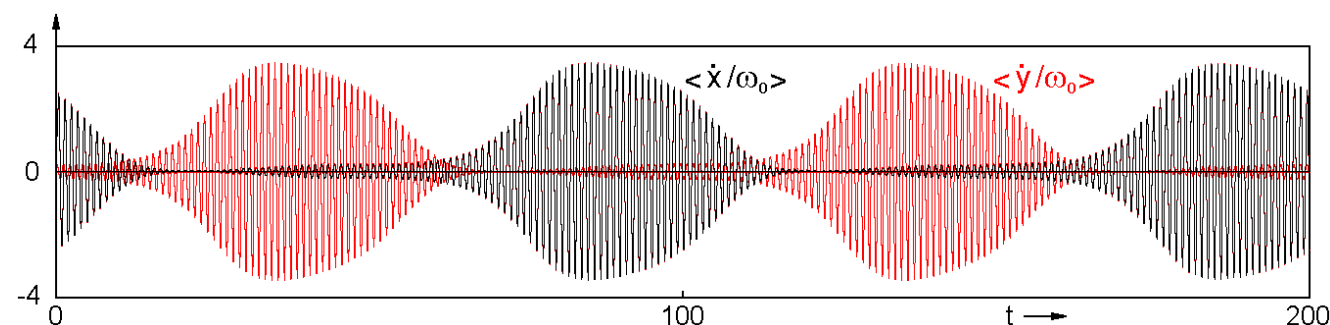


- S.P. Kuznetsov. Plykin type attractor in electronic device simulated in MULTISIM. CHAOS, **21**, 2011, 043105.
- С.П. Кузнецов. Схемы электронных устройств с гиперболическим хаосом и моделирование их динамики в программной среде Multisim. Известия вузов – Прикладная нелинейная динамика, **19**, 2011, №5.

Предложен принцип генерации хаоса с использованием ансамблей связанных фазовых осцилляторов, где выходной сигнал обеспечивается совокупным вкладом элементов ансамбля, в качестве которых могут выступать, например, контакты Джозефсона. Исследовано хаотическое поведение параметров порядка в модельной системе двух ансамблей, внутри которых глобальная связь включается и выключается поочередно, а взаимодействие между ними осуществляется через квадратичную нелинейность. Согласно результатам численного моделирования, в ходе чередующихся переходов Курамото от синхронного состояния к асинхронному и обратно, изменение фазы коллективного возбуждения каждой подсистемы описывается хаотическим отображением типа Бернулли. (Совместно с группой статистической физики и теории хаоса университета Потсдама, Германия.)

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} - (A - x_k^2) \frac{dx_k}{dt} + \omega_k^2 x_k = \kappa f_1(t) \frac{d \langle x \rangle}{dt} + \varepsilon \frac{d \langle y^2 \rangle}{dt} \sin \omega_0 t,$$

$$\frac{d^2 y_k}{dt^2} - (A - y_k^2) \frac{dy_k}{dt} + \omega_k^2 y_k = \kappa f_2(t) \frac{d \langle y \rangle}{dt} + \varepsilon \frac{d \langle x^2 \rangle}{dt} \sin \omega_0 t.$$

