

ХАОС И ПОРЯДОК В АТМОСФЕРНОЙ ДИНАМИКЕ  
Часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо – Южного колебания

*И. В. Серых, Д. М. Сонечкин*

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
117997 Москва, Нахимовский проспект д. 36  
E-mail: iserykh@ocean.ru, dsonech@ocean.ru  
Поступила в редакцию 19.05.2017

Основываясь на математической теории о так называемом странном нехаотическом аттракторе в квазипериодически форсированных динамических системах, по данным о температуре поверхности океана и атмосферном давлении на уровне моря за 1870–2014 годы исследованы процессы Эль-Ниньо – Южного колебания (ЭНЮК). Обнаружено, что на ЭНЮК влияет не только годовой ход притока тепла от Солнца к климатической системе, но еще три другие внешние силы, периоды которых несоизмеримы с годовым периодом. Эти силы связаны с лунно-солнечной нутацией оси вращения Земли (приблизительный период 18.6 года), 11-летним циклом солнечной активности и чандлеровским колебанием полюсов Земли (период около 1.2 года). Из-за взаимной несоизмеримости периодов этих сил, все они воздействуют на климатическую систему в «неподходящие» моменты времени. В результате временные индексы, представляющие процессы ЭНЮК, выглядят очень сложными («странными» в математических терминах), но не хаотичными. Показано, что энергетические спектры индексов ЭНЮК имеют полосы повышенной спектральной плотности, расположенные на суб- и супергармониках вышеперечисленных периодов. На основе специальных рассуждений структуры энергетических спектров индексов ЭНЮК получено свидетельство их дискретности, то есть нехаотичности. Этого ранее никто не предполагал. Несмотря на сложность процессов ЭНЮК, динамика временных индексов этих процессов обнаруживает определенную внутреннюю согласованность, похожую на ту, что присуща странному нехаотическому аттрактору. Эта согласованность проявляется в существовании пиков в энергетических спектрах и соответствующих этим пикам ритмов в динамике индексов ЭНЮК. Принятие модели странного нехаотического аттрактора для ЭНЮК означает, что нет никаких пределов предсказуемости ЭНЮК в принципе. На практике это открывает возможность прогнозировать ЭНЮК на несколько лет вперед.

*Ключевые слова:* Энергетические спектры Эль-Ниньо – Южного Колебания, квазипериодичность внешних воздействий на климатическую систему, чандлеровское колебание, лунно-солнечная нутация, солнечная активность, странный нехаотический аттрактор.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-5-5-25

*Образец цитирования:* Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо – Южного колебания // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2017. Т. 25, No 5. С. 5–25. DOI: 10.18500/0869-6632-

**CHAOS AND ORDER IN ATMOSPHERIC DYNAMICS**  
**Part 2. Interannual rhythms of the El Niño – Southern oscillation**

I. V. Serykh, D. M. Sonechkin

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences

36, Nahimovskiy prospekt, Moscow, Russia, 117997

E-mail: iserykh@ocean.ru, dsonech@ocean.ru

Received 19.05.2017

Processes of the El Niño – Southern Oscillation (ENSO) are investigated based on the mathematical theory of the so-called the strange nonchaotic attractor (SNA) in the quasiperiodically forced dynamic systems, and using the sea surface temperature and the atmospheric sea-level pressure data for the 1870–2014 year period. It is found that ENSO is influenced not only by the annual Sun-induced periodic heating of the climate system, but also by the three more other external forces which periods are incommensurable to the annual period. These forces are induced by the 18.6-year Luni-Solar nutation of the Earth's rotation axis, the 11-year cycle of the solar activity and the Chandler wobble in the Earth's pole motion (the period 1.2 years). Because of the reciprocal incommensurability of the periods of these forces, all of them affect the climatic system in «improper» time moments. As a result, the dynamics of the indices representing the ENSO processes look to be very complex (strange in mathematical terms), but not chaotic. It is shown that power spectra of the ENSO indices have some bands of the increased spectral density located on sub- and superharmonics of above-mentioned periods. On the basis of some special considerations of structure of the power spectra of the ENSO indices the evidence of the discreteness of these spectra, i.e. the spectra being nonchaoticity, is received. Nobody assumed this circumstance earlier. Despite complexity of the ENSO processes, the dynamics of the temporal variations of these process indices reveals an internal ordering similar to that internal order which is known to be inherent to the SNA dynamics. This ordering reveals itself in the existence of spectral density peaks in the ENSO power spectra, and some rhythms corresponding to these peaks in the temporal variations of the ENSO indices. Acceptance of the SNA model for ENSO means that there are no predictability limits for ENSO in principle. In practice, it opens an opportunity to predict ENSO for several years ahead.

*Keywords:* Power spectra of the El Niño – Southern Oscillation, quasi-periodicity of the external climate system drivers, the Chandler wobble, the Luni-Solar nutation, the Solar activity, strange nonchaotic attractor.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-5-5-25

*References:* Serykh I.V., Sonechkin D.M. Chaos and order in atmospheric dynamics. Part 2. Interannual rhythms of the El Niño – Southern oscillation. *Īzvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*. 2017. Vol. 25. Issue 5. P. 5–25. DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-5-5-25