

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.231.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, по диссертации НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 24 мая 2019 г. N 5

О присуждении Сысоеву Илье Вячеславовичу, гражданину России, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация на тему: «Специализированные подходы к реконструкции ансамблей сложных колебательных систем по временным рядам» по специальности 01.04.03 «Радиофизика» принята к защите 18 января 2019 г. (протокол заседания N 1) диссертационным советом Д 002.231.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, (125009, Москва, ул. Моховая, д.11, стр.7), (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1958 от 21.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Сысоев Илья Вячеславович, 1983 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физ-мат. наук на тему: «Реконструкция уравнений колебательных систем при наличии скрытых переменных и внешних воздействий» защитил в 2007 г. в диссертационном совете Д 212.243.01 при Саратовском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского.

С 01.12.2015 г. по 01.12.2018 г. проходил обучение в докторантуре ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Работает доцентом кафедры динамического моделирования и биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Диссертация выполнена на кафедре динамического моделирования и биомедицинской инженерии факультета нано- и биомедицинских технологий ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» и в лаборатории моделирования в нелинейной динамике Саратовского филиала ФГБУН Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

Научный консультант — доктор физико-математических наук, профессор **Пономаренко** Владимир Иванович, ведущий научный сотрудник лаборатории моделирования в нелинейной динамике Саратовского филиала ФГБУН Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- **Глызин** Сергей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой компьютерных сетей ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова».

- **Иванченко** Михаил Васильевич, доктор физико-математических наук, зав. кафедрой прикладной математики ФГАО ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». -

- **Полежаев** Андрей Александрович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории нелинейной динамики и теоретической

биофизики ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (г.Нижний Новгород) в своем положительном отзыве, подписанном д.ф-м.н. проф. А.М.Фейгиным, зав. отделом физики атмосферы и микроволновой диагностики, д.ф-м.н., проф. В.Г.Яхно, зав. лаб. автоволновых процессов в отделе «Радиофизические методы в медицине» и утвержденном зам. дир. по научной работе, д.ф-м.н., чл-корр. РАН Е. А. Хазановым, отметила, что тема диссертации И.В.Сысоева актуальна, она является законченной, целостной научной работой, выполненной на хорошем научном уровне. Новизна и достоверность полученных в ней результатов не вызывают сомнений, их можно квалифицировать как значимое продвижение в области реконструкции сложных динамических систем по экспериментальным данным (временным рядам). Также отмечается, что в диссертации достигнут заметный прогресс в части получения информации о динамических режимах элементов таких систем и их нелинейно-динамических свойствах. Разработаны практические рекомендации по применению уже существующих и предложенных статистических критериев верификации полученных результатов.

Соискатель имеет более 100 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК, 13 из которых индексируются в базе данных Web of Science и 16 — в базе данных SCOPUS, а также в двух трудах конференций, индексируемых Web of Science и SCOPUS. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составил 267 мп. стр., в том числе в журналах из перечня ВАК — 253 мп. стр.

Вклад соискателя в работы по теме диссертации является решающим, все основные результаты в совместных работах получены им лично либо под его непосредственным руководством.

Среди наиболее значимых работ можно указать следующие:

1. **Илья В. Sysoev**. Reconstruction of ensembles of generalized Van der Pol oscillators from vector time series. *Physica D*, 2018 384–385: 1–11 DOI: 10.1016/j.physd.2018.07.004
2. **I.V. Sysoev**, V.I. Ponomarenko, A., Pikovsky. Reconstruction of coupling architecture of neural field networks from vector time series. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. 2018 57: 342–351. DOI: 10.1016/j.cnsns.2017.10.006
3. Maksim V. Kornilov, Tatiana M. Medvedeva, Boris P. Bezruchko, **Илья В. Sysoev**. Choosing the optimal model parameters for Granger causality in application to time series with main timescale. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2016 82: 11–21. DOI: 10.1016/j.chaos.2015.10.027
4. **I. V. Sysoev**, V. I. Ponomarenko, D. D. Kulminskiy, and M. D. Prokhorov. Recovery of couplings and parameters of elements in networks of time-delay systems from time series. *Phys. Rev. E*, 2016 94: 052207. DOI: 10.1103/PhysRevE.94.052207
5. **Илья В. Sysoev**, Marina V. Sysoeva. Detecting changes in coupling with Granger causality method from time series with fast transient processes. *Physica D*, 2015 309: 9–19. DOI: 10.1016/j.physd.2015.07.005
6. **I.V. Sysoev**, M.D. Prokhorov, V.I. Ponomarenko, and B.P. Bezruchko. Reconstruction of ensembles of coupled time-delay system from time series. *Phys. Rev. E*, 2014 89: 062911. DOI: 10.1103/PhysRevE.89.062911
7. Marina V. Sysoeva, Evgenia Sitnikova, **Илья В. Sysoev**, Boris P. Bezruchko, Gilles van Luitelaar. Application of adaptive nonlinear Granger causality: Disclosing network changes