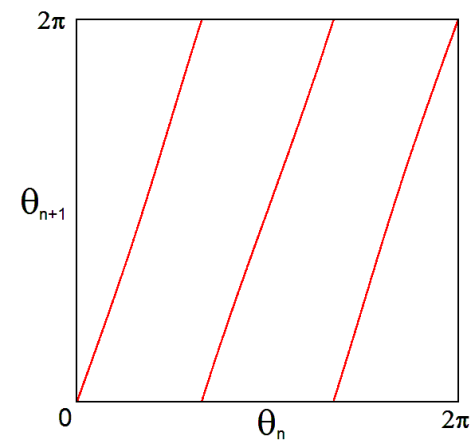
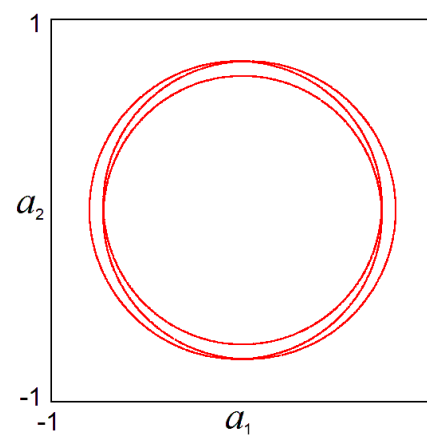
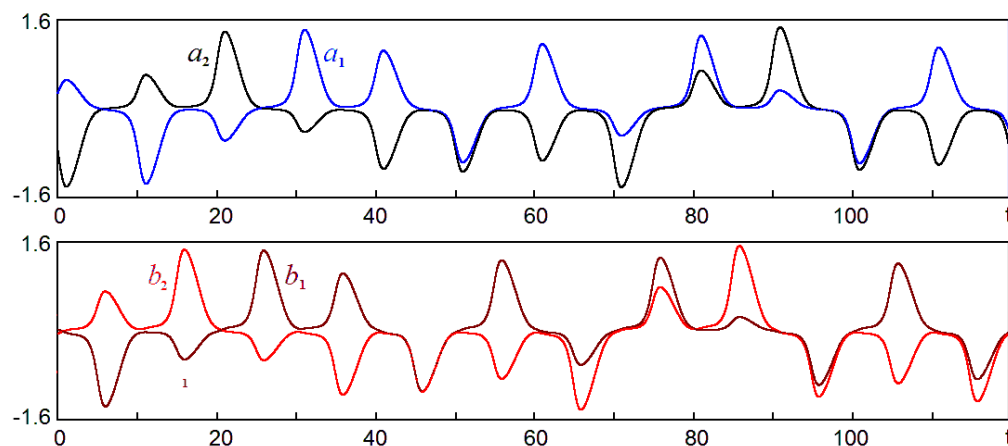


- S.P. Kuznetsov, A.Pikovsky, M.Rosenblum. Collective Phase Chaos in the Dynamics of Interacting Oscillator Ensembles. CHAOS, **20**, 2010, 043134.

Предложен новый подход к построению генераторов хаоса на основе двух попеременно возбуждающихся пар осцилляторов, где присутствие аттрактора типа Смейла-Вильямса обусловлено тем, что угловая переменная, характеризующая отношения мгновенных амплитуд для одной и другой пары, трансформируется в соответствии с растягивающим отображением окружности на каждом цикле передачи возбуждения между подсистемами. (Совместно с проф. Э.Мозекильде, Датский технический университет, Лингби, Дания.)

$$\dot{a}_1 = \frac{1}{2} [A \cos(2\pi t/T) - a_1^2 - a_2^2] a_1 + \frac{1}{2} \varepsilon b_1, \quad \dot{b}_1 = \frac{1}{2} [-A \cos(2\pi t/T) - b_1^2 - b_2^2] b_1 + \frac{1}{2} \varepsilon a_1 (a_1^2 - 3a_2^2),$$

$$\dot{a}_2 = \frac{1}{2} [A \cos(2\pi t/T) - a_1^2 - a_2^2] a_2 + \frac{1}{2} \varepsilon b_2, \quad \dot{b}_2 = \frac{1}{2} [-A \cos(2\pi t/T) - b_1^2 - b_2^2] b_2 + \frac{1}{2} \varepsilon a_2 (3a_1^2 - a_2^2).$$



- O.B. Isaeva, S.P. Kuznetsov, E. Mosekilde. Hyperbolic chaotic attractor in amplitude dynamics of coupled self-oscillators with periodic parameter modulation. Phys. Rev. **E84**, 2011, 016228.

