

ОТЗЫВ

научного руководителя

на диссертацию Н.И. Семеновой «Возвраты Пуанкаре в эргодических системах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиофизика

Диссертация Н.И. Семеновой посвящена одной из фундаментально важных научных проблем современной теории колебаний и статистической радиофизики, состоящей в исследовании характеристик последовательностей времен возврата Пуанкаре в эргодические множества без перемешивания. В качестве примера такого множества в диссертации рассматриваются сечения Пуанкаре двумерного эргодического тора, которые являются прообразами двухчастотных квазипериодических колебаний, широко используемых в задачах радиофизики. Проблема возвратов Пуанкаре остается в центре внимания, как математиков, так и физиков на протяжении более ста лет. До конца 20-го столетия возвраты Пуанкаре исследовались в так называемом «локальном приближении», которое состоит в анализе статистики возвратов в окрестность заданного состояния системы. В конце 90-х годов прошлого века появились математические работы, в которых развивается принципиально новый подход, при котором рассматриваются возвраты во все множество, а не в локальную окрестность заданного состояния системы. Такой подход естественно назвать «глобальным».

Устойчивые в смысле Пуассона эргодические множества разделяются на два класса. К первому относятся множества с экспоненциальной неустойчивостью, так называемые странные или хаотические аттракторы, являющиеся образами режима динамического хаоса в диссипативных нелинейных системах. Второй класс составляют эргодические системы,

фазовые траектории которых характеризуются нулевым старшим показателем Ляпунова и отсутствием периодичности во времени. Этот класс систем называют эргодическими без перемешивания. Статистика возвратов Пуанкаре в хаотических системах при глобальном подходе была детально исследована в диссертации моего аспиранта Я.И. Боева. Работа Н.И. Семенович посвящена исследованию статистики возвратов Пуанкаре в эргодических системах, в которых перемешивание отсутствует, то есть в системах второго класса.

Учитывая, что сама проблема возвратов Пуанкаре является фундаментально важной в современной теории динамических систем, а также тот факт, что эта проблема для систем второго класса при глобальном подходе пока не достаточно хорошо исследована как теоретически, так и экспериментально, мне как руководителю работы исследования в этом направлении представляются актуальными. Совершенно ясно, что в качестве эргодических систем без перемешивания могут быть рассмотрены самые различные модели естествознания. Анализируемая в работе модель двухчастотных квазипериодических колебаний, как одна из типичных и широко используемых в теории колебаний и радиофизике, является наиболее наглядной и практически важной.

В диссертации Н.И. Семенович применительно к радиофизическим системам и моделям решена актуальная задача исследования статистики возвратов Пуанкаре применительно к эргодическим системам без перемешивания. В качестве анализируемых систем рассмотрены линейное и нелинейное отображения окружности, неавтономный генератор Ван дер Поля, неавтономный консервативный осциллятор и странный нехаотический аттрактор. Для всех рассматриваемых эргодических множеств в отсутствие перемешивания с использованием глобального подхода рассчитывались статистические характеристики последовательности времен возврата путем определения размерности Афраймовича–Песина.

Наиболее важные научные результаты диссертации Н.И. Семеновой, на мой взгляд, состоят в следующем:

- Впервые в численном эксперименте установлено и теоретически обосновано, что в отображении окружности, являющегося примером эргодического множества без перемешивания, зависимость минимального времени возврата от размера области возврата является ступенчатой функцией. Доказано, что высота и ширина ступенек этой зависимости для чисел вращения, отвечающих золотому и серебряному сечениям, являются универсальными и равными $\ln R$, где R – число вращения. Эту зависимость в наших работах мы назвали «Лестницей Фибоначчи».
- Рассмотрено влияние типа числа вращения (диафантово, лиувиллиево, алгебраическое или трансцендентное) на зависимость среднего минимального времени возврата от размеров области возвратов, на вид калибровочной функции и величину размерности Афраймовича – Песина.
- На примерах линейного и нелинейного отображений окружности, стробоскопических сечений фазовых портретов неавтономного генератора Ван дер Поля и консервативного осциллятора исследовано влияние нелинейности и внешнего шума на структуру «Лестницы Фибоначчи» и величину размерности Афраймовича – Песина. Показано, что величина размерности во всех случаях практически равна единице, хотя теоретическое обоснование этого факта было проведено только для линейного отображения сдвига на окружности.

