

## Заметки, хроника, информация

© 2024 г.

### 11-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИКЕ И УПРАВЛЕНИЮ

DOI: 10.31857/S0005231024120068, EDN: ХТХНЛУ

С 9 по 12 сентября 2024 г. в университете Кадир Хас в г. Стамбуле состоялась 11-я конференция по физике и управлению (Physics and Control conference – PhysCon 2024), см. <https://physcon2024.khas.edu.tr/>. Конференция была организована турецкими университетами Кадир Хас и Белкент при поддержке международного общества по физике и управлению (International Physics And Control Society – IPACS). Председателем оргкомитета был профессор Фатихан Атай (Fatihcan Atay) из университета Белкент (Анкара). Ключевые решения по организации конференции принимал наблюдательный совет, куда входил и автор этой заметки. Совет возглавляется профессором Экехардом Шоллем (Eckehard Schöll) – президентом общества IPACS из Технического Университета Берлина. PhysCon 2024 был посвящен памяти Германа Хакена (1927–2024), который был почетным членом IPACS, основателя синергетики и автора новаторских работ по неравновесным фазовым переходам. В конференции приняли участие 87 человек из 15 стран. Состоялось 72 доклада, в том числе четыре пленарных ключевых доклада, четыре приглашенных доклада и две лекции. В программу были включены также пять минисимпозиумов, организованных участниками, каждый из которых состоял из 3–4 докладов с общей тематикой. Распределение докладов по странам следующее: Российская Федерация – 22, Алжир – 12, Турция – 10, Германия и Испания – по шесть, Англия – четыре, США, Бразилия и Австралия – по два, Китай, Дания, Мексика, Узбекистан, Иран, Италия – по одному докладу. Тематика конференции охватывает междисциплинарную область на перекрестке таких наук, как математика, физика, биология, электроника и вычислительная техника. Значительная часть докладов была посвящена вопросам на стыке теории управления, прикладной математики и нейробиологии, в том числе изучению моделей процессов в мозге человека и управления ими. Эту новую научную область можно назвать кибернетической нейробиологией.

Открылась конференция пленарным докладом Х. Йенсена (Henrik Jensen, Imperial College London) «Самоорганизованная критичность и управление». После краткого обзора по самоорганизованной критичности (SOC) был дан новый анализ одной из парадигматических моделей – модели лесного пожара (FFM). Связь между наблюдаемым поведением их распространения по степенному закону и подлинной критичностью обсуждалась с тех пор, как мо-

дель была введена в 1992 г. Недавний анализ показывает, что действительно, возможно установить критическую масштабную инвариантность в модели, если аккуратно управлять связью между движущей силой и размером системы. В докладе М. Тимме (Marc Timme) из Технического университета Дрездена рассматривались флуктуационные реакции и опрокидывание в сильно возмущенных нелинейных системах. Предложено интегральное условие самосогласованности и способ прогноза точки перелома с помощью расширения с большим возмущением, оцененного в рамках условия самосогласованности. Новый подход может помочь количественно предсказать существенно нелинейную динамику отклика, а также бифуркации, возникающие при больших амплитудах воздействия в неавтономных динамических системах. Ямир Морено (Yamir Moreno) из университета Сарагосы (Испания) в своем докладе «Сетевая эпидемиология: от моделирования заболеваний к управлению ими» дал обзор работ по анализу динамики заражения в отдельных популяциях, которые описываются различными сетевыми топологиями. Представил динамику заражения в многослойных сетях, представляющих более богатое фазовое пространство для системы и рассмотрел недавнюю пандемию COVID-19 через призму сетевой эпидемиологии. Был также рассмотрен вопрос управления реальными заболеваниями в смысле их смягчения либо за счет лучшей готовности, либо с помощью нефармацевтических вмешательств. Доклад Майкла Смолла (Michael Small) из Университета Западной Австралии «Выбор задержки вложения и почему он важен» отталкивался от теоремы Такенса, гарантирующей точное вложение детерминированной нелинейной динамической системы с данным временным рядом при довольно общих условиях. С 1980-х гг. было предложено много методов для оценки времени между наблюдениями (задержки), обеспечивающего точное вложение, но почти все методы выбора этой задержки основаны на применении некоторой эвристики. В докладе представлен новый, топологически обоснованный способ выбора задержки, основанный на использовании концепций из персистентной гомологии (persistent homology) и топологического анализа данных и гарантирующий достижение «наилучшего» аттрактора для заданных данных.

Экехард Шолль в своей лекции «Неравновесные фазовые переходы и явления нуклеации в синхронизирующихся сетях», посвященной памяти Германа Хакена, рассматривал фазовые переходы в нелинейных динамических системах, далеких от термодинамического равновесия. Было отмечено, что концепции термодинамики и статистической физики применялись для описания самоорганизации, формирования пространственно-временных структур, сосуществования фаз, критических явлений и неравновесных фазовых переходов первого и второго рода уже с 1970-х гг. Однако фазовые переходы и критические явления в динамических сетях, где могут возникать синхронизационные переходы, порождая множество частично синхронных моделей и сложное коллективное поведение с приложениями ко многим природным, социально-экономическим и технологическим системам, стали изучаться го-

раздо позже. В лекции рассматривались эти работы и устанавливались связи между опрокидывающимися переходами, взрывной синхронизацией, нуклеацией, критическим замедлением и т.д. с неравновесной термодинамикой. В частности, изучалась модель Курамото с инерцией, применимая к энергосетям, которая приводит к фазовым переходам первого рода, к синхронизации через частично синхронизированные состояния, и показано, что ее можно рассматривать как адаптивную сеть фазовых осцилляторов, подобную нейронным сетям с пластичностью.