Предложена автономная система в виде кольцевой структуры из большого числа осцилляторов Ван-дер-Поля, в которой распространяет локализованное осцилляторное возбуждение, претерпевающее на каждом проходе преобразование фазы, описываемое растягивающим отображением окружности. При этом в фазовом пространстве отображения Пуанкаре реализуется хаотический аттрактор типа Смейла-Вильямса. Благодаря медленности изменения собственных частот осцилляторов по кольцу, передача возбуждения между осцилляторами близка к резонансной, вследствие чего схема представляется перспективной для реализации высокочастотных генераторов хаоса.

$$\ddot{x}_0 - (A + \frac{3}{2}x_N^2 + x_0^2 - 2S)\dot{x}_0 + \omega_0^2 x_0 = \varepsilon x_N^2,$$

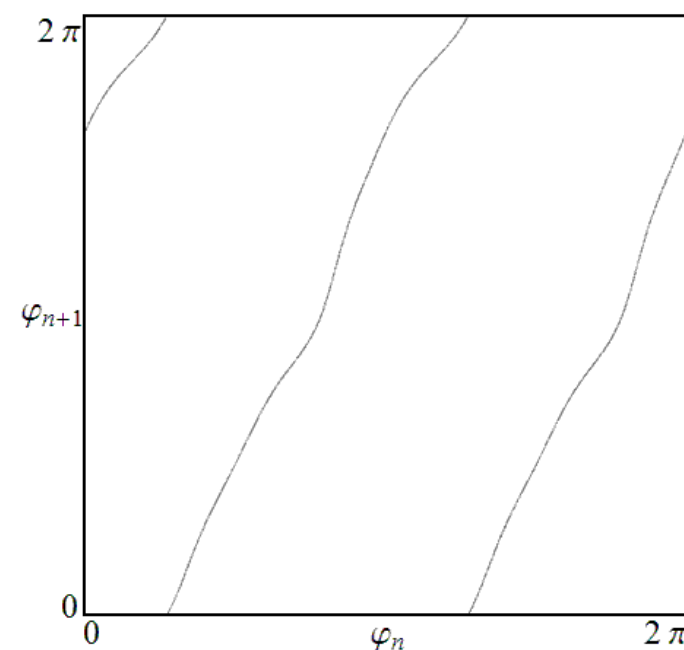
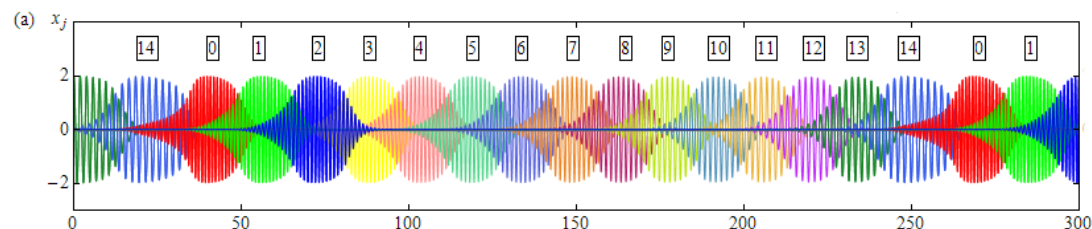
$$\ddot{x}_1 - (A + \frac{3}{2}x_0^2 + x_1^2 - 2S)\dot{x}_1 + 2^{-2/N}\omega_0^2 x_1 = \varepsilon x_0,$$

$$\ddot{x}_2 - (A + \frac{3}{2}x_1^2 + x_2^2 - 2S)\dot{x}_2 + 2^{-4/N}\omega_0^2 x_2 = \varepsilon x_1,$$

...