Как научный руководитель аспирантки Н.И. Семеновой я не хотел бы останавливаться на более детальном анализе диссертационной работы. Это сделают профессионально специалисты, выступающие в качестве официальных оппонентов по диссертации. Отмечу лишь следующее. Хорошая диссертационная работа, по моему мнению, всегда должна содержать минимум один результат фундаментально научной значимости, который замечен и признан специалистами. Такой результат есть в

диссертации: это обнаружение и описание новой фундаментальной закономерности в теории возвратов Пуанкаре в отображении окружности. Он опубликован в журнале *Physics Reports* в 2015г. и, судя по возрастающему индексу цитируемости, вызывает большой интерес не только среди физиков, но и у профессиональных математиков.

Н.И. Семенова активно начала заниматься научной работой уже со второго курса обучения в университете. При этом она сразу отличалась самостоятельностью, работоспособностью, уровнем знаний, умением программировать и владением вычислительной техникой. В мою задачу входили лишь выбор и постановка научных вопросов для исследований, обсуждение результатов и совместная подготовка публикаций. В определенной степени об уровне полученных в работе результатов говорит факт их публикации в международных научных журналах с высоким значением импакт-фактора: *Phys.Reports*; *Chaos*; *Comm. Nonlinear Sci. Numer. Simulat.* и др. Отмечу также то, что большинство докладов Н.И. Семеновой на международных конференциях были пленарными или приглашенными.

Аспирантка Н.И. Семенова активно участвует в выполнении научных проектов по грантам РФФИ (4 гранта в период 2014 – 2017 гг.), принимает деятельное участие в работах над совместным проектом с Техническим университетом Берлина (проект SFB 910), регулярно посещая Берлин с научными визитами. Начиная со студенческой скамьи и по настоящее время, она практически ежегодно становится победителем конкурсов на стипендии правительства РФ или президента РФ. Н.И. Семенова уже имеет опыт педагогической работы на кафедре, являясь ассистентом на 0.25 штатной единицы. При этом она не только читает лекционные курсы и проводит лабораторные занятия, но находит и привлекает к научной работе способных студентов и публикует с ними научные статьи. Все сказанное свидетельствует, что Н.И. Семенова является сформировавшимся талантливым и перспективным молодым ученым, способным не только решать, но и самостоятельно ставить научные задачи. Доказательством

служит то, что работая над диссертацией по проблеме возвратов Пуанкаре, Н.И. Семенова увлеклась исследованиями формирования пространственно-временных структур в ансамблях взаимосвязанных осцилляторов и уже опубликовала по этому направлению несколько работ, включая статью в Phys. Rev. Lett.

Относительно диссертационной работы отмечу, что она хорошо написана и оформлена. Основные результаты диссертации опубликованы в 7 статьях в реферируемых научных журналах и доложены на 5 международных конференциях. Замечаний по диссертации у меня нет. Работа по моему мнению является законченным и самостоятельным исследованием и вносит заметный вклад в современную нелинейную динамику и теорию нелинейных колебаний. Работа полностью соответствует специальности 01.04.03 – «Радиофизика» и удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор диссертации Н.И. Семенова достойна присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Заведующий кафедрой радиофизики
и нелинейной динамики, доктор
физ.-мат. наук, профессор ФГБОУ
ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»
г. Саратов, 410012, Астраханская 83
тел. 8(8452)210-720
wadim@info.sgu.ru

Анищенко Вадим
Семенович