before and after absence seizure onset in a genetic rat model. *Journal of Neuroscience Methods*, 2014 226: 33–41. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2014.01.028

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из:

1. Потсдамского ун-та (Германия) от к.ф.-м.н., проф. Института физики и астрономии М.Г. Роземблюма (замеч. нет).

2. ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина.» от д.ф.-м.н., доц. П.В.Купцова, проф. каф. приборостроения (замеч. нет).

3. ФБГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» от д.ф.-м.н. Н.В.Кузнецова, профессора кафедры прикладной кибернетики (замеч.нет)

4. ФБГОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского» от д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН Д.И.Трубецкого, зав.каф.электроники, колебаний и волн (замеч. нет).

5. ФГБУН «Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН» от чл.-корр. РАН, д.б.н. Балабана П.М., зав. лабораторией клеточной нейробиологии обучения и д.б.н. Виноградовой Л.В., ведущего научного сотрудника (замеч. нет).

6. ФГБУ «НМИЦ гематологии» Минздрава России от д.ф.-м.н., проф. Гурии Г.Т., зав. лаб. математического моделирования биологических процессов (замеч. нет).

7. ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" (3 отзыва):

1. от д.ф.-м.н. Г.В.Осипова, зав каф.теории управления и динамики систем (замеч.нет).

2. от д.ф.-м.н., проф. В.В. Матросова, декана радиофизического фак-та (замеч.нет).

3. от д.ф.-м.н. О.И. Канакова, доц. кафедры теории колебаний и автоматического регулирования (замеч.: к автору имеется вопрос, является ли оптимальным способ задания целевой функции, минимизируемой при подборе параметров реконструируемой модели в главах 1 и 2. Из литературы известен подход, использующий в качестве такой целевой функции длину ломаной, аппроксимирующей график неизвестной нелинейности. В диссертации, наряду с использованием именно этой целевой функции, рассматривается также её модификация, из которой исключены приращения аргумента нелинейности. Это решение не бесспорно, поскольку тогда целевая функция не имеет определенного предела при (вообще говоря, неравномерном) сгущении сетки измеренных значений аргумента нелинейности. Это может приводить к неравноправному вкладу разных участков нелинейности в значение целевой функции. Определённость может быть восстановлена без существенного усложнения расчётов, если квадрат приращения нелинейности, находящийся под суммой в целевой функции, поделить на приращение аргумента. Тогда целевая функция в отсутствие шумов принимает вид интегральной суммы для квадрата производной от нелинейности, и при сгущении сетки имеет пределом соответствующий интеграл. Шумы же могут дополнительно усложнить вопрос о выборе целевой функции.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

назначенные советом официальными оппонентами по диссертации И. В. Сысоева учёные являются крупными специалистами, широко известными своими достижениями, а также авторами научных статей в рецензируемых журналах по вопросам нелинейной динамики, динамическим системам, описываемым уравнениями в обыкновенных производных и уравнениями с запаздыванием, в том числе по исследованию коллективной динамики в ансамблях (сетях) осцилляторов различной природы. Поэтому они способны квалифицированно определить научную и практическую ценность оппонируемой диссертации. **С. Д. Глызин** — широко