$$\ddot{x}_N - (A + \frac{3}{2}x_{N-1}^2 + x_N^2 - 2S)\dot{x}_N + 2^{-2}\omega_0^2 x_N = \varepsilon x_{N-1},$$

$$S = \sum_{k=0}^N x_k^2.$$



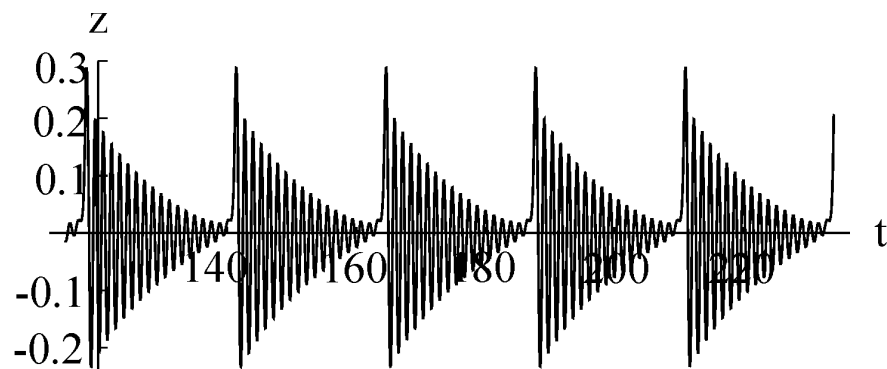
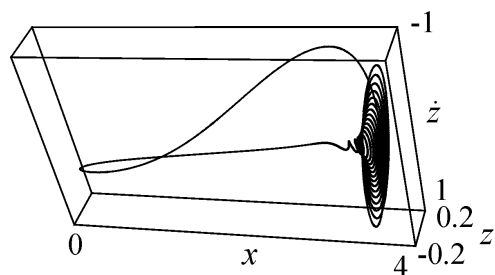
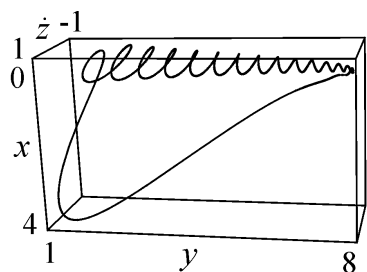
V.P. Kruglov and S.P. Kuznetsov. An autonomous system with attractor of Smale - Williams type with resonance transfer of excitation in a ring array of van der Pol oscillators. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, **16**, 2011, 3219–3223.

Показано, что при введении связи между разнородными автоколебательными системами реализуется ряд типичных эффектов, обусловленных доминированием одного осциллятора над другим и сменой доминирующего осциллятора. Это специфические режимы синхронизации в широкой полосе частот («широкополосная синхронизация»), режимы «пульсирующей генерации» и «слабого хаоса». Взаимодействие разнотипных осцилляторов может стабилизировать динамику или, наоборот, инициировать хаос в ведомом осцилляторе.

$$\dot{x} = a - (b+1)x + x^2 y + \mu(\dot{z} - x + a),$$

$$\dot{y} = bx - x^2 y,$$

$$\ddot{z} - (\lambda - z^2)\dot{z} + (1 + \Delta)z = \mu(x - a - \dot{z}).$$



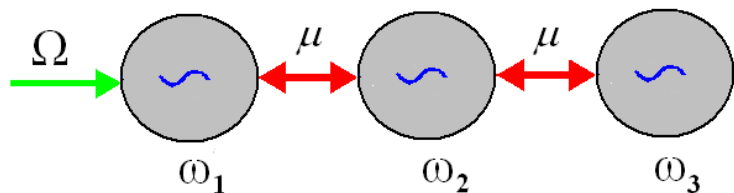
**Частота Брюсселятора существенно меньше частоты автогенератора Ван-дер-Поля. Пульсирующая генерация**  
**Вблизи области гибели колебаний ляпуновский показатель очень мал – режим «слабого хаоса»**

Ю.П. Емельянова, А.П. Кузнецов. Синхронизация связанных автогенераторов Ван-дер-Поля и Кислова-Дмитриева. ЖТФ, **81**, 2011, №4, 7-14.