Лекция Александра Фрадкова (ИПМаш РАН) «Кибернетическая нейробиология» была посвящена введению в новое научное направление – кибернетическую нейробиологию, которая является разделом вычислительной нейробиологии, направленным на изучение нейробиологических систем кибернетическими методами. Кибернетическая нейробиология базируется на математических моделях, принятых в вычислительной нейронауке (модель Ходжкина–Хаксли, модель ФицХью–Нагумо, модель Моррис–Лекара, модель Хиндмарша–Роуза, модель Ландау–Стюарта, модель нейронных масс и т.д.) и методах кибернетики – науки об управлении и связи в живом организме, машине и обществе. В лекции изложены основные задачи и методы, а также некоторые результаты кибернетической нейронауки, полученные в основном в ИПМаш РАН и в СПбГУ, в том числе результаты по нейроинтерфейсному управлению (управлению «силой мысли»). Среди основных задач кибернетической нейробиологии были названы следующие: 1. Анализ условий, при которых модели нейронных ансамблей обладают некоторыми особыми режимами, соответствующими поведению реальных нейронных ансамблей: синхронизация, спайкинг, берстинг, солитоны, хаос, химеры и др. 2. Синтез внешних (управляющих) воздействий, создающих указанные режимы в моделях нейронных ансамблей. 3. Оценивание состояния и параметров моделей нейронных ансамблей по результатам измерения входных и выходных переменных. 4. Классификация состояний и намерений человека по результатам наблюдений его нервной активности с использованием методов адаптации и машинного обучения (с приложением к медицинской и психологической диагностике). 5. Синтез алгоритмов управления, обеспечивающих заданные свойства замкнутой системы, состоящей из управляемого объекта (например, нервной системы живого существа или мозга человека) и управляющего агента, реализованного в компьютеризированной установке, взаимодействующих через нейроинтерфейс.

Несколько слов об истории конференции. Первая конференция по физике и управлению прошла в 2003 г. в Санкт-Петербурге. Вторая конференция прошла в 2005 г., также в Санкт-Петербурге. Сопредседателями программного комитета первой конференции были выдающийся физик, Нобелевский лауреат академик Жорес Иванович Алферов, а также генеральный директор концерна ЦНИИ «Электроприбор», создатель гироскопической техники и систем управления академик Владимир Григорьевич Пешехонов. Проведение этих конференций мотивировалось возникновением в 1990-е г. новой

научной области на стыке физики и теории систем управления, включающей управление колебаниями, управление хаотическими процессами, управление молекулярными и квантовыми системами, управление пучками частиц и др. Эта область была названа кибернетической физикой (см. А.Л. Фрадков, «Автоматика и Телемеханика», 1999, № 3). В ней изучаются вопросы управления процессами в сложных динамических системах, возникающих в физике и других естественных науках: процессы синхронизации, нелинейные волны, хаос, солитоны, квантово-механические процессы, управление в термодинамике и др. Весь этот спектр вопросов сохранил свою актуальность и по сей день. Интерес к общению и сотрудничеству ученых и инженеров, увлеченных новой областью науки, привел к их организационному объединению. В 2005 г., 26 августа, в день закрытия конференции Physics and Control 2005, в Аничковом дворце состоялось организационное собрание Международного общества физики и управления (International Physics and Control Society – IPACS). Общество также существует по сей день. Общие собрания членов IPACS проходят во время конференций PhysCon, а штаб-квартира Общества находится в Санкт-Петербурге. Подробнее о деятельности IPACS см. на его сайте <http://physcon.ru>. Последующие конференции PhysCon проходили каждые два года в разных городах и странах: в 2007 г. в Потсдаме в Германии, в 2009 г. – в Катанье на Сицилии, в 2011 г. – в Леоне в Испании, в 2013 г. в Сан-Луис-Потоси в Мексике, в 2015 г. – в Стамбуле в Турции, в 2017 г. – во Флоренции в Италии. В 2019 г. конференция снова проходила в России, в университете Иннополис, а в 2021 г. в связи с пандемией конференция была проведена в формате онлайн шанхайским университетом Фудан (Китай). Выбор места и команды организаторов для проведения очередной конференции занял лишний год в связи со сложной политической обстановкой. Но итоги конференции показали, что выбор был правильным: он позволил достаточно большому числу российских специалистов поддержать творческие и личные связи с зарубежными коллегами. Одной из удачных организационных находок было разрешение участникам из стран, находящихся под санкциями, оплачивать оргвзнос наличными по приезду. Итоги конференции показали также, что в научной области, впервые оформившейся в нашей стране в 2003 г. Россия остается в числе лидирующих стран и в 2024 г. Программа и тезисы докладов конференции PhysCon2024 размещены на ее сайте, а ее труды будут опубликованы в специальных выпусках журналов Cybernetics And Physics (<http://cap.physcon.ru>) и The European Physical Journal Special Topics (<https://link.springer.com/journal/11734>).

*А.Л. Фрадков*, д-р техн. наук,  
Институт проблем машиноведения РАН,  
Санкт-Петербургский государственный университет