известный специалист в области исследования и моделирования динамических систем. Ему принадлежат многочисленные работы по исследованию динамики отдельных и связанных осцилляторов, описываемых уравнениями с запаздыванием, а также коллективной динамике ансамблей генераторов хаоса и других колебательных систем, описываемых уравнениями различного типа. **М. В. Иванченко** — специалист в области радиофизики и нелинейной динамики, внесший значимый вклад в исследование коллективной динамики и сложных колебательных режимов в моделях массивов, цепочек и произвольно организованных ансамблей осцилляторов различной природы, а также распространение некоторых типов волн в распределённых средах. **А. А. Полежаев** — ведущий в России специалист в области динамики неустойчивых пространственно-временных структур различной природы в активных средах, в области аналитического и численного исследования механизмов неустойчивости в больших ансамблях осцилляторов, включая модели нейронов. Им получены фундаментальные результаты по образованию уединённых колебательных структур, а также в области различных бифуркационных механизмов в сложных сетях.

Ведущая организация — ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН) имеет научную школу, развивающую (в числе прочего) радиофизические методы диагностики природных сред, методы решения обратной задачи (реконструкции уравнений по экспериментальным реализациям динамики отдельных переменных), методы теоретического и экспериментального исследования и синтеза сложных систем разной природы, в том числе генераторов хаоса, физических моделей биологических систем различного уровня сложности. В штате организации состоят высококвалифицированные специалисты в данной области, способные объективно и всесторонне оценить результаты и выводы диссертации, научные интересы ряда из них лежат близко к интересам диссертанта, что даёт им возможность выступать экспертами по всем основным задачам, поставленным в диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что:

- **разработана** методика оптимизации эмпирических моделей, используемых для оценки взаимодействия сложных объектов по измеренным от них сигналам, позволяющая уменьшить число ложно положительных выводов о наличии связанности для сигналов с выраженным временным масштабом,
- **предложены** новые подходы к реконструкции ансамблей колебательных систем с запаздыванием в собственной динамике и в связях по временным рядам сложных колебаний отдельных элементов ансамбля,
- **доказана** перспективность предложенных подходов для выявления изменений режима поведения сложных систем, вызванных перестройками связей в ансамбле,
- **введены** новые критерии достоверности для оценок связанности между системами по их экспериментально измеренным сигналам.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1) разработаны универсальные подходы к реконструкции моделей в виде ансамблей осцилляторов различного типа по временным рядам, их динамики вне зависимости от природы объекта, 2) доказана асимптотическая точность этих подходов, 3) построены универсальные критерии выбора структуры эмпирических моделей для оценки связанности по временным рядам с характерным временным масштабом, 4) изучено влияние различных шумов и помех на результаты оценки, 5) проведена модернизация ряда алгоритмов и численных методов, обеспечивающих получение новых результатов при анализе сигналов, которые невозможно было получить ранее.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены в практику новые универсальные методики детектирования связей, с их помощью определены изменения в структуре взаимодействий в реальных системах живой природы, представлены методические рекомендации для выбора параметров эмпирических математических моделей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: результаты экспериментальных исследований, содержащихся в работе, получены в лабораториях и на оборудовании, неоднократно использовавшемся ранее в исследованиях мирового уровня, для радиофизического эксперимента показана воспроизводимость результатов от эксперимента к эксперименту. Теория построена на базе хорошо известных в науке положений, ряд результатов в предельном случае доказан аналитически, основные результаты также согласуются с опубликованными ранее работами. Идеи исследования базируются на обобщении передового опыта в данной области.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задачи исследования, разработке методов, получении и обработке экспериментальных данных, руководстве младшими членами коллектива, подготовке публикаций. На всех этих этапах соискателю принадлежит решающий вклад. Часть работ по теме диссертации сделана им целиком, в других им получены все основные результаты, а в работах, выполненных совместно с учениками соискателя, ему принадлежат постановка задачи, анализ, интерпретация результатов и подготовка к публикации.

Диссертация И.В. Сысоева является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена крупная научная проблема - разработка комплекса подходов к реконструкции математических моделей в виде ансамблей динамических систем для объектов различной природы, которые могут быть представленными в виде системы связанных осцилляторов, по экспериментальным временным рядам колебаний этих осцилляторов, включая восстановление связей между элементами ансамбля и оценку параметров и нелинейных функций отдельных элементов ансамбля, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842),

На заседании 24.05.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Сысоеву И.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 13, против 1, недействительных бюллетеней 2.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

«30» мая 2019г.



Черепенин
Владимир Алексеевич

Копылов
Юрий Леонидович