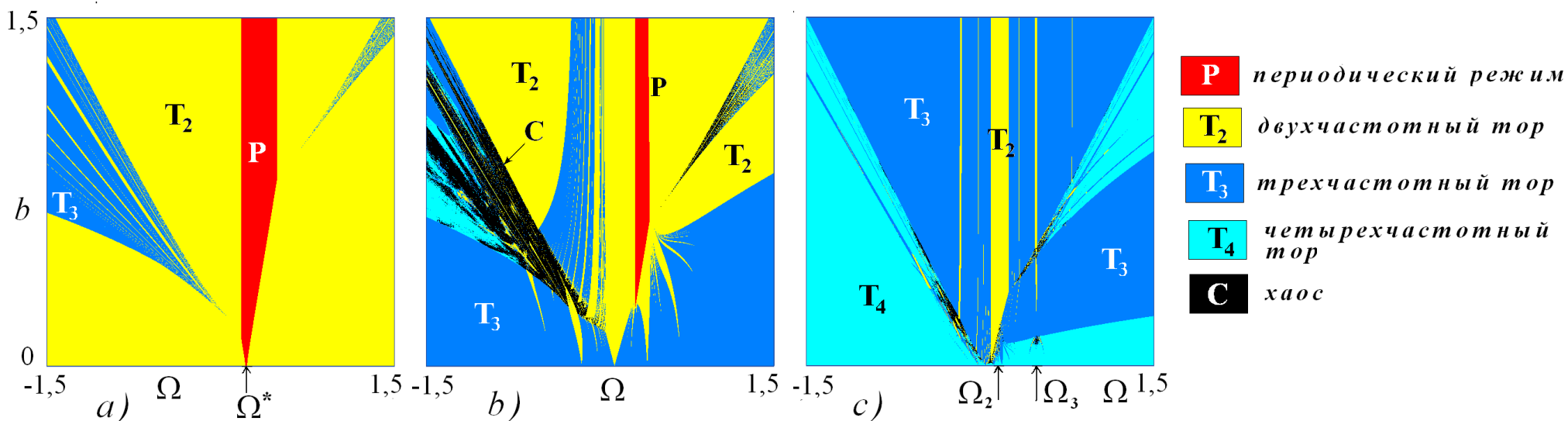
А.П. Кузнецов, Ю.П. Емельянова, Е.П. Селезнев. Синхронизация связанных автоколебательных систем с неидентичными параметрами. Известия вузов – Прикладная нелинейная динамика, **18**, 2010, №2, 62-78.

Ю.П.Емельянова, А.П. Кузнецов. Связанные автоколебательные осцилляторы разной природы на примере системы ван дер Поля и брюсселятора. Известия вузов – Прикладная нелинейная динамика, **18**, 2010, №5, 80-92.

Исследована задача о возбуждении внешним сигналом трех взаимно связанных автоколебательных элементов. Выявлены и классифицированы характерные ситуации динамики под внешним воздействием с точки зрения режимов полной или частичной синхронизации осцилляторов. Обнаружены режимы, когда полная синхронизация внешним сигналом оказывается невозможной независимо от амплитуды и частоты сигнала. С помощью специально разработанных методов визуализации типов динамического поведения выявлены и классифицированы различные типы двух и трехчастотных колебаний.



$$\begin{aligned} \ddot{x} - (\lambda - x^2)\dot{x} + x + \mu(\dot{x} - \dot{y}) &= 0, \\ \ddot{y} - (\lambda - y^2)\dot{y} + (1 + \Delta_1)y + \mu(\dot{y} - \dot{x}) + \mu(\dot{y} - \dot{z}) &= 0, \\ \ddot{z} - (\lambda - z^2)\dot{z} + (1 + \Delta_2)z + \mu(\dot{z} - \dot{y}) &= 0. \end{aligned}$$



А.П. Кузнецов, И.Р. Сатаев, Л.В. Тюрюкина. На пути к многомерным торами. Известия вузов – Прикладная нелинейная динамика, **18**, 2010, №6, 65-84.

A.P.Kuznetsov, I.R.Sataev, L.V.Turukina. On the road towards multidimensional tori. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, **16**, 2011, 2371–2376.