

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Семеновы Надежды Игоревны**  
“Возвраты Пуанкаре в эргодических системах”,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.03 - радиофизика

Последние публикации свидетельствуют о том, что теория размерности в динамических системах является мощным инструментом изучения фрактальных особенностей эволюции реальных систем. Диссертационная работа Семеновы Н.И. находится в русле современных научных тенденций, изложенных в монографии В.С. Афраймовича с соавторами (V. Afraimovich, E. Ugalde, J. Urias. *Fractal Dimension for Poincare Recurrences*. - Elsevier, 2006), где изучается фрактальная структура времен возвращения Пуанкаре, т.е. моментов времени, когда система почти повторяет свое начальное состояние в соответствии с одной из базовых теорем эргодической теории (теоремы Пуанкаре). Идея авторов монографии состояла в том, что для исследования структуры фазового пространства сложной автономной динамической системы можно выбрать некоторую его подобласть и разбить ее на шары малого радиуса различной “температуры” так, что время возвращения в шар с центром в “горячей” начальной точке много меньше, чем для “холодной” начальной точки. Затем требуется вычислить среднее время возвратов Пуанкаре по всем шарам и проанализировать его зависимость от размера шара в пределе очень малых значений радиуса (большого числа разбиений). Для большинства нехаотических систем эта зависимость оказывается степенной, а ее показатель, который можно интерпретировать как фрактальную размерность времен возвращения Пуанкаре, зависит от выбранного множества начальных точек (подобласти фазового пространства). Это позволяет использовать данный параметр как меру сложности поведения траекторий системы. Если для автономных динамических систем подобный анализ уже выполнялся в литературе, то для неавтономных вопрос о статистике времен возврата Пуанкаре оставался недостаточно изученным. Этот пробел как раз и восполнен в диссертации Семеновы Н.И., где проводится исследование ряда радиофизических систем с гармоническим внешним воздействием, для которых справедлива обобщенная теорема Пуанкаре о временах возвращения. Тем самым, актуальность выбранной темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

В первой главе диссертации подробно изучается отображение линейного сдвига на окружности, где все ячейки фазового пространства имеют одинаковую “температуру”. Показано, что в этой ситуации достаточно исследовать наименьшее время возврата Пуанкаре для отдельной ячейки, которое представляет собой ступенчатую функцию размера ячейки при задании числа вращения в форме иррационального алгебраического числа. В качестве интересного факта отмечу, что введение малой нелинейности в отображение приводит к сглаживанию ступенек, а добавление аддитивного гауссова шума – к полному разрушению лестницы ниже определенного критического размера ячейки.

Множества, получаемые в стробоскопических сечениях неавтономного генератора Ван дер Поля и неавтономного незатухающего осциллятора, являются предметом исследования во второй и третьей главах диссертационной работы. При этом показано, что задача о статистике времен возврата Пуанкаре может быть сведена к ранее решенной в первой главе, где в роли числа вращения выступает отношение частоты генератора/осциллятора к частоте внешнего гармонического сигнала. Установлено, что ошибки в задании числа вращения приводят к разрушению ступенчатой зависимости в области малых размеров ячеек, а с увеличением амплитуды внешнего воздействия возрастает количество промежуточных точек лестницы. Для гамильтоновой системы

число вращения начинает зависеть от начальных условий. Установлено, что для рассмотренных эргодических систем размерность Афраймовича-Песина равна единице. Показано, что вариация начальных условий приводит к разрушению ступенчатой зависимости среднего времени возврата от размера ячейки.

На мой взгляд, диссертационная работа содержит новые интересные научные результаты, указывающие на возможность эффективного применения теории времен возврата Пуанкаре к неавтономным динамическим системам. Изложение материала диссертации в автореферате отличается ясностью и полнотой. Достоверность результатов работы подтверждается соответствием результатов проведенных численных расчетов имеющимся строгим теоретическим положениям и их устойчивостью к выбираемым схемам численного анализа. Результаты диссертации отражены в 10-ти научных работах соискателя, семь из которых статьи, опубликованные в журналах из списка ВАК.

Из мелких замечаний отмечу отсутствие в автореферате оглавления диссертации и имеющие отдельные опечатки в тексте.

Считаю, что диссертационная работа, выполненная на кафедре радиофизики и нелинейной динамики ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского», отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Семенова Надежда Игоревна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Зав. кафедрой «Математические методы в радиофизике»  
радиофизического факультета ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Нижегородский государственный  
университет имени Н.И.Лобачевского»,  
к.ф.-м.н., доцент

17.05.2017

Дубков А.А.

Подпись А.А. Дубкова заверяю:



*Секретарь КИУ*  
*В.И.И.*