

УДК 517.9, 621.372

МУЛЬТИСТАБИЛЬНОСТЬ БЕГУЩИХ ВОЛН В АНСАМБЛЕ ГАРМОНИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ С ДАЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИМИ СВЯЗЯМИ

А. В. Шабунин

Саратовский национальный исследовательский государственный университет Россия,
410012 Саратов, ул. Астраханская, 83

E-mail: shabuninav@info.sgu.ru

Поступила в редакцию 27.09.2017, после доработки 14.11.2017

Работа посвящена исследованию мультистабильности бегущих волн в кольце гармонических осцилляторов с линейными нелокальными связями. В ней проводится анализ влияния величины и дальности действия связей на устойчивость пространственно-периодических режимов с разными значениями длин волн. В качестве модели выбрана система идентичных генераторов ван дер Поля, которые рассматриваются в приближении квазигармонических колебаний. Выбранная модель, с одной стороны, является максимально простой, что открывает возможности для аналитического исследования, с другой стороны, позволяет изучать на своем примере динамику произвольных автоколебательных систем с почти гармоническим поведением. Анализ мультистабильности проводится посредством построения приближенного аналитического решения по методу медленно меняющихся амплитуд, устойчивость которого определяется по стандартной методике расчета собственных значений матрицы линеаризации и в ряде случаев дополняется численными расчетами.

Исследования показали, что число одновременно существующих мод ограничивается величиной фазового сдвига между колебаниями подсистем на длине связи. В отличие от локально связанных осцилляторов максимально допустимая величина фазового сдвига может превышать 0.5π и при большом дальности действия достигать величины 0.7π . Каждая из сосуществующих мод рождается из единственного состояния равновесия в начале координат в виде седлового предельного цикла (за исключением синфазного режима) и затем, при увеличении параметра возбуждения, становится устойчивой. Области устойчивости пространственно-периодических режимов представляют собой вложенный набор конусов, когда области более коротковолновых режимов располагаются внутри областей более длинных волн.

Ключевые слова: нелинейные колебания, ансамбли осцилляторов, синхронизация, мультистабильность, бегущие волны.

DOI: 10.18500/0869-6632-2018-26-1-48-63

Образец цитирования: Шабунин А.В. Мультистабильность бегущих волн в ансамбле гармонических генераторов с дальнедействующими связями // Известия вузов.

Прикладная нелинейная динамика. 2018. Т. 26, № 1. С. 48–63. DOI:

10.18500/0869-6632-2018-26-1- 48-63

MULTISTABILITY OF TRAVELING WAVES IN AN ENSEMBLE OF HARMONIC OSCILLATORS WITH LONG-RANGE COUPLINGS

A.V. Shabunin

Saratov State University 83, Astrakhanskaya, 410012 Saratov, Russia

E-mail: shabuninav@info.sgu.ru

Received 27.09.2017, revised 14.11.2017

The work is devoted to study of multistability of traveling waves in a ring of harmonic oscillators with a linear non-local couplings. It analyses the influence of the strength and radius of the couplings on stability of spatially periodic regimes with different values of their wavelengths. The system under study is an array of identical van der Pol generators in the approximation of quasi-harmonic oscillations. On the one hand, the chosen model is a very simple one, that allows analytical studies; on the other hand, it applicable to a wide range of oscillatory systems with almost harmonic behavior. The research of the multistability is carried out in the way of the constructing analytical solutions by means of the method of slowly-changing amplitudes and then, by the standard methods of the stability analysis of the linearization matrix eigenvalues. In some cases the analytical solution are supported by numerical calculations

The study has shown that the number of simultaneously coexisting regimes is bounded by the value of the phase shift between oscillations of the subsystems on the length of the links. In the contrary of the locally coupled oscillators, here the maximum value of the phase shift may exceed the value of 0.5π and can reach a value of 0.7π . The every coexisting wave is born from the equilibrium in the origin as a saddle limit cycle (excluding the in-phase oscillating mode), which then becomes stable further on the parameter. Regions of stability of spatially periodic regimes represent a set of cones, where regions of shorter wave locate inside of the regions with much longer ones.

Key words: nonlinear oscillations, ensembles of oscillators, synchronization, multistability, traveling waves.

DOI: 10.18500/0869-6632-2018-26-1-48-63

References: Shabunin A.V. Multistability of traveling waves in an ensemble of harmonic oscillators with long-range couplings. *Izvestiya VUZ, Applied Nonlinear Dynamics*, 2018, vol. 26, iss. 1, pp. 48–63. DOI: 10.18500/0869-6632-2018-26-1-48